

УДК 622.333.012.2:504.06

**Павличенко А.В.**, канд. біол. наук, доцент  
(Державний ВНЗ «НГУ»),  
**Плахотній С.А.**, аспірант  
(ДЕА)

**ЛІКВІДАЦІЯ НЕРЕНТАБЕЛЬНИХ ВУГЛЕДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ:  
ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ  
ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ**

**Павличенко А.В.**, канд. биол. наук, доцент  
(Государственное ВУЗ «НГУ»),  
**Плахотний С.А.**, аспирант  
(ГЭА)

**ЛИКВИДАЦИЯ НЕРЕНТАБЕЛЬНЫХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ: ПУТИ УМЕНЬШЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ  
НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ**

**Pavlychenko A.V.**, Ph.D. (Biol.), Associate Professor  
(State HEI "NMU"),  
**Plakhotnii S.A.**, Doctoral Student  
(SEA)

**LIQUIDATION OF NOT-PAYING COAL MINING BUSINESSES: THE  
WAYS OF DECREASE OF NEGATIVE INFLUENCE ON NATURAL  
ENVIRONMENT**

**Анотація.** На даний момент відсутні чіткі механізми закриття шахт, які б враховували усі екологічні наслідки від моменту припинення роботи технологічного обладнання до розробки стратегії сталого функціонування постіндустріальних територій. Встановлено, що ліквідація нерентабельних вугільних шахт не забезпечує припинення їх впливу на компоненти довкілля. В більшості випадків екологічні проблеми, що виникають на різних етапах ліквідації нерентабельних шахт, значно впливають на подальший розвиток і напрямки використання прилеглих територій. Проектами ліквідації шахт передбачається, що всі джерела негативного впливу на навколишнє природне середовище повинні бути усунені до моменту закінчення комплексу робіт з закриття шахти. Виходячи з поняття про можливі екологічні ризики в процесі виконання ліквідаційних робіт на вугільних шахтах, зроблено висновок про підходи до оцінки ступеня ризику виникнення будь-якої негативної ситуації. Ці підходи абсолютно рівнозначні і можуть бути використані при формуванні методологічних підходів з встановлення пріоритетності та порядку виконання природоохоронних заходів на вугільних шахтах, що ліквідуються.

**Ключові слова:** ліквідація шахти, екологічні ризики, мінералізація, водозабір, породні відвали, поверхневий комплекс шахти, деформаційні процеси.

**Вступ.** Інтенсивний видобуток вугілля призвів до значних порушень рівноваги у навколишньому середовищі. Шахтний фонд потребує відновлення та технологічної модернізації.

Починаючи з 1996 року, в Україні відбуваються процеси реструктуризації вугільної промисловості, у тому числі й закриття вугледобувних підприємств [1]. Найбільш невирішеними проблемами структурної перебудови вугільної промисловості стали соціально-економічні, техногенні та екологічні наслідки. Виходячи з цього, виникає потреба в спрямованому вирішенні проблем реструктуризації вугільної галузі [2-4].

Питанням забезпечення екологічної безпеки процесів експлуатації та ліквідації вугледобувних підприємств присвячені роботи М.І. Адаменка, О.І. Амоші, Т.В. Бунько, В.І. Бузила, С.Ф. Власова, Ю.М. Гавриленка, Б.А. Грядущого, В.М. Єрмакова, В.К. Костенка, Ю.Ф. Креніди, Є.І. Піталенка, Г.І. Рудька, О.А. Улицького, Л.Є. Шкіци та ін. Причому більшість робіт авторів присвячені вирішенню певних екологічних наслідків впливу вугільних шахт на окремі компоненти навколишнього середовища і не враховують комплексний та тривалий вплив на довкілля.

**Метою роботи** є виявлення екологічних наслідків ліквідації нерентабельних вугледобувних підприємств та обґрунтування шляхів зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище.

**Основна частина.** В результаті закриття шахт виникає значна кількість техногенних та екологічних проблем, які з часом все більше посилюються. При затопленні гірничих виробок збільшується техногенне навантаження на літосферу і гідросферу. Значні площі вугленосних порід, які перетинаються гірничими виробками, зумовлюють деформацію земної поверхні [4-6].

У більшості випадків ліквідація неперспективних шахт проводиться без врахування наслідків трансформації компонентів навколишнього середовища, з постійним порушенням природоохоронних нормативів, що призводить до погіршення умов проживання населення у вугледобувних регіонах.

До основних факторів впливу на навколишнє природне середовище (НПС) при закритті вугільних шахт більшість фахівців відносять:

- припинення роботи шахтних водовідливних установок;
- гасіння та пониження породних відвалів;
- ліквідацію об'єктів поверхневого шахтного комплексу.

Найбільш суттєвий негативний вплив на НПС обумовлює затоплення гірничих виробок, пов'язане з припиненням відкачування шахтної води. При відсутності випереджаючих заходів ці обставини викликають:

- самотічний вихід шахтних вод на поверхню, появу підтоплених територій;
- підпір ґрунтових вод та підвищення їх рівнів;
- підвищення мінералізації і забруднення водоносних горизонтів шахтними водами;

- зниження фізико-механічних властивостей гірського масиву, активізацію деформаційних процесів на поверхні (зсуви, провали та ін.).

Виходячи з поняття про можливий екологічний ризик в процесі виконання будь-яких дій з ліквідації вугільної шахти, питання забезпечення гідрогеологічної безпеки повинні бути пріоритетними.

В загальному плані еколого-гідрогеологічні умови в зонах впливу ліквідова-

них шахт характеризуються підйомом рівнів підземних вод внаслідок відновлення гідروفільтраційних потоків в системі «вододіл – річкове русло», а також інженерно-геологічними процесами, обумовленими стійким порушенням рівноваги в системі «вода – мінеральний скелет порід» в зонах впливу затоплених гірничих виробок з наступними змінами фізико-механічних, водно-фізичних, інженерно-сейсмологічних та інших властивостей породного масиву [6-8]. Таким чином, незалежно від географічного регіону на території ліквідованих шахт ступінь ризику комплексного (ланцюгового) погіршення як інженерно-геологічних, так і екологічних умов в цілому (підтоплення – деградація ґрунтів – зростання міграції хімічних забруднювачів – витискування шахтних газів) є дуже великим [6, 8].

Значний вплив на екологічну безпеку вугледобувних регіонів спричиняють процеси горіння породних відвалів, як основний фактор, що призводить до забруднення атмосфери продуктами горіння й пилом. На цих об'єктах небезпечними для здоров'я людей є тверді та газоподібні речовини – пил вуглепородний, оксид азоту, сірчаний ангідрид, сірководень, оксид вуглецю та ін. Крім того, існують інші джерела забруднення НПС, розташовані в межах гірничих відводів шахт, що ліквідуються, а саме: промислові котельні, вентиляційні установки головного провітрювання, ставки-відстійники, пункти проведення зварювальних робіт та ін. Проектами ліквідації шахт передбачено, що усі джерела негативного впливу на НПС підлягають усуненню до моменту закінчення повного комплексу робіт з закриття шахти.

При закритті шахт важливо визначити пріоритетність виконання заходів щодо забезпечення екологічної безпеки як для умов окремої шахти, так і вугільної галузі в цілому. В ході аналізу літературних джерел зроблено висновок щодо перспективності використання двох основних підходів до оцінки ступеня ризику виникнення будь-якої негативної ситуації.

Кількісний рівень ризику може змінюватись від 0 до 1 (причому, рівні ризику мають кількісні критерії: низький ризик 0-0,2; середній 0,2-0,4; високий 0,4-0,7; критичний до – 1). Оцінка ризиків здійснювалась статистичним методом (подія виходу параметрів стану системи за межі їх припустимих змін). Імовірність ризику визначали за формулою:  $q=n/N$ .

Для кожної екологічної проблеми враховується її можливий негативний вплив на життєздатність населення та розмір завданої шкоди, запропоновані витрати й час на усунення загрози. Всі об'єкти впливу на НПС оцінюються за 4-х бальною системою, що відображає ступінь екологічної небезпеки кожного об'єкту.

Інтегральні рівні гідрогеологічних та екологічних ризиків розраховували як імовірність загальної інертності « $P$ » за формулою  $P=p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \dots p_n$  та імовірність гідрогеологічного ризику « $Q$ » за формулою  $Q=1-P$ .

З метою розробки і реалізації комплексу природоохоронних заходів використано матриці геотехнічного, гідрогеологічного, екологічного і економічного рейтингу основних екологічних загроз. Оціночна матриця враховувала таку ймовірність виникнення ризику: реальний, можливий, імовірний та дуже ма-

лоймовірний. Другий підхід – низький, середній, високий та критичний ступінь ризику (табл. 1).

Таблиця 1 – Матриця визначення рівнів екологічних ризиків процесів ліквідації вугільних шахт

Природоохоронні заходи	Бали			Ступінь екологічного ризику							
	кількість по-казників	сума балів	середній бал	низький		середній		високий		критичний	
				значення	%	значення	%	значення	%	значення	%
Рекультивация та озеленення породних відвалів	35	114	3,2	22	62,8	3	8,6	7	20,0	3	8,6
Рекультивация та озеленення промислових майданчиків	19	49	2,6	10	55,6	3	16,7	5	22,2	1	5,5
Ліквідація ставків-відстійників	19	106	5,6	5	25	2	6,2	2	6,3	10	62,5
Захист водозаборів	21	106	5,0	2	5	10	50	8	40	1	5

Слід відмітити, що обидва підходи є рівнозначними й можуть бути використані при формуванні методологічних підходів щодо встановлення пріоритетів та порядку виконання природоохоронних заходів по шахтах, що ліквідуються (табл. 2).

Таблиця 2 – Матриця пріоритетів з реалізації природоохоронних заходів

Об'єкт впливу	Ступінь екологічного ризику				Показник ризику	Пріоритет виконання робіт
	низький	середній	високий	критичний		
Рекультивация та озеленення породних відвалів	22	3	7	3	10	II
Рекультивация та озеленення промислових майданчиків	10	3	5	1	6	IV
Ліквідація ставків-відстійників	5	2	2	10	12	I
Захист водозаборів	2	10	8	1	9	III

В результаті інтегральної кількісної оцінки екологічного ризику враховані можливі екологічні, економічні, медичні та соціальні збитки від ліквідації нерентабельних вугільних шахт. Визначено пріоритетність природоохоронних заходів, що дозволяє зменшити рівні деградації навколишнього середовища на територіях вугледобувних регіонів.

**Висновки.** Високий ступінь ризику погіршення стану НПС, підтоплення, деформація гірського масиву, деградація ґрунтів, посилення міграції геохімічних забруднень, витискання шахтних газів погіршують екологічний стан вугле-

добувних територій. В основу принципів положень з встановлення пріоритетності виконання природоохоронних робіт покладено метод розробки і реалізації оцінки ступеня екологічного ризику, заснований на використанні матриці геотехнічного, гідрогеологічного, екологічного та економічного рейтингу основних екологічних загроз.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Амоша, О.І. Стан, основні проблеми і перспективи вугільної промисловості України / О.І. Амоша, Л.Л. Стариченко, Д.Ю. Черватський // Наукова доповідь. – НАНУ, Інститут економіки промисловості. – Донецьк, 2013. – 44 с.
2. Адаменко, М.І. Оцінка екологічного ризику в шахтних регіонах комплексно-інформаційним методом / М.І. Адаменко, Е.А. Дармофал // Системи обробки інформації. – 2014. – Вип. 8. – С. 171-173.
3. Бунько, Т.В. Разработка методов математического моделирования эмиссии шахтного метана / Т.В. Бунько, А.В. Боровский, А.Б. Бокий // Геотехнічна механіка : міжвід. зб. наук. праць / ІГТМ НАН України, 2013. – Вип. 109. – С. 172-181.
4. Laurence, D. Optimising Mine Closure Outcomes for the Community – Lessons Learnt / D. Laurence // Minerals and Energy. – 2002. – Vol. 17, P. 285-298.
5. Environmental Risk Assessment as the Basis for Mine Closure at Iscor Mining / S.J. Swart, W. Pulles, R.H. Boer, J. Kirkaldy, C. Pettit // Paper presented to Colloquium on Mine Closure. The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy. – 1998. - Vol. 98. - Pp. 1-6.
6. Павличенко, А.В. Ідентифікація екологічних ризиків, що виникають на різних етапах функціонування вугледобувних підприємств / А.В. Павличенко // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць / ІГТМ НАН України, 2015. – Вип. 124. – С. 280-288.
7. Yang, Q. The Study on Land Reclamation Technology and Ecological Control for Coal Mining Subsidence Area / Q. Yang, W.S. Liu // Advanced Materials Research. – 2012. - No. 446-449. - Pp. 2973-2977.
8. Buzylo, V. Technological and environmental aspects of the liquidation of coal mines / V. Buzylo, A. Pavlychenko, O. Borysovska, V. Gruntova // New Developments in Mining Engineering: Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining. – The Netherlands: CRC Press/Balkema, 2015. – P. 75-79.

#### REFERENCES

1. Amosha, O.I., Starichenko, L.L. and Chervatskiy, D.Yu. (2013), *Stan, osnovni problemy i perspektyvy vugilnoi promyslovosti Ukrainy*, [The State, Problems and Prospective of Coal Industry of Ukraine], IYEP NAS of Ukraine, Donetsk, Ukraine.
2. Adamenko, M.I. and Darmofal, E.A. (2014), “Complex method of environmental risk assessment in the coal-mining regions”, *Systemy obrobky informatsii*, vol. 8, pp. 171-173.
3. Bunko, T.V., Borovsky, A.V. and Bokii, A.B. (2013), “Development of methods of mathematical design of emission of mine methane”, *Geo-Technical Mechanics*, no. 109, pp. 172-181.
4. Laurence, D. (2002), “Optimising Mine Closure Outcomes for the Community – Lessons Learnt”, *Minerals and Energy*, vol. 17, pp. 285-298.
5. Swart, S.J., Pulles, W., Boer, R.H., Kirkaldy, J. and Pettit, C. (1998), “Environmental Risk Assessment as the Basis for Mine Closure at Iscor Mining. Paper presented to Colloquium on Mine Closure”, *The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy*, vol. 98, pp. 1-6.
6. Pavlychenko, A.V. (2015), “Identification of ecological risks emerging in different stages of coal mining enterprises operation”, *Geo-Technical Mechanics*, no. 124, pp. 280-288.
7. Yang, Q. and Liu, W.S. (2012), “The Study on Land Reclamation Technology and Ecological Control for Coal Mining Subsidence Area”, *Advanced Materials Research*, vol. 446-449, pp. 2973-2977.
8. Buzylo, V., Pavlychenko, A., Borysovs'ka, O. and Gruntova, V. (2015), “Technological and environmental aspects of the liquidation of coal mines, New Developments in Mining Engineering: Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining”, *CRC Press/Balkema, The Netherlands*, pp. 75-79.

---

**Об авторах**

**Павличенко Артем Володимирович**, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри екології, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (ДВНЗ «НГУ»), Дніпро, Україна, pavlychenkoa@nmu.org.ua.

**Плахотний Сергій Анатолійович**, магістр, аспірант, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління (ДЕА), Київ, Україна, pavlychenkoa@nmu.org.ua

**About the authors**

**Pavlychenko Artem Volodymyrovych**, Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Associate Professor of Ecology Department, State Higher Educational Institution "National Mining University" (SHEI "NMU"), Dnipro, Ukraine, pavlychenkoa@nmu.org.ua.

**Plakhotnii Serhii Anatoliiovych**, Master of Sciences (M.Sc.), Doctoral Student, State Environmental Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv, Ukraine, pavlychenkoa@nmu.org.ua.

---

**Аннотация.** На данный момент отсутствуют четкие механизмы закрытия шахт, которые бы учитывали все экологические последствия от момента прекращения работы технологического оборудования до разработки стратегии устойчивого функционирования постиндустриальных территорий. Установлено, что ликвидация нерентабельных угольных шахт не обеспечивает прекращения их воздействия на компоненты окружающей среды. В большинстве случаев экологические проблемы, возникающие на различных этапах ликвидации нерентабельных шахт, значительно влияют на дальнейшее развитие и направления использования прилегающих территорий. Проектами ликвидации шахт предполагается, что все источники негативного воздействия на окружающую среду должны быть устранены до момента окончания комплекса работ по закрытию шахты. Исходя из понятия о возможных экологических рисках в процессе выполнения ликвидационных работ на угольных шахтах, сделан вывод о подходах к оценке степени риска возникновения любой негативной ситуации. Эти подходы абсолютно равнозначны и могут быть использованы при формировании методологических подходов по установлению приоритетности и порядка выполнения природоохранных мероприятий на ликвидируемых угольных шахтах.

**Ключевые слова:** ликвидация шахты, экологические риски, минерализация, водозабор, породные отвалы, поверхностный комплекс шахты, деформационные процессы.

**Abstract.** Nowadays there no proper mechanisms of mines closure, which would consider all ecological consequences from technological equipment stopping to the development of sustainable functioning strategy for post-industrial territories. It is stated that liquidation of not-paying coal mines does not ensure their influence stopping on the environmental components. In most cases the ecological problems arising on different stages of not-paying mines liquidation affect the further development and ways of use of adjacent territories. Mines liquidation projects consider all sources of negative influence on natural environment to be eliminated by the end of mine closure process. As based on the concept of all possible ecological risks in the process of coal mines liquidation, the conclusion is drawn about the approaches to assessment of the degree of any negative situation occurrence. The approaches are absolutely equal and can be used while developing methodological base for concession of priority and procedure for nature-conservative measures for coal mines under liquidation.

**Keywords:** mine liquidation, ecological risks, mineralization, water intake, waste dumps, mine surface complex, deformative process.

*Статья поступила в редакцию 08.12.2016*

*Рекомендовано к публикации д-ром технических наук Софийским К.К.*