

УДК 622.333.012.2:504.06

Павличенко А.В., канд. біол. наук, доцент
(Державний ВНЗ «НГУ»)

**ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ, ЩО ВИНИКАЮТЬ НА
РІЗНИХ ЕТАПАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ
ВУГЛЕДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Павличенко А.В., канд. биол. наук, доцент
(Государственное ВУЗ «НГУ»)

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ
НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Pavlychenko A.V., Ph.D. (Biol.), Associate Professor
(State HEI «NMU»)

**IDENTIFICATION OF ECOLOGICAL RISKS EMERGING IN DIFFERENT
STAGES OF COAL MINING ENTERPRISES OPERATION**

Анотація. Багаторічний видобуток вугілля призвів до порушення екологічної рівноваги та погіршення умов проживання населення у вугледобувних регіонах. Навантаження на навколишнє середовище, що створене діяльністю шахт на всіх етапах функціонування, є одним із найважливіших факторів, який необхідно враховувати при визначенні напрямків подальшого розвитку вугільної галузі України.

Проведено ідентифікацію екологічних ризиків, що виникають, як на стадії розробки вугільного родовища, так і при різних способах ліквідації вугледобувних підприємств. Для кожного етапу функціонування гірничого підприємства визначено чинники, що найбільш негативно впливають на компоненти навколишнього середовища. Своєчасне виявлення екологічних ризиків, що виникають при «мокрому» та «сухому» способах ліквідації гірничих підприємств, дозволить розробити та впровадити ефективні природоохоронні заходи.

Ідентифікація екологічних ризиків на різних етапах життєвого циклу вугільного підприємства дозволяє формувати інформаційну та картографічну базу даних, на основі якої будуть реалізовуватися управлінські природозберігаючі рішення.

Ключові слова: вугільна шахта, ліквідація шахт, забруднення, екологічний ризик.

Вступ. Вугільна галузь на теперішній час перебуває у стадії глибокої рецесії, що викликано складною фінансово-економічною ситуацією, а також військовою агресією на сході країни. В результаті повільного реформування галузі в експлуатації знаходиться значна кількість збиткових та неперспективних шахт [1, 2]. Так у 1991 році в Україні нараховувалось 278 шахт. В результаті реструктуризації у 1995-2000 роках на закриття було передано 143 шахти, з яких ліквідаційні роботи у повному обсязі були виконані лише на 50 підприємствах. Реформою вугільної галузі, відповідно до Програми економічних реформ на 2010-2015 рр., було передбачено у 2013 р. до ліквідації 9 шахт; у 2014 р. – 5 шахт та закриття у 2015 р. ще 6 шахт.

Вичерпаність балансових запасів, збитковість більшості шахт, складні гір-

ничо-геологічні умови та нестабільна економічна ситуація призвели до масової ліквідації гірничих підприємств. У зв'язку з цим відбувається просідання земної поверхні, підтоплення і заболочування земель, катастрофічні зміни якості підземних і поверхневих вод, а також зростання ризиків руйнування споруд та об'єктів інфраструктури.

У результаті функціонування гірничих підприємств формується комплекс соціально-економічних, техногенних та екологічних проблем, які з часом все більше посилюються. Важливе значення у вирішенні цих проблем мають роботи О.І. Амоші, С.Ф. Власова, Ю.М. Гавриленка, Б.А. Грядущого, В.М. Єрмакова, Ю.Ф. Креніди, Г.І. Рудька, О.А. Улицького, Л.Є. Шкици та ін.

Вугільна шахта за період свого існування проходить такі узагальнені цикли або стадії: зародження; підйом; зрілість; спад; банкрутство та ліквідація [3, 4]. Кожен етап життєвого циклу вугільної шахти характеризується переліком екологічних та техногенних загроз для компонентів навколишнього середовища. У зв'язку з цим виникає потреба в розробці системи комплексної оцінки рівнів екологічних й техногенних ризиків для їх своєчасного виявлення та локалізації.

Відсутність комплексної системи ідентифікації екологічних та техногенних ризиків при ліквідації шахт призводить до просідання земної поверхні, підтоплення і заболочування сільськогосподарських земель, виділення шахтних газів на земну поверхню, катастрофічних змін навколишнього середовища тощо [5, 6]. Саме тому, для ефективного управління екологічною безпекою у вугледобувних регіонах виникає необхідність в розробці критеріїв, які найбільш адекватно характеризуватимуть рівні та наслідки деградації навколишнього середовища на територіях вугледобувних регіонів України, де відбувається ліквідація вугільних шахт.

Метою роботи є аналіз екологічних та техногенних ризиків, які виникають на різних етапах функціонування та ліквідації вугледобувних підприємств.

Основна частина. Інтенсивний багаторічний видобуток вугілля призвів до значних порушень масиву гірських порід, забруднення компонентів навколишнього середовища, а також збільшення ризиків руйнування будинків та комунікацій. Найбільш інтенсивно це спостерігається у старих вугледобувних регіонах.

Відсутність надійних даних про зміни стану об'єктів навколишнього середовища на різних етапах функціонування гірничого підприємства ускладнює оцінку екологічних та техногенних ризиків. Кількісна чи якісна оцінка ризику може бути основою для розробки комплексу заходів з покращення екологічного стану вугледобувних регіонів. Реалізація природоохоронних заходів повинна забезпечити мінімізацію екологічних ризиків, пов'язаних з відповідними об'єктами довкілля до прийняттого рівня.

Видобуток вугілля шахтами, а у подальшому при відпрацюванні запасів і їх закриття, посилює вплив гірничих робіт на навколишнє середовище за рахунок таких факторів як: підтоплення і заболочування територій внаслідок підняття рівня підземних вод, а також засолення ґрунтів; зміна модулів річкового стоку; поява нових і відновлення старих зниклих джерел з водою підвищеної мінералі-

зації; техногенний вплив на стан земної поверхні, природні та інші об'єкти; зміна інженерно-геологічних умов (поява зсувів, розвиток ярів та ін.); зміни сейсмостійкості гірського масиву тощо.

Для виявлення техногенних та екологічних ризиків, що виникають на всіх етапах функціонування вугледобувних підприємств (від процесу проектування, до моменту закриття нерентабельних та збиткових шахт) проаналізовано інтенсивність та періодичність впливу технологічних процесів вугільних шахт на стан об'єктів навколишнього середовища у балах: 0 – вплив відсутній; 1 – мінімальний або опосередкований вплив; 2 – періодичний безпосередній або опосередкований вплив; 3 – безперервний безпосередній вплив.

Джерела негативного впливу на навколишнє середовище систематизовані за наступними напрямками: вплив на гідрогеологічне середовище; вплив на геологічне середовище; вплив на стан атмосферного повітря; вплив на водні об'єкти; утворення відходів; негативний вплив на земельні ресурси.

Результати експертної екологічної оцінки наслідків функціонування вугільних підприємств на різних етапах життєвого циклу з урахуванням способів їх ліквідації приведені в табл. 1 і 2.

Таблиця 1 – Експертна оцінка екологічних та техногенних наслідків функціонування вугільних шахт

Види впливу	Об'єкти впливу				
	Атмосфера	Гідросфера	Літосфера	Ґрунти	Біота
Зниження стійкості та міцності гірських порід	0	2	3	2	1
Деформація масиву гірських порід	0	3	3	3	3
Просідання земної поверхні	0	3	3	3	3
Водонасичення масиву гірських порід	0	3	3	2	2
Порушення гідрологічного режиму	0	3	3	3	2
Виснаження водоносних горизонтів	0	3	2	3	2
Забруднення поверхневих водних об'єктів	0	3	2	1	2
Міграція забруднюючих речовин	2	2	2	2	2
Змішування шахтних вод з питними водами підземних горизонтів	0	3	1	2	2
Підтоплення та заболочування земель	0	3	3	3	3
Відведення земель під породні відвали	1	1	3	3	2
Відведення земель під відстійники шахтних вод	0	2	3	3	2
Забруднення довкілля продуктами горіння та пиління відвалів	3	1	1	2	2
Деформації і руйнування будівель та об'єктів інфраструктури	1	2	3	3	2
Утворення вибухонебезпечних метано-повітряних сумішей	3	1	1	2	3
Виділення шахтних газів на земну поверхню	3	1	2	2	2
Погіршення стану об'єктів довкілля у вугледобувних регіонах	3	3	3	1	3

Таблиця 2 – Експертна оцінка екологічних та техногенних наслідків ліквідації вугільних шахт («сухому» та «мокрому» способах)

Види впливу	Об'єкти впливу				
	Атмосфера	Гідросфера	Літосфера	Ґрунти	Біота
Зниження стійкості та міцності гірських порід	0/0	1/3	1/3	1/3	1/2
Деформація масиву гірських порід	0/0	2/3	2/3	2/3	2/3
Просідання земної поверхні	0/0	1/3	1/3	1/3	1/2
Водонасичення масиву гірських порід	0/0	1/3	1/3	1/2	1/2
Порушення гідрологічного режиму	0/0	3/3	2/3	2/3	1/2
Виснаження водоносних горизонтів	0/0	3/3	2/2	2/3	2/2
Забруднення поверхневих водних об'єктів	0/0	2/3	2/2	1/2	2/2
Міграція забруднюючих речовин	2/2	2/2	2/2	2/2	1/2
Змішування шахтних вод з питними водами підземних горизонтів	0/0	2/3	2/3	2/2	2/2
Підтоплення та заболочування земель	0/0	1/3	1/3	1/3	1/3
Відведення земель під породні відвали	0/0	2/2	2/2	2/2	2/2
Відведення земель під відстійники шахтних вод	0/0	3/2	3/2	3/2	3/2
Забруднення довкілля продуктами горіння та пиління відвалів	2/2	1/1	0/0	1/2	1/2
Деформації і руйнування будівель та об'єктів інфраструктури	2/3	1/2	1/3	1/3	1/2
Утворення вибухонебезпечних метано-повітряних сумішей	3/3	1/1	1/1	2/2	3/3
Виділення шахтних газів на земну поверхню	2/3	1/1	2/2	2/2	2/2
Погіршення стану об'єктів довкілля у вугледобувних регіонах	2/3	2/3	2/3	2/2	2/2

Примітка: в чисельнику при «сухому» способі ліквідації вугільної шахти; в знаменнику – при «мокрій» ліквідації вугільної шахти

В результаті аналізу табл. 1 видно, що діяльність вугільної шахти негативно впливає практично на всі компоненти навколишнього середовища. Найменшого негативного впливу зазнає атмосферне повітря, джерелами негативного впливу на яке є породні відвали. Забруднення довкілля продуктами горіння і пиління породних відвалів погіршує мікроклімат шахтарських міст і селищ, затримує сонячну радіацію і, в першу чергу, частину променів ультрафіолетової складової спектру, що особливо характерно для зимового періоду року.

В результаті ліквідації шахт відбувається припинення роботи шахтних водовідливних установок, проводиться гасіння й пониження породних відвалів і териконів, розбирання будівель і споруд. Ці заходи спрямовані на зменшення негативного впливу шахти на компоненти довкілля. Але, в більшості випадків спостерігається посилення негативного впливу на навколишнє середовище.

Так при ліквідації вугільних шахт відбувається: порушення динамічного та хімічного режимів гідросфери; підтоплення земної поверхні в умовах обводнення породних масивів; активізація процесів зсуву товщі гірських порід, порушеної багаторазовою підробкою при водонасиченні; зміна фізико-механічних властивостей основ будівель і споруд при замочуванні ґрунтів; інтенсифікація газовиділення тощо.

Аналіз табл. 2 виявив, що найбільш негативний вплив на довкілля має затоплення гірничих виробок, внаслідок припинення відкачування шахтних вод. За відсутності ефективних заходів виникає: неконтрольований вихід шахтних вод на поверхню; підпір ґрунтових вод і підвищення їх рівня; підвищення мінералізації і забруднення водоносних горизонтів шахтними водами; імовірність витіснення шахтних газів на поверхню; зниження фізико-механічних властивостей гірського масиву; активація деформаційних процесів на поверхні; втрата родючого шару ґрунту внаслідок його засолення; підтоплення території тощо.

Результати аналізу особливостей впливу вугільної шахти на різних етапах життєвого циклу на компоненти навколишнього середовища наведено на рис. 1.

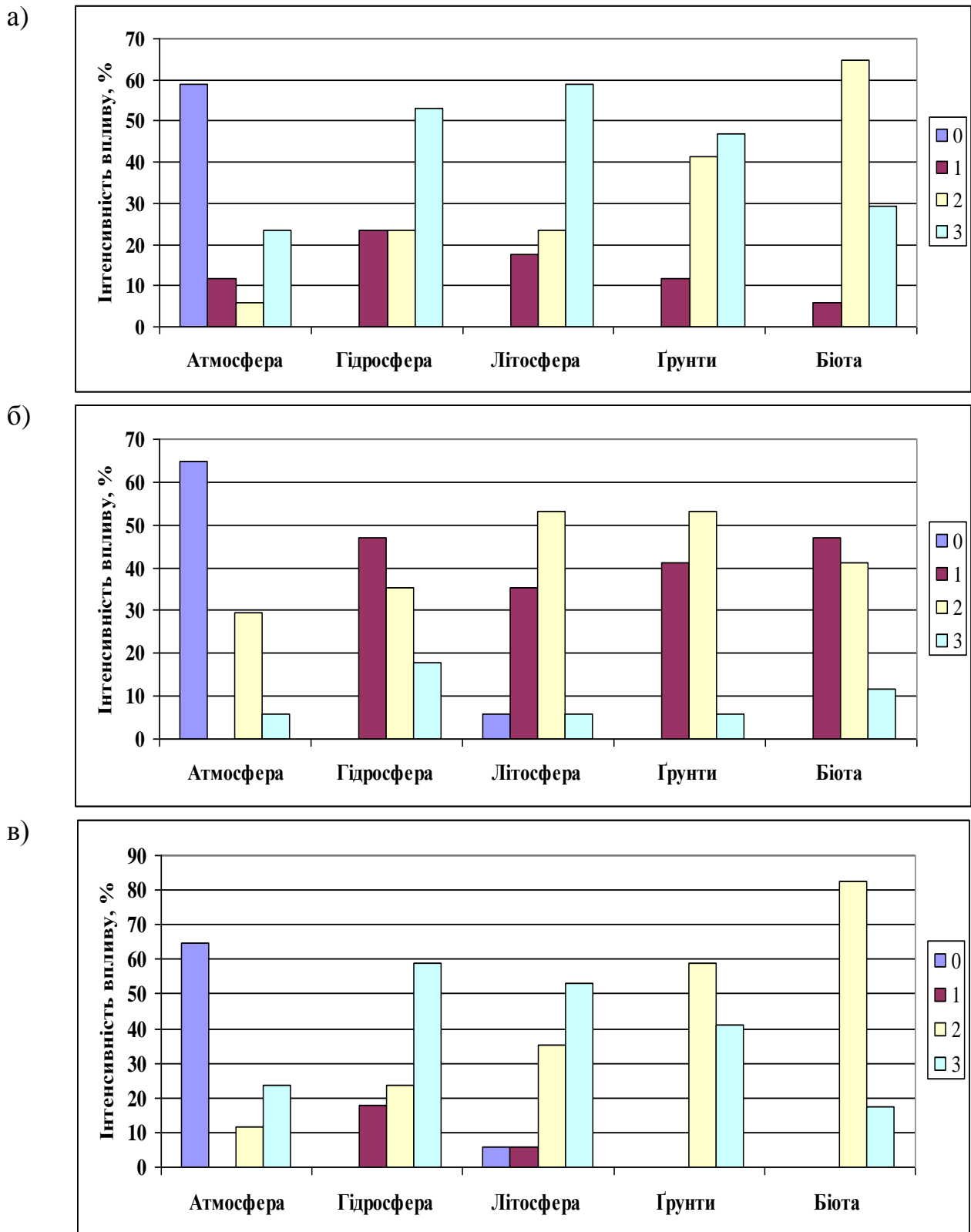
Неорганізованими виходами високомінералізованих вод можуть бути підтоплені і затоплені понижені ділянки рельєфу. У зв'язку з цим існує ризик зростання мінералізації підземних вод на водозаборах, розташованих, переважно, в долинах річок, а також збільшення мінералізації поверхневих вод водосховищ. Зміни умов формування ресурсів і якості підземних та поверхневих вод в процесі ліквідації шахт створюють високий ступінь екологічного ризику функціонування систем централізованого водопостачання.

При затопленні шахт виникає частковий або повний підйом рівнів підземних вод, що в свою чергу викликає зміни фізико-механічних, водно-фізичних, інженерно-сейсмологічних та інших властивостей породного масиву. Масове закриття шахт, розташованих в одному вугледобувному районі, може активізувати процес регіонального підвищення рівня мінералізації підземних вод, руйнування водоупорів тощо. Крім того, можливе виникнення аварійних ситуацій при раптовому прориві великого об'єму води з ліквідованих шахт в гірничі виробки сусідніх діючих шахт.

Аналіз даних рис. 1 виявив, що діяльність вугільної шахти характеризується безперервним безпосереднім впливом на гідросферу, літосферу, ґрунти та біоту. Інтенсивність впливу змінюється від 23,5 до 53 %.

«Суха» ліквідація сприяє зменшенню інтенсивності безперервного безпосереднього впливу на довкілля. Так інтенсивність впливу на різні об'єкти довкілля знаходиться в діапазоні від 5,8 до 17,7 %.

Що стосується «мокрої» ліквідації шахт, то тут спостерігається зростання інтенсивності безперервного безпосереднього впливу від 17,6 до 58,8 %.



а – діюча шахта; б – «суха» ліквідація; в – «мокра» ліквідація; 0 – вплив відсутній; 1 – мінімальний або опосередкований вплив; 2 – періодичний безпосередній або опосередкований вплив; 3 – безперервний безпосередній вплив

Рисунок 1 – Результати експертної оцінки екологічних та техногенних наслідків функціонування вугільної шахти на різних етапах життєвого циклу

Узагальнення результатів досліджень приведених в табл. 1 та 2 дозволило виконати сумарну оцінку інтенсивності впливу на навколишнє середовище діяльності шахти на різних етапах життєвого циклу (рис. 2).

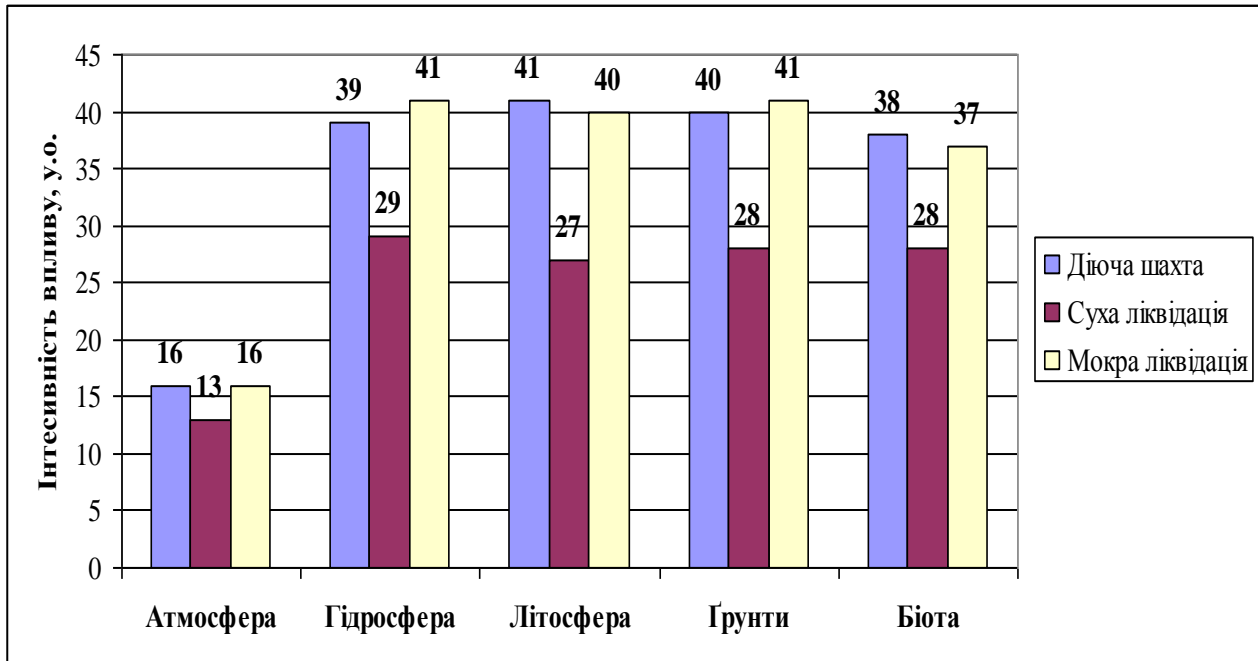


Рисунок 2 – Інтенсивність впливу вугільної шахти на навколишнє середовище залежно від етапу життєвого циклу

Аналіз даних рис. 2 виявив, що функціонування шахти завдає значного впливу практично всім компонентам навколишнього середовища. Слід відмітити, що ліквідація шахти також завдає негативного впливу на довкілля. «Суха» ліквідація сприяє зменшенню рівнів негативного впливу на більшість компонентів природного середовища. «Мокра» ліквідація має більший негативний вплив у порівнянні з «сухим» способом, причому, затоплена вугільна шахта має аналогічний рівень негативного впливу на довкілля, як і діюча шахта.

Висновки. Вугільні шахти незалежно від етапу життєвого циклу, який вони проходить, впливають на екологічний стан таких об'єктів довкілля, як атмосферне повітря, ґрунти, поверхневі та підземні води, біоту та здоров'я населення. Проте найбільш негативного впливу зазнають водні об'єкти, літосфера та ґрунти.

На територіях вугледобувних регіонів, в умовах масової ліквідації шахт необхідно впроваджувати систему ідентифікації та управління екологічними та техногенними ризиками на різних етапах життєвого циклу гірничого підприємства (нормальна робота, підготовка до закриття та післяліквідаційний період). Комплексні наукові, методичні та прикладні дослідження екологічних ризиків на територіях розміщення вугледобувних підприємств необхідні для формування сучасної інформаційної та картографічної бази екологічних даних, на основі яких необхідно розробляти управлінські природоохоронні заходи.

Своєчасна ідентифікація екологічних та техногенних ризиків, які виникають при ліквідації гірничих підприємств, дозволить розробити ефективні природоохоронні заходи, реалізація яких сприятиме покращенню умов проживання населення у вугледобувних регіонах України.

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. Попович, И.Н. Состояние и перспективы развития угольной промышленности Украины / И.Н. Попович // Уголь Украины. – № 10. – 2013. – С. 3-6.
3. Спітковський, А.І. Реалізація стохастичних моделей життєвого циклу об'єктів енергокомплексу на прикладі шахт з видобування енергетичного вугілля / А.І. Спітковський, Т.П. Нечаєва // Проблеми загальної енергетики. 2014. – №1 (36). – С. 10-18.
4. Трифонова, О.В. Управління потоками вугільної продукції та стійким функціонуванням збиткових шахт України : монографія / О.В. Трифонова, О.Ю. Кравець. – Д.: НГУ, 2014. – 202 с.
5. Gorova, A. Ecological problems of post-industrial mining areas / A. Gorova, A. Pavlychenko, S. Kulyna // Geomechanical processes during underground mining, Leiden, The Netherlands : CRC Press / Balkema: 2012, pp. 35-40.
6. Техногенные последствия закрытия угольных шахт Украины / Ю.Н. Гавриленко, В.Н. Ермаков, Ю.Ф. Кренида – Донецк, Изд-во "НОРД-ПРЕСС", 2004. – 632 с.

REFERENCES

1. Amosha, O.I., Starichenko, L.L. and Chervatskiy, D.Yu. (2013), *Stan, osnovni problemy i perspektivy vugilnoi promyslovosti Ukrainy*, [The State, Problems and Prospective of Coal Industry of Ukraine], Donetsk: IYEP NAN Ukraine, 44 p.
2. Popovich, I.N. (2013), "The State and Development Prospective of Coal Industry of Ukraine", *Coal of Ukraine*, vol. 10, pp. 3-6.
3. Spitkovskiy, A.I. and Nechaeva, T.P. (2014), "The Realization of Stochastic Models of Power Facilities' Life-cycles Illustrated by the Power Station Coal Mines", *The Problems of General Energy*, vol. 36, pp. 10-18.
4. Trifonova, O.V. and Kravets, O.Yu. (2014), *Upravlinnya potokamy vugilnoy produktsii ta stiykym funktsionuvanyam zbytkovykh shakht Ukrainy* [Control of Coal Products Flow and Sustainable Functioning of Unprofitable Mines in Ukraine : monograph], National Mining University, Dnipropetrovsk, Ukraine.
5. Gorova, A., Pavlychenko, A. and Kulyna, S., (2012), "Ecological problems of post-industrial mining areas", *Geomechanical processes during underground mining*, Leiden, The Netherlands, CRC Press / Balkema, pp.35-40.
6. Gavrilenko, Yu.N., Ermakov, V.N. and Krenida, Yu.F. (2004), *Technogennyye posledstviya zakrytiya ugolnykh shakht Ukrainy: monografiya* [Technological Effects of the Closure of Coal Mines in Ukraine: monograph], Nord-Press, Donetsk, Ukraine.

Про автора

Павличенко Артем Володимирович, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри екології, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (ДВНЗ «НГУ»), Дніпропетровськ, Україна, kafedra_ecology@ukr.net

About the author

Pavlychenko Artem Volodymyrovych, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of ecology department, State Higher Educational Institution «National Mining University» (SHEI «NMU»), Dnepropetrovsk, Ukraine, kafedra_ecology@ukr.net

Аннотация. Многолетняя добыча угля привела к нарушению экологического равновесия и ухудшению условий проживания населения в угледобывающих регионах. Нагрузка на окружающую среду, создаваемая деятельностью шахт на всех этапах функционирования, яв-

ляется одним из главных факторов, который необходимо учитывать при определении направлений дальнейшего развития угольной отрасли Украины.

Проведена идентификация экологических рисков, возникающих как на стадии разработки угольного месторождения, так и при различных способах ликвидации угледобывающих предприятий. Для каждого этапа функционирования горного предприятия определены факторы, оказывающие наиболее неблагоприятное воздействие на компоненты окружающей среды. Своевременное выявление экологических рисков, возникающих при «мокром» и «сухим» способах ликвидации горных предприятий, позволит разработать и внедрить эффективные природоохранные мероприятия.

Идентификация экологических рисков на различных этапах жизненного цикла угольного предприятия позволяет сформировать информационную и картографическую базу данных, на основе которой будут реализовываться управленческие природосберегающие решения.

Ключевые слова: угольная шахта, ликвидация шахт, загрязнение, экологический риск.

Abstract. The long-term coal mining caused the ecological disequilibrium and worsening of living conditions of coal mining regions residents. Environmental load caused by mines in the different stages of operation is one of the most important factors to be considered while determining the ways of future development of coal industry in Ukraine.

The ecological risks emerging both on the stage of coal deposit mining and under the conditions of coal mining enterprises liquidation were identified. Each stage of operation was described from the point of view of factors of negative influence on the environmental components. The timely detection of ecological risks emerging under the conditions of 'wet' and 'dry' ways of mining enterprises liquidation will allow the development and implementation of effective nature-conservative measures.

The identification of ecological risks on different stages of coal enterprise life-cycle allows formation on informational and cartographic database for management nature-conservative decisions.

Keywords: coal mine, mines liquidation, pollution, ecological risk.

Статья поступила в редакцию 19.01.2015

Рекомендовано к печати д-ром технических наук Бунько Т.В.