
ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 502.1/504.61:622

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-4-27-7>

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ТЕХНОЕКОСИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ РАЙОНІВ ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ ДОНБАСУ

Лунова О.В.

к. техн. н., доцент

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, 02000, м. Київ

e-mail: Oksaynalunova@gmail.com

Вугільні регіони України характеризуються густанаселеністю та надзвичайно високою насиченістю промисловими об'єктами. На відпрацьованих територіях мешкають 20% місцевого населення України, а обсяги масового житлового будівництва за останні два десятиріччя досягли 30%. Довготривале інтенсивне використання ресурсів надр вугільних басейнів України призвело до істотних екологічних змін навколишнього середовища. Головними чинниками негативного впливу є: надзвичайно висока концентрація гірничовидобувних підприємств та високий рівень виробленості переважної більшості вугільних родовищ. Не дивлячись на зміни екосистем все знаходилося в стані так званої визначеної рівноваги. Але масове закриття вугільних шахт та руйнація об'єктів інфраструктури, яка посилилась за останні п'ять років у зв'язку з військовими діями, суттєво порушило екологічну рівновагу. Це призвело до небезпечних змін стану довкілля на Сході України. На значних територіях Донецької та Луганської областей практично відсутня можливість екологічного оцінювання територій техноекосистем. На прикладі найближчих до лінії розмежування об'єктів техноекосистем вугільних родовищ шахт ДП «Торецьквугілля» та шахт Північного та Південного крила Центрального району Донбасу проаналізовані елементи довкілля, які зазнали негативного впливу (атмосфера, гідросфера та літосфера). В роботі розроблено схему трансформації екосистем в техноекосистеми та модель оцінки екологічних ризиків техноекосистем в межах районів вугільних родовищ. За результатами дослідження з'ясовано, що добувна діяльність зумовлює зміни екологічного стану техноекосистем, де ступінь екологічної небезпеки є високим (16–25 балів). Масштаби забруднення параметрів довкілля, що є складовими техноекосистеми в межах діяльності ДП «Торецьквугілля» досягли значних обсягів: викиди в атмосферне повітря парникових газів CH_4 – 1,4 млн. m^3 /рік та CO_2 – 9,5 тис. m^3 /рік; скиди шахтної води в водне середовище з вмістом солі 2,5 т/рік; вилучені земельні ресурси 214,29 га. Виходячи з цього розроблені заходи щодо поліпшення екологічної ситуації за рахунок прийняття управлінських рішень. Надані рекомендації та напрями зниження екологічних ризиків вугільних родовищ з метою мінімізації їх впливу на техноекосистеми. *Ключові слова:* гірничодобувна техноекосистема, збалансоване функціонування, моніторинг, шахта, Донбас.

Ecological Risks Assessment of Tecno-Ecosystem by the Case of the Mining Fields of Donbas. Lunova O.V. Substantial changes of environment can be caused by the long-term resources utilization of coal basins of Ukraine. As the main influencers of negative impact are considered the following: high density of mining facilities and the deterioration of equipment. Putting aside the fact that the ecological system got some fundamental changes, this complex was staying in so called state of balance. The massive shutdown of mining enterprises and destruction of infrastructure facilities, which was strengthened last five years due to the combat activity, significantly shifted this balance. It resulted in unsafety changes of environment in the East of Ukraine. Large areas of Donetsk and Lugansk regions almost do not have any practical mechanisms to estimate the ecological situation. Some of the mining facilities of Donetsk region including state enterprise "ToretskVugillya", mining enterprises of Nord and South branches of central Donetsk region, which are situated nearest to the delimitation line and got the most expressive damage, were analyzed in this study. In the current research the authors developed the approach allowing to convert ecosystem to tecno-ecosystem and the corresponding model enabling the assessment of ecological risks at mining regions. The contamination extent of the environment at the surrounding area of enterprise ToretskVugillya reached substantial level: air emission of greenhouse gas CH_4 1.4 million m^3 per year, CO_2 – 9.5 thousand m^3 per year, mining salt-water discharge into the water environment 2.5 tons per year, detached land resources 214.29 hectares. Taking the aforementioned into account the authors developed the measures aiming to improve the ecological statement by means of management decisions; and the recommendations allowing reducing the level of ecological pollution at mining enterprises in order to minimize their influence to tecno-ecosystem. *Key words:* mining tecno- ecosystem, balanced functioning, monitoring, mine, Donbas.

Вугільні регіони України характеризуються надзвичайно високою насиченістю промисловими об'єктами: гірничодобувні та переробні, металургічні, енергетичні, хімічні та інші, які є найбільш

густанаселеними. На досліджуваних територіях мешкають 20% місцевого населення України, а обсяги масового житлового будівництва тут за останні два десятиріччя досягли 30%. Довготривале

інтенсивне використання ресурсів надр вугільних басейнів України призвело до істотних екологічних змін навколишнього середовища через негативний вплив надзвичайно високої концентрації гірничовидобувних підприємств з високим рівнем виробленості переважної більшості вугільних родовищ.

Масове закриття вугільних шахт та руйнація об'єктів інфраструктури, які посилились з початком військових дій в Луганській та Донецькій областях суттєво порушує екологічну рівновагу на цих територіях та призводить до небезпечних змін стану навколишнього природного середовища на площі близько 30 тис. км². До основних технічних та екологічних проблем слід віднести знищення ландшафтів, рослинності внаслідок вибухів та використання військової техніки; затоплення шахт та можливість виходу високомінералізованих шахтних вод на поверхню з утворенням підтоплених територій; забруднення підземних вод; припинення роботи очисних споруд та пошкодження сховищ токсичних та радіоактивних відходів; забруднення атмосферного повітря та ґрунтів хімічними продуктами вибухів боєприпасів. Отже, на значних територіях цих областей практично відсутня можливість екологічного оцінювання територій техноекосистем (techno-ecosystem, TES).

Актуальність дослідження. Робота виконана відповідно до цілі 4 «Зниження екологічних ризиків з метою мінімізації їх впливу на екосистеми...» Закону України «Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року», основним завданням якої є розв'язання екологічних проблем, відновлення та збереження навколишнього природного середовища Донбасу, запровадження управління екологічним ризиком на основі його моделювання в режимі реального часу із залученням новітніх інформаційних технологій з метою захисту природних екосистем.

Мета роботи – розроблення науково-методологічних основ оцінки екологічних ризиків для мінімізації їх впливу на TES та підвищення рівня екологічної безпеки порушених вугледобувними підприємствами територій.

Об'єкт досліджень – процеси формування екологічних ризиків техноекосистем Донбасу з урахуванням впливу неконтрольованих владою небезпечних підприємств у сучасних умовах.

Екологічний стан більшості вугледобувних підприємств є критичним, а розширення масштабів порушення навколишнього середовища надалі випереджає ріст об'ємів та підвищення ефективності природоохоронних робіт. Негативні наслідки результатів гірничої діяльності безпосередньо пов'язані зі складним технологічним процесом видобутку корисної копалини. Вивчення та прогнозування небезпечних геологічних процесів та явищ є важливою складовою забезпечення екологічної безпеки території, зокрема, оцінка напружено-деформованого стану порід у місцях розвитку геомеханічних та інженер-

но-геологічних порушень і аналізу геохімічних змін у місцях накопичення гірничих відходів [3, 4].

Техноекосистеми є функціональними територіальними одиницями нообіогеоценозів, які включають підсистеми нооценозу (засоби праці, суспільство, предмети праці), біоценозу (зоо-, фіто-, мікробіоценоз) і екотопу (атмосфера, ґрунти, надра, гідросфера). *TES гірничовидобувного виробництва* є складною природно-техногенною системою, що містить ряд джерел антропогенного впливу на навколишнє середовище. Цей вплив є об'єктом кількох видів моніторингу: земля, ґрунти, атмосфера, поверхневі та підземні водні об'єкти тощо. Важливим параметром техногенного впливу є його часова протяжність (для шахт – розвідка, проектування, будівництво, експлуатація, ліквідація тощо).

В рамках НДР «Моніторинг виконання природоохоронних робіт та екологічного стану природного довкілля діючих та ліквідованих вугільних підприємств, розроблення пропозицій щодо його поліпшення» проведено ідентифікацію екологічних загроз та їх територіальну структуру як підґрунтя формування екологічної безпеки в умовах збройного конфлікту. Проаналізовано методи оцінки ризиків та загроз природного, техногенного й воєнно-техногенного походження. В формуванні ідентифікації екологічних загроз взяли участь 50 шахт за даними на 2018 рік [1].

На рис. 1 показано шахти північного й південного крила Центрального району Донбасу (ЦРД) на непідконтрольній українській владі території державні підприємства (ДП) вугільних шахт на підконтрольній території поблизу лінії розмежування.

Як приклад, розглянемо на рис. 2 найближчі до лінії розмежування об'єкти техноекосистем вугільних родовищ шахт ДП Торецьквугілля, яке розташоване на відстані 3 км, та шахт ЦРД – шахта Ізотова та шахта Комсомолець – на непідконтрольній території на відстані 1,3 та 4 км відповідно.

Об'єктами техноекосистем є населені пункти, сільськогосподарські угіддя, природні водойми і гідрографічна мережа та система споруд шахтного комплексу, яка включає поверхневі об'єкти (пром-майданчик, ставки накопичувачі шахтних вод, терикони) та підземний комплекс шахти (система гірничих виробок з обладнанням та комунікаціями).

Основні елементи довкілля, які зазнали негативного впливу запланованої діяльності (добування) на прикладі ДП «Торецьквугілля» наведено в таблиці 1.

Літосфера – елемент довкілля, який зазнає негативного впливу. На рис. 3 наведено розподіл земельного відводу ДП «Торецьквугілля» станом на червень 2019 р. з накопиченням породи в відвалах 60300,63 тис. т. – всього 2 діючих та 9 недіючих породних відвалів.

Атмосфера – елемент довкілля, який зазнає негативного впливу. Викиди в атмосферне повітря парникових газів становлять CH_4 – 1,4 млн. м³/рік та CO_2 – 9,5 тис. м³/рік. (рис. 4).

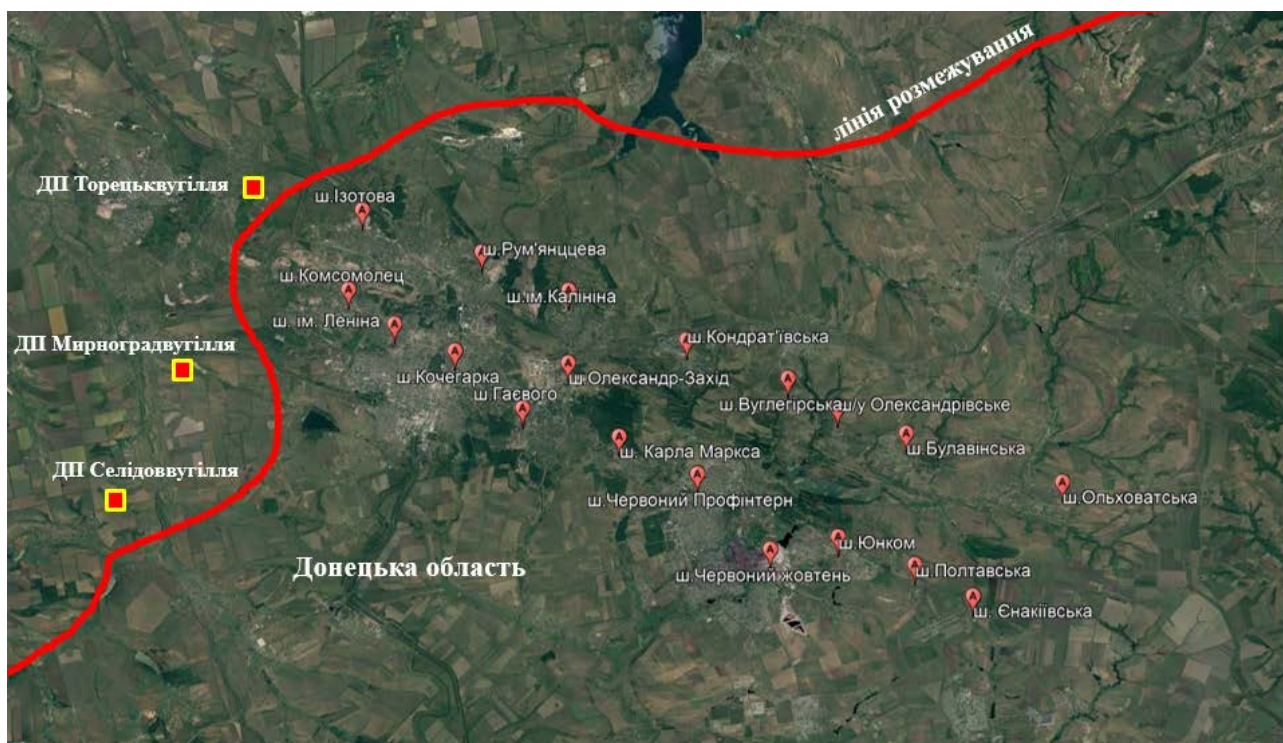


Рис. 1. Шахти Північного та Південного крила Центрального району Донбасу

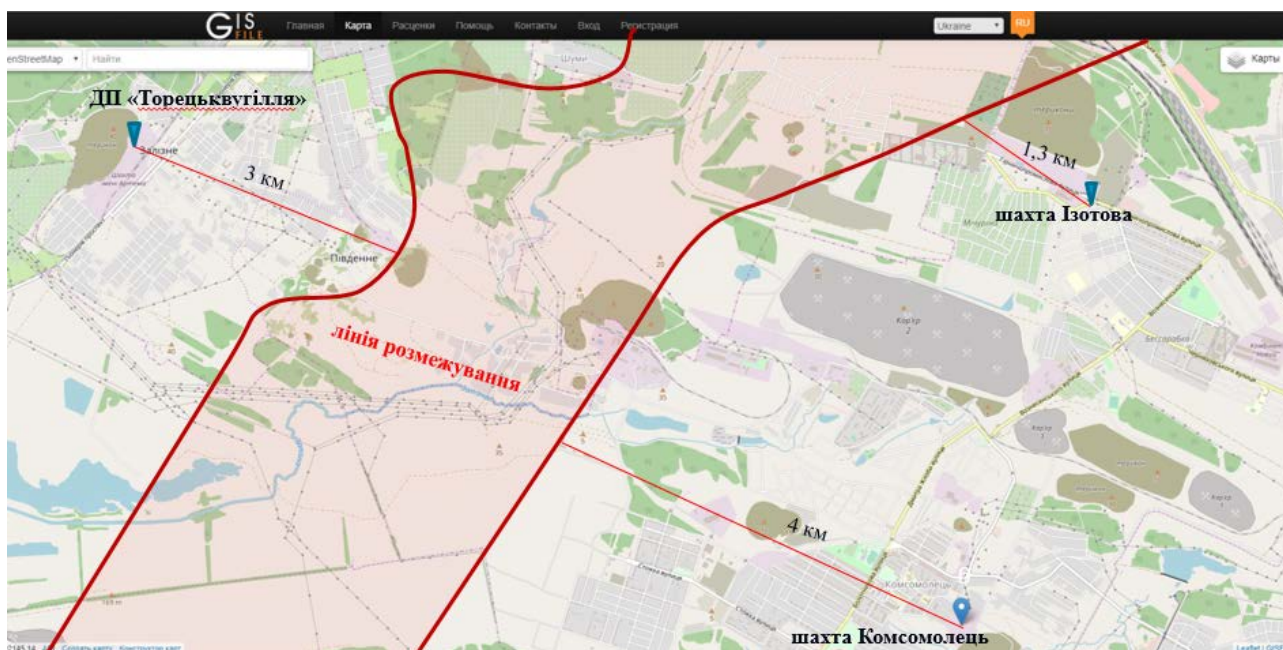


Рис. 2. Об'єкти техноекосистем вугільних родовищ поблизу лінії розмежування

Таблиця 1

Елементи довкілля, які зазнали негативного впливу

Виробниче об'єднання	Вугільні шахти	Елементи довкілля, які зазнали негативного впливу
ДП «Торецьквугілля»	<p>Діючі: ВП «шахта «Центральна» ВП «шахта «Торецька» Готуються до ліквідації: ВП «шахта «Північна» ВП «шахта «Південна»</p>	<p>Літосфера (відчуження земель, складування відходів у терикони) Гідросфера (скид шахтних вод, санітарні стоки, підтоплення) Атмосфера (викиди забруднюючих речовин SO₂, CO₂, CH₄)</p>

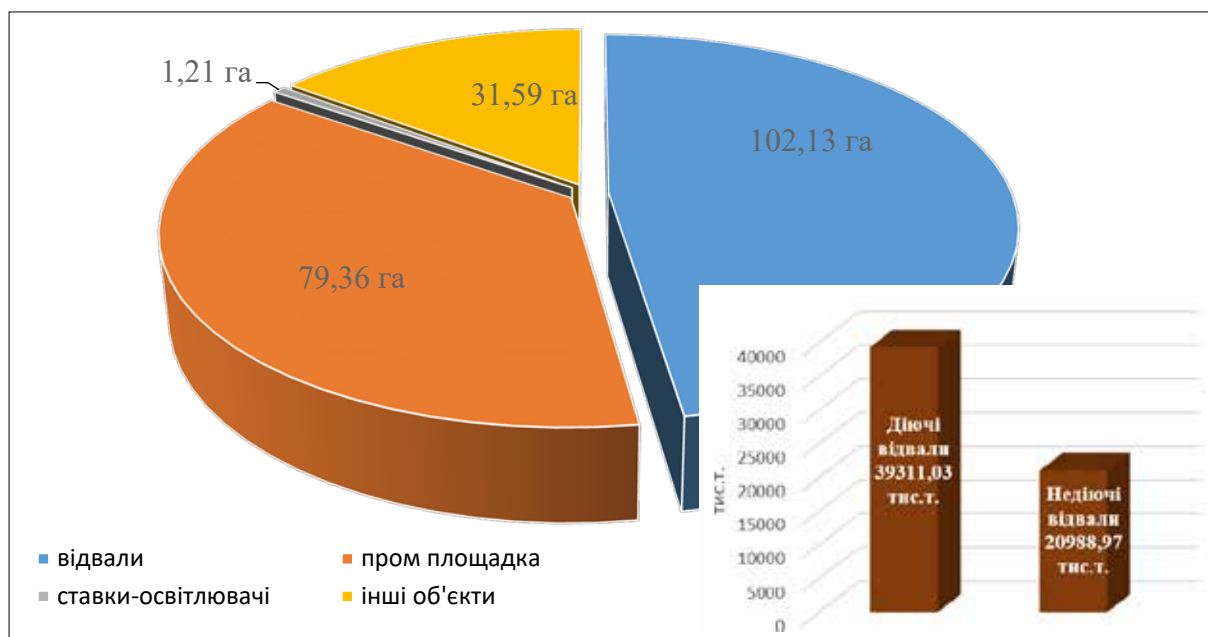


Рис. 3. Розподіл земельного відводу ДП «Торецьквугілля» (всього 214,29 га)

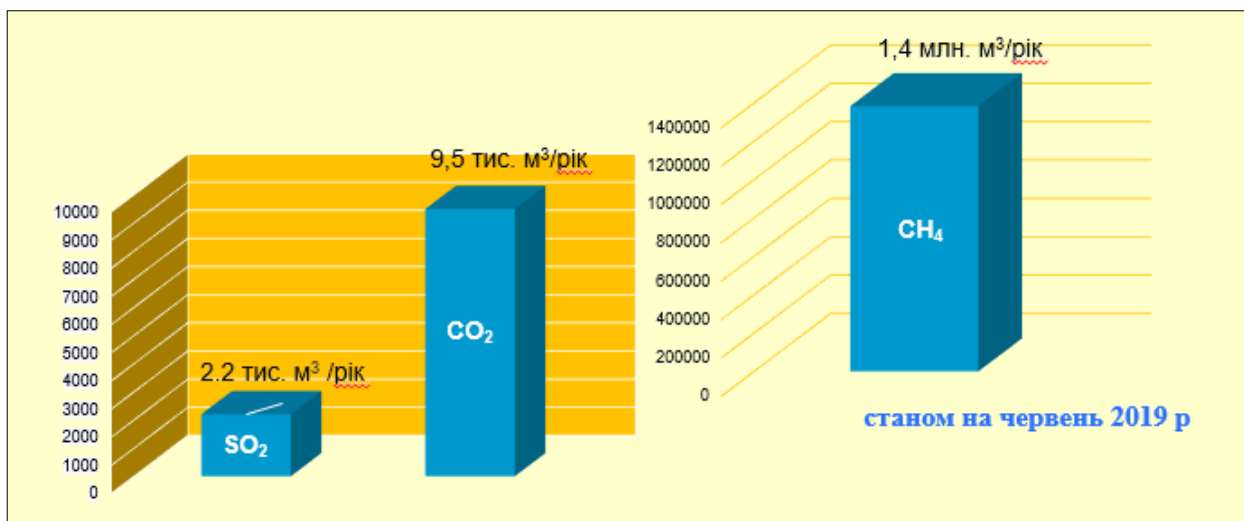


Рис. 4. Викиди в атмосферне повітря парникових газів ДП «Торецьквугілля»

Гідросфера – елемент довкілля, який зазнає негативного впливу. На рис. 5 представлена техноекосистема шахт Південного та Північного крила ЦРД на непідконтрольній українській владі території. На водне середовище впливає як експлуатація шахт (дренування підземних вод, відкачування мінералізованих ш.вод) та закриття (забруднення, зміна напрямів потоку та утворення підтоплених територій).

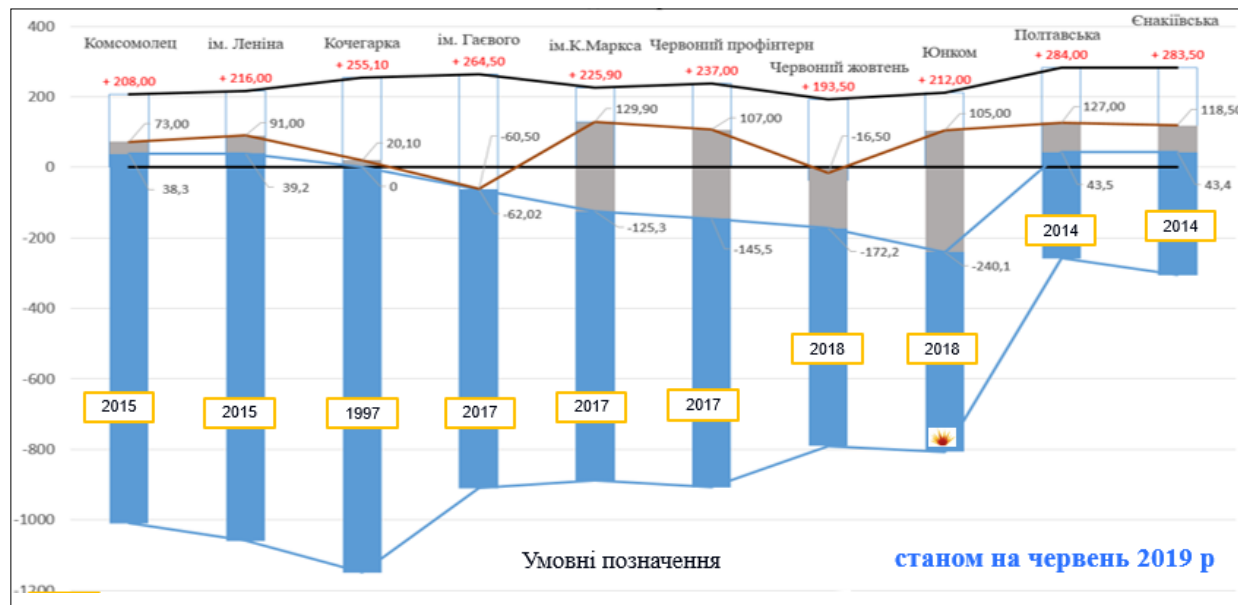
Результати аналізу рівнів шахтних вод у процесі активного затоплення вугільних шахт Центрального району Донбасу станом на червень 2019 року свідчать про стійку тенденцію до їх підвищення, проте з різною швидкістю. З великою ймовірністю можна стверджувати, що продовжуватимуться процеси підтоплення й затоплення, а також водонасичення і зниження міцності ниж-

ніх горизонтів поряд із проявом осадів та деформацій земної поверхні.

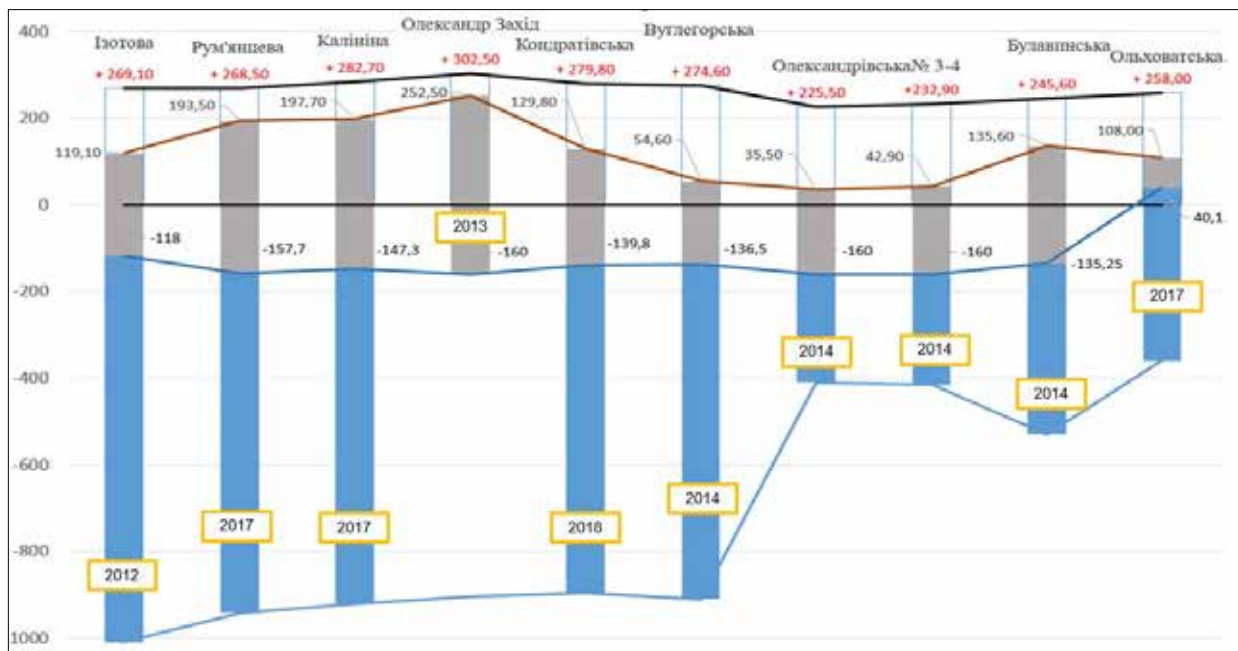
У роботі розроблено модель оцінки екологічних ризиків техноекосистем у межах районів вугільних родовищ (рис. 6).

Екологічний ризик складається з природного і техногенного ризиків, які формують найбільш несприятливі наслідки для функціонування техноекосистеми «масив – технологія – підземна споруда – навколишнє середовище».

Оцінка ризику передбачає перелік кроків, що дозволяють враховувати вплив основних чинників небезпеки. Для оцінки ризику R використано модель (за Г.В. Лисиченко), яка пов'язує ймовірність виникнення негативних подій P_i та можливих збитків W_i у результаті цих подій:



а)



б)

Рис. 5. Техноекосистема шахт а) Південного та б) Північного крила ЦРД станом на червень 2019 р.

$$R = \sum_i P_i W_i \quad (1)$$

Якщо $i=1$, то $R=PW$, то слід вважати, що треба зауважити, що $0 \leq P \leq 1$.

За формулою можна пояснити невизначеність можливої події, що призводить до небажаних наслідків та результати цих наслідків.

Експертна оцінка рівня загрози екологічній безпеці складовими техноекосистеми по конкретними вугільних підприємствах за даними Міненерговугілля в сучасних умовах. За результатами аналізу отриманих даних можна зробити висновок, що загальне погіршення стану кожної складової ТЕС, тобто підвищення рівня їх еколо-



Рис. 6. Модель оцінки екологічних ризиків техноосистем районів вугільних родовищ

Таблиця 2

Шкала комплексної оцінки ступеня екологічної небезпеки

Діапазон комплексних оцінок, бали	Ступінь екологічної небезпеки
0–7	Низька (практично безпечна)
8–15	Середня (помірна)
16–25	Висока (катастрофічна)

гічної небезпеки на територіях вугледобувних регіонів, доцільно кількісно оцінювати за середніми балами, що визначаються по окремих конкретних підприємствах. У зв'язку з цим розроблена шкала комплексної оцінки рівня екологічної небезпеки (табл. 2) на основі моделі зниження екологічних ризиків (рис. 7).

Для графічного відображення результатів експертного оцінювання рівня загрози екологічній безпеці техноосистем вугільних шахт побудована діаграма Парето (рис. 7).

Для складових техноосистем конкретних вугільних підприємств в сучасних умовах показано стовбчасті гістограми за 5-бальною шкалою, а в цілому для довкілля у вугледобувних регіонах. Графіки з маркерами за 25-бальною шкалою, що одержані як результат сумування відповідних стовбчастих гістограм.

Діаграма Парето (рис. 7) достатньо повно ілюструє високі (катастрофічні) екологічні ризики, які вимагають термінового втручання та допомоги фахівців. Це проведення термінового незалежного комплексного екологічного моніторингу районів як на тимчасово окупованій території окремих районів Донбасу в умовах бойових дій, так і в подібних інших регіонах України –

з'ясування причин, джерел і обсягів забруднення НПС, складання екологічних паспортів на найбільш небезпечні об'єкти і території, розробка програм і планів по нейтралізації небезпечних екологічних ситуацій.

У межах виконання НДР «Розробка методики застосування ортотрансформованих космічних знімків для оцінки стану навколишнього середовища» розроблено методику застосування ортофотопланів за матеріалами космічного знімання [2, 5, 6]. Дослідженнями підтверджено актуальність, наукову та практичну цінність використання дистанційних методів вивчення екологічного стану великих територій земної поверхні, зокрема із залученням інформації від радарних та оптичних супутників ДЗЗ.

На основі розробленої методики в рамках роботи з OSCE Project Coordinator in Ukraine було проведено оцінку зміщень земної поверхні та об'єктів за супутниковими радарними даними Донецької області для визначення місць концентрованих деформацій земної поверхні, проведення високоточної оцінки вертикальних зміщень об'єктів і територій з використанням інтерферометричної обробки супутникових радіолокаційних даних за період з 2016 по 2018 рр. [7].

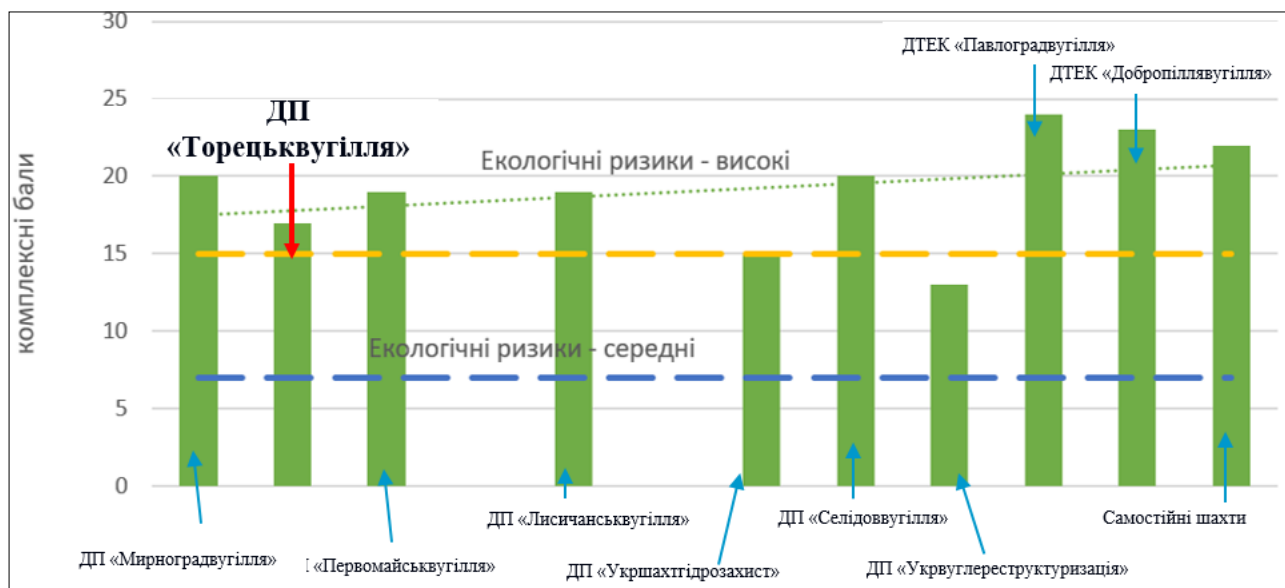


Рис. 7. Загрози екологічній безпеці (за Парето)

Усього виявлено 20 зон просідань та 4 зони підвищення. Виявлено найбільші просідання «критичні» і «аварійні» земної поверхні у зонах з максимальною середньою швидкістю осідання 257 мм/рік.

Висновки. За результатами виконаних досліджень доведено, що добувна діяльність зумовлює зміни екологічного стану техноекосистем, де ступінь екологічної безпеки є високим (16–25 балів).

Масштаби забруднення параметрів довкілля, що є складовими техноекосистеми в межах діяльності ДП «Торецьквугілля», досягли значних обсягів:

- викиди в атмосферне повітря парникових газів CH_4 – 1,4 млн. m^3 /рік та CO_2 – 9,5 тис. m^3 /рік;
- скиди шахтної води в водне середовище з умістом солі – 2,5 т/рік;
- вилучені земельні ресурси 214,29 га.

На основі застосування методів експертних оцінок та розрахунків екологічного ризику розроблено реко-

мендації та напрями впровадження щодо зниження екологічних ризиків ТЕС вугільних родовищ для мінімізації їх впливу на техноекосистеми та переходу техноекосистем вугільних родовищ до еколого-збалансованого функціонування. Рекомендації містять:

- класифікацію джерел за рівнем екологічної безпеки;
- передбачають створення Центру з вирішення проблем еколого-ресурсного відновлення техноекосистем районів вугільних родовищ;
- напрями удосконалення структури екологічного моніторингу Донбасу;
- методику складання екологічних паспортів на небезпечні об'єкти і території;
- систематизацію наявних даних про стан довкілля – підсистема DEIS;
- розробку програм і планів по нейтралізації небезпечних екологічних ситуацій.

Література

1. Бондар О.І., Єрмаков В.М., Улицький О.А., Луньова 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 0116U005852 / Міненерговугілля, м. Київ. 2018. 52 с.
2. Бондар О.І., Мілехін П.О., Улицький О.А., Єрмаков В.М., Луньова О.В. та ін. Звіт про науково-дослідну роботу «Розробка методики застосування ортогортрансформованих космічних знімків для оцінки стану навколишнього середовища» № ДР 0118U005460, м. Київ. 2018. 164 с.
3. Луньова О.В. Моделювання сценаріїв розвитку техноекосистем // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпро, 2019. Вип. 142.
4. Луньова О.В. Методологія вибору технологічних рішень оптимізації функціонування техноекосистем // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпро, 2018. Вип. 141.
5. Ulytsky O. Environmental risks and assessment of the hydrodynamic situation in the mines of Donetsk and Lugansk regions of Ukraine / O. Ulytsky V. Yermakov, O. Lunova, O. Buglak // Journal of Geology, Geography and Geocology Vol. 27 (2). Dnipro. 2018. P. 368–376. doi:https://doi.org/10.15421/111861
6. Улицький О.А. Розроблення алгоритму класифікації потенційно небезпечних об'єктів за галузями промисловості та їх впливом на природне середовище / О.А. Улицький, В.М. Єрмаков, О.В. Луньова, П.О. Мілехін // Екологічні науки: науково-практичний журнал. К.: ДЕА, 2019. № 1 (24) Т. 2. С. 12–19.
7. Review of the main factors influencing the state of surface and underground waters of the Seversky Donets basin in the context of hostilities / Text: N. Denisov with contributions from Alla Yushchuk, Viktor Yermakov, Oleh Ulytskyi, Oksana Lunova, Yurii Nabyvanets... // This publication has been prepared under the project “Assessment of Environmental Damage in Eastern Ukraine,” implemented by the OSCE Project Co-ordinator in Ukraine with financial support from the Governments of Austria and Canada and in cooperation with Zoë Environment Network (Switzerland). Kyiv: VAITE, 2018. 47 p.