

**МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ  
УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ  
ТА УПРАВЛІННЯ**

**ЛУНЬОВА ОКСАНА ВОЛОДИМИРІВНА**



УДК 502.1/504.06: 622

**РОЗВИТОК НАУКОВИХ ОСНОВ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ  
БЕЗПЕКОЮ ПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ ВУГЛЕВИДОБУВНИХ  
ПІДПРИЄМСТВ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНУ ДОНБАСУ**

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

**Київ – 2020**

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в ДЗ «Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління» (м. Київ).

**Науковий  
консультант:**

доктор технічних наук, доцент,

**Єрмаков Віктор Миколайович**

ДЗ «Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління» заст. директора Навчально-наукового інституту екологічної безпеки та управління, професор кафедри екологічної безпеки, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

**Офіційні  
опоненти:**

доктор технічних наук, старший науковий співробітник,

**Забулонов Юрій Леонідович**

директор ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища» НАН України, член-кореспондент НАН України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

доктор технічних наук, професор,

**Петрук Василь Григорович**

Вінницький національний технічний університет МОН України, директор Інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля, професор кафедри екології та екологічної безпеки, Заслужений природоохоронець України

доктор технічних наук, старший науковий співробітник

**Триснюк Василь Миколайович**

завідувач відділу досліджень навколишнього середовища Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

Захист відбудеться *20 серпня 2020 р. об 11.00 годині* на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.880.01 у Державній екологічній академії післядипломної освіти та управління за адресою: 03035, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління за адресою: 03035, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2 та на сайті [www.dea.edu.ua](http://www.dea.edu.ua).

Автореферат розіслано *18 липня 2020 р.*

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради Д 26.880.01



Т.Г. Іващенко

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність роботи.** Тривалий час розвиток в Україні характеризувався незбалансованим споживанням природних ресурсів, низьким пріоритетом екологічних питань, що не давало можливості досягти еколого-збалансованого розвитку. Першопричиною екологічних проблем нашої держави є переважання техноекосистем з ресурсо- та енергоємними галузями промисловості які негативно впливають на навколишнє середовище.

Вуглевидобувні регіони України відзначаються високим показником за промисловими об'єктами: гірничодобувними та переробними, металургічними, енергетичними, хімічними та іншими. Ці райони є також найбільш густонаселеними. На територіях, де проводяться гірничодобувні роботи мешкають приблизно 20 % місцевого населення держави, а обсяг житлової забудови за останні роки досяг 30 %.

Інтенсивне та довгострокове використання мінеральних ресурсів у вугільних басейнах України призвело до суттєвих екологічних змін у навколишньому середовищі. Основними чинниками впливу є: висока концентрація гірничодобувних компаній на незначній території, високий рівень виробленості більшості родовищ та відсутність фінансування діяльності. Масове та майже одночасне закриття вугільних шахт та знищення відповідної інфраструктури, пов'язаної з бойові діями, значно порушили екологічний баланс, що в свою чергу призвело до небезпечних екологічних змін на території площею близько 30 тис. км<sup>2</sup>. Головними технічними та екологічними проблемами є: знищення підстилаючої поверхні та рослинного покриву внаслідок вибухів та застосування військової техніки; затоплення шахт та прилеглої території і можливість відтоку мінералізованої шахтної води на поверхню з утворенням затоплених ділянок; забруднення ґрунтових вод; майже повне припинення функціонування очисних споруд та ушкодження сховищ радіоактивних та токсичних відходів; забруднення атмосфери та літосфери хімічними продуктами, які утворюються під час вибухів боєприпасів. В наслідок бойових дії, що продовжуються на великих територіях Сходу України відсутня практична можливість проведення екологічного моніторингу техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств (ПКВП).

Розвиток наукових основ управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу (ЦРД), які враховують особливості впливу чинників на процеси формування та ефективність управління їхнім екологічним станом є актуальною науковою проблемою вирішення якої є науковим підґрунтям подальшого прогресу щодо зменшення їх негативного впливу на довкілля.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана відповідно до реалізації Закону України «Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28 лютого 2019 року № 2697-VIII; Розпоряджень КМУ «Концепція реформування системи державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього середовища в Україні» від 31 травня 2017 р. № 616-р та

«Концепція реформування та розвитку вугільної промисловості на період до 2020 року від 24 травня 2017 р. № 733-р; Постанови КМУ «Державна цільова програма відновлення та розбудови миру в східних регіонах України» від 13 грудня 2017 р. № 1071; у рамках виконання науково-дослідних робіт в Інституті проблем природокористування та екології НАН України: «Розробка наукових основ збалансованого функціонування складних техноекосистем та шляхи його досягнення» (№ ДР 0107U011874) і ДЗ «Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління»: «Моніторинг виконання природоохоронних робіт та екологічного стану природного довкілля діючих та ліквідованих вугільних підприємств, розроблення пропозицій щодо його поліпшення» (№ ДР 0116U005852), «Розробка методики застосування ортотрансформованих космічних знімків для оцінки стану навколишнього середовища» (№ ДР 0118U005460), «Зменшення ризику катастроф та вразливості населення в Східній Україні» (№ ДР 0120U102504) в яких здобувачка була виконавцем.

**Ідея роботи** полягає у зниженні негативних наслідків техногенного впливу на екологічний стан промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу шляхом застосування наукових основ, які враховують особливості впливу чинників на процеси формування та ефективність систем управління їх екологічною безпекою.

**Мета роботи** – розкриття особливостей впливу чинників на процес формування екологічної небезпеки промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу в сучасних умовах як підґрунтя наукових основ управління їх екологічною безпекою.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **завдання**:

- проаналізувати національний і світовий досвід щодо оцінювання екологічного стану, а також управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств і виявити шляхи їх розвитку;

- обґрунтувати методологію, методи та методики проведення дисертаційних досліджень;

- провести дослідження з виявлення впливу технологічних процесів промислових комплексів вуглевидобувних підприємств на техноекосистеми Центрального району Донбасу шляхом ідентифікації їх основних складових та визначити особливості впливу чинників на процес формування їх екологічного стану;

- із застосуванням методу експертної оцінки обґрунтувати та розрахувати ступінь екологічної небезпеки складових техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств та оцінити екологічні ризики;

- обґрунтувати доцільність застосування та розрахувати інтегральний показник екологічного впливу на компоненти довкілля, як індикатора ступеня їх екологічної небезпеки в системі оцінювання та управління екологічною безпекою техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств;

- розробити методику застосування космічних знімків, отриманих із використанням GIS -технологій, та виявити динаміку вертикальних деформацій

земної поверхні техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу;

- спрогнозувати ступінь екологічної небезпеки промислових комплексів вуглевидобувних підприємств в реальному часі та оцінити ефективність управління екологічною безпекою Центрального району Донбасу в рамках системи DEIS;

- апробувати запропоновані управлінські рішення щодо реальних задач забезпечення екологічної безпеки на підприємствах: ДП «Об'єднана дирекція «Укрвуглереструктуризація», ВП «Західно-Українська виконавча дирекція з ліквідації шахт», ТОВ «Проектно-промисловий інститут» Донецької області, «Державний науково-дослідний проектно-конструкторський і проектний інститут вугільної промисловості «УкрНДІПроект» та в навчальних закладах: Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, Донецький національний технічний університет, Дніпровський національний університет ім. О. Гончара;

- розробити рекомендації щодо технології системи управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу, яка включає в себе методики застосування космічних знімків, інтегрального показника екологічного впливу та відповідні управлінські заходи.

**Об'єкт дослідження** – процес формування екологічного стану промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу в сучасних умовах та ефективність систем управління їх екологічною безпекою.

**Предмет дослідження** – вплив чинників на процес формування екологічного стану промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу в сучасних умовах, а також на ефективність систем управління їх екологічною безпекою.

**Методи дослідження.** У дисертації використано комплексний системний підхід, який включав як теоретичні, так і експериментальні методи. Серед теоретичних методів застосовано: системний аналіз для оцінки основних чинників формування екологічної небезпеки промислових комплексів вуглевидобувних підприємств; методи теорії надійності, статистичні методи аналізу даних при проведенні оцінки ступеня безпеки основних складових техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств, для розробки технологічних рішень використані методи технологічного аналізу та моделювання. Експериментальні методи: постійний моніторинг за станом техноекосистем з використанням геоінформаційних систем та методами дистанційного зондування Землі за допомогою даних космічної радіолокаційної зйомки для виявлення вертикальних зміщень земної поверхні; метод експертного оцінювання ступеня екологічних небезпек промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу в сучасних умовах та узагальнення результатів; геоінформаційний метод відображення інформації в реальному часі в удосконаленій системи довідки Донбасу – DEIS. Під час досліджень було застосовано метод спостереження, як елемента системи

управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств.

***Наукова новизна отриманих в дисертації результатів полягає в тому що: уперше:***

- розроблено науково-методологічні основи управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу, як домінуючого фактору регіональної екологічної політики, суть яких полягає в урахуванні впливу техногенних чинників в п'ятирічному діапазоні за умов соціальної напруженості, створенні передумови зменшення екологічних ризиків промислових комплексів вуглевидобувних підприємств на довкілля;

- розроблено методологію інтегрованого підходу до оцінки ступеня екологічної небезпеки діяльності промислових комплексів вуглевидобувних підприємств, суть якої зводиться до врахування наслідків техногенного впливу на складові техноекосистем в сучасних умовах;

- науково обґрунтовано та запропоновано алгоритм комплексного оцінювання екологічної небезпеки складових техноекосистеми (атмо-, гідро, літосфери), який дозволяє достовірно і оперативно визначити ступінь їх екологічної небезпеки; комплексну оцінку ступеня екологічної небезпеки техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств запропоновано визначати за допомогою інтегральної оцінки за 12-бальною шкалою, поділеної на три категорії впливу (просторовий масштаб, тимчасовий масштаб, інтенсивність впливу), що дозволило кількісно оцінити вплив вуглевидобувних підприємств на складові техноекосистем без та при реалізації відповідних управлінських заходів;

- встановлено закономірність впливу промислових комплексів вуглевидобувних підприємств на атмо-, гідро- та літосферу на основі моніторингу та аналізу регулярних даних, що дозволило прогнозувати рівні їх екологічної небезпеки за інтегральним показником екологічного впливу (для земельних ресурсів –  $5 \text{ CO}_2\text{-екв./га}$ , водних ресурсів –  $17 \text{ CO}_2\text{-екв./тис. м}^3$ , атмосферного повітря –  $1 \text{ CO}_2\text{-екв./т}$ ), який характеризує зміни техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств і є індикатором ступеня екологічної небезпеки територій функціонування техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств;

- виявлено, що максимальна швидкість вертикальних зміщень земної поверхні в межах Центрального району Донбасу складає до - 238 мм/рік, за розробленою автором методикою використання космічних знімків з метою виявлення впливу вуглевидобувних підприємств на динаміку змін земної поверхні відповідних техноекосистем.

***удосконалено:***

- технологію управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств, із застосуванням запропонованої методики використання космічних знімків, яка на відміну від існуючих, враховує динаміку змін концентрованих деформаційних процесів земної поверхні в

результаті ведення гірничих робіт та інтегральний показник екологічного впливу на довкілля;

**набула подальшого розвитку:**

- інформаційна система екологічного моніторингу для Донбасу (the Donbas Environment Information System – DEIS), яка дозволяє завчасно прийняти технологічні заходи щодо екологічної небезпеки з питань підтоплення шахт, деформацій земної поверхні, викидів забруднювальних речовин в атмосферу та створити передумови зменшення екологічних ризиків внаслідок функціонування техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств.

**Практичне значення і реалізація одержаних результатів** полягає у створенні передумов зниження негативних наслідків техногенного впливу на екологічний стан техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу. На основі досліджень сформовано базу еколого-технічних показників ПКВП стосовно охорони навколишнього природного середовища в сфері управління екологічною безпекою.

Результати досліджень використано:

- *«Державним науково-дослідним проектно-конструкторським і проектним інститутом вугільної промисловості «УкрНДІПроект» в проектах програм «Науково-дослідні та науково-методологічні роботи з ров'язання екологічних проблем вугільної галузі, відновлення та збереження навколишнього природного середовища» та «Запровадження управління екологічним ризиком на основі його моделювання в режимі реального часу із залученням новітніх інформаційних технологій з метою захисту природної складової техноекосистем» (акт впровадження від 31.07.2019 р.);*

- *ДП «Об'єднана дирекція «Укрвуглереструктуризація» шляхом застосування заходів, які необхідно впровадити для зниження екологічних ризиків з метою мінімізації їх впливу на техноекосистеми та науково-дослідній роботі «Природно-техногенні чинники формування екологічних ризиків техноекосистем в межах вугільних родовищ» (акт впровадження від 13.08.2019 р.);*

- *ТОВ «Проектно-промисловий інститут» Донецької області шляхом впровадження в проектну документацію при проектуванні екологічних заходів у складі проектів будівництва, реконструкції та ліквідації підприємств вугільної галузі (акт впровадження від 28.08.2019 р. № 10/104);*

- *ВП «Західно-Українська виконавча дирекція з ліквідації шахт» результати роботи впроваджені у подальшому розвитку системи моніторингу екологічного стану техноекосистем в межах вугільних родовищ. Для вугільних підприємств що ліквідуються і належать до виконавчої дирекції з ліквідації шахт західного регіону впроваджено заходи необхідні для зниження екологічних ризиків з метою мінімізації їх впливу на техноекосистеми в межах вугільних родовищ, що значно знижує витрати на їх виконання (акт впровадження від 19.08.2019 р.).*

- *Донецьким національним технічним університетом у навчальному процесі під час викладання дисциплін «Екологічна безпека», «Моніторинг довкілля» та «Захист навколишнього середовища при ліквідації підприємств паливно-енергетичного комплексу», «Техніка та технології захисту гідросфери від*

забруднень» (акт впровадження від 10.01.2020 р.)

- *Дніпровським національним університетом ім. О.Гончара* у навчальному процесі під час викладання дисциплін «Моніторинг поверхневих вод», «Водні ресурси України» при підготовці студентів за спеціальністю 103 «Науки про землю» (акт впровадження від 17.02.2020 р.)

- *Державною екологічною академією післядипломної освіти та управління* під час викладання дисциплін «Екологічна безпека», «Екологія надрокористування» «Екологічний моніторинг та засоби контролю», та «Геоінформаційні системи в екології», (акт впровадження від 19.02.2020 р.)

- *У проектах ОБСЕ та Мінекоенерго* за участі автора систематизовано наявні дані про стан довкілля та джерела екологічної небезпеки в зоні конфлікту, виконується регулярне уточнення й оновлення інформації про об'єкти промисловості та комунального господарства, які вже перетворилися на джерела серйозної екологічної небезпеки (DEIS) а також проведено дослідження стану поверхневих і підземних вод та вдосконалення системи моніторингу (огляд підготовлений ОБСЕ в 2018р. та акт впровадження 13.03.2020 р.).

**Обґрунтованість і достовірність** наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи забезпечуються конкретністю постановки задач досліджень; використанням в дослідженні комплексного підходу; обґрунтованим вибором припущень і обмежень; теоретичною послідовністю та коректністю розвинутих моделей; використанням адекватного математичного апарату; порівняльним аналізом результатів чисельних розрахунків; збіжністю теоретичних даних із результатом обчислювального експерименту.

**Особистий внесок здобувача** полягає в аналізі стану проблеми, формуванні та розробленні ідеї та теми дисертації, проведенні теоретичного обґрунтування напрямків досліджень, виконанні безпосередньо досліджень при оцінці впливу чинників на процес формування екологічного стану промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу в сучасних умовах, а також на ефективність систем управління їх екологічною безпекою, обробленні та узагальненні отриманих результатів, формулюванні висновків.

Основні наукові положення, що містяться в дисертації, отримані автором самостійно і опубліковані одноосібно [8, 10, 11, 15, 18, 19, 21, 23, 24, 25, 27, 47, 55, 58]. У публікаціях у співавторстві здобувачу належать: у роботі: [1, 9, 12] – розроблення моделі оцінки екологічного ризику та розрахунок індексу навантаження від забруднення; [2, 31, 33, 36, 37, 60] – своєчасний та постійний апдейт інформації щодо промислових об'єктів, як джерел екологічної небезпеки в умовах операції об'єднаних сил (ООС); [3, 14, 17, 61] – постановка проблеми, аналіз попереднього досвіду, розроблення методики досліджень та застосування ортотрансформованих космічних знімків для оцінки впливів об'єктів критичної інфраструктури України на стан довкілля, на прикладі Дарницької ТЕЦ та шахти «Червоноградська», висновки; [4, 29, 35] – аналіз попереднього наукового досвіду та оцінювання екологічних ризиків на територіях промислових комплексів вуглевидобувних підприємств; [5] – розрахунок інтегрального критерія оцінки загроз та ризиків фільтрувальних станцій, розташованих поблизу лінії



розмежування та оцінювання загроз і ризиків методом парних порівнянь за інтервальною шкалою Сааті; [6] – формування мети, розроблення методу оцінювання впливу антропогенних факторів на формування поверхневого стоку малих річок; [7] – розроблення ефективної, адаптованої до умов України технології газифікації відходів та вуглецевмісних матеріалів; [13] – оцінювання гідродинамічної ситуації навколо шахти № 1-3 «Новгородівська» на етапі, який сформований в умовах затоплення гірничих виробок шахти №2 «Новгородівська», а також шахт «Селидівська» та ім. Д.С. Коротченка; [16, 62] – моделювання складних техноекосистем, розроблення алгоритму формування і реалізації сценарію переходу територіальної системи природокористування на екологічно збалансований режим; [20] – аналіз річкової мережі України по основних водозборах та екологічних проблем малих річок; [22, 44 - 46, 48 - 50, 52, 53, 57, 59] – постановка проблеми, аналіз даних, висновки; [54] – постановка проблеми щодо поводження з відходами в Україні, аналіз даних, висновки; [26, 28, 51, 56] – постановка проблеми щодо питання стану водних ресурсів України, висновки; [30] – аналіз проблем та форми управління екологічною безпекою, елементи вчення про забруднення, оновлення класифікації забруднень, оцінка впливу на довкілля, контроль і управління якістю навколишнього середовища, пріоритетні неоекологічні проблеми України; [32] – розроблення методологічних підходів та схеми управління процесами екологізації добувного виробництва; [33] – розрахунок прогнозного часу досягнення дзеркала шахтних вод верхньої межі гірничих робіт на підставі фактичних даних по рівнях затоплення гірничих виробок за період 01.11.2017 – 01.07.2019 рр.; [34] – визначення параметрів процесу затоплення шахти для математичного моделювання; [38 - 42] – оцінювання ризиків і загроз об'єктів критичної інфраструктури, висновки; [43] – аналіз еколого-техногенних чинників впливу вугільних шахт довкілля та оновлення бази даних з еколого-техногенних показників діяльності вугільних підприємств за 2017 – 2019 роки; [63] – розроблення пропозицій щодо поліпшення екологічного стану природного довкілля вугільних підприємств, висновки; [64] – аналіз існуючих методологій оцінювання екологічних ризиків, та надання рекомендацій щодо заходів, спрямованих на підвищення готовності до техногенних/екологічних ризиків та їх зниження.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення теоретичних та практичних досліджень за напрямом дисертаційної роботи доповідались, обговорювались і були схвалені на міжнародних, регіональних, науково-практичних конференціях та конгресах та опубліковані у відповідних наукових виданнях, серед яких: XVII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екологічної безпеки» (м. Кременчук, 2019), VII всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (м. Вінниця, 2019), IV Міжнародна науково-практична конференція «Застосування космічних та геоінформаційних систем в інтересах національної безпеки та оборони» (м. Київ, 2019), II Всеукраїнська науково-практична конференція «Екологічна безпека: сучасні проблеми та пропозиції» (м. Харків, 2019), Міжнародна науково-практична конференція «Сучасний стан та перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-

паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації», (м. Львів, 2019), XIV-XV Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення» (м. Харків, 2018-2019), III міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи» (м. Львів, 2018), науково-практична конференція III екологічний Форум «Екологія промислового регіону» (м. Слов'янськ, 2018), міжнародна наукова конференція Форум гірників (м. Дніпро, 2018-2019), V-VI міжнародна науково-практична конференція «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування» (м. Трускавець, 2018-2019), 5-ий міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища, Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (м. Львів, 2018), VIII - IX регіональна конференція геолого-географічного факультету ДНУ ім. О. Гончара (м. Дніпропетровськ, 2016-2017), VIII міжнародна конференція «Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів» (м. Дніпропетровськ, 2015), регіональна наукова конференція «Екологічні проблеми паливно - енергетичного комплексу», (м. Донецьк, 2013), VI науково практична конференція «Донбас 2020: перспективи розвитку очима молодих вчених» (м. Москва – м. Донецьк, 2012), V регіональна конференція «Комплексне використання природних ресурсів» (м. Донецьк, 2011).

**Публікації.** Основні результати дисертації опубліковано у 64 друкованих роботах, серед яких: 7 – в виданнях України та іноземних віднесених до наукометричних баз Scopus и Web of Science, 21 – стаття у фахових виданнях МОН України (з яких - 7 в Index Copernicus), 1 – монографія, 1 – учбовий посібник, 34 – тези доповідей у матеріалах вітчизняних і міжнародних конференцій та звітів.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота викладена на 373 сторінках тексту, складається з вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків, містить 22 таблиці та 95 рисунків. У списку використаних джерел 430 найменувань.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, розкриті суть та сучасний стан наукової проблеми, сформульовані мета і завдання досліджень, визначено наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, дані про особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації, структуру і обсяг роботи.

У **першому розділі** виконано аналіз національного і світового досвіду щодо оцінювання стану та управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств, а також основних причин сучасної екологічної кризи вуглевидобувних регіонів Донбасу.

В роботі досліджена техноекосистема промислових комплексів вуглевидобувних підприємств, яка представляє собою цілісну, впорядковану сукупність природних і техногенних елементів та процесів, що функціонують як єдина система та містить ряд джерел антропогенного впливу на навколишнє середовище, а також ряд екологічних небезпек для її еколого-збалансованого функціонування.

Підходи до управління екологічною безпекою за допомогою оцінки екологічних ризиків розглядаються як вітчизняними так і зарубіжними вченими. Великий вклад у розвиток досліджень з підвищення рівня екологічної безпеки, в тому числі і гірничовидобувних підприємств, внесли такі вітчизняні вчені, як Білявський Г.О, Бондарь О.І., Гомеля М.Д., Данилишин Б.М., Єрмаков В.М., Забулонов Ю.Л., Іванюта С.П., Зберовський О.В., Качинський А.Б., Коваленко Г.Д, Копач П.І., Костенко В.К., Кравець В.В., Крайнов І.П., Лисиченко В.Г., Мальований М.С., Некос А.Н., Рудько Г.І, Скрипник О.О., Стольберг Ф.В., Суярко В.Г., Трофимчук О.М., Улицький О.А., Хміль Г.А., Хохлов Н.В., Чумаченко С.М., Шапар А.Г., Шкіца Л.Є., Шмандій В.М., Шматков Г.Г., Яковлев Є.О. В роботах іноземних фахівців Sornette D., Maillart T., Kroger W. пропонується використовувати апарат імовірнісного аналізу безпеки, заснований на моделюванні небезпек і сценарному підході. Plattner Th., Plapp T. and Hebel V. під ризиком розуміють очікуваний збиток, а облік індивідуального сприйняття ризику здійснюється шляхом введення коригуючого множника.

В процесі роботи встановлено, що ступінь екологічної небезпеки переважної більшості промислових комплексів вуглевидобувних підприємств є катастрофічним, а інтенсивність впливу, за рахунок розширення природоохоронних порушень, є потужною. Встановлення взаємодії між природними і техногенними системами відображено на схемі трансформації екосистем в техноекосистеми під впливом антропогенної діяльності (рис.1).

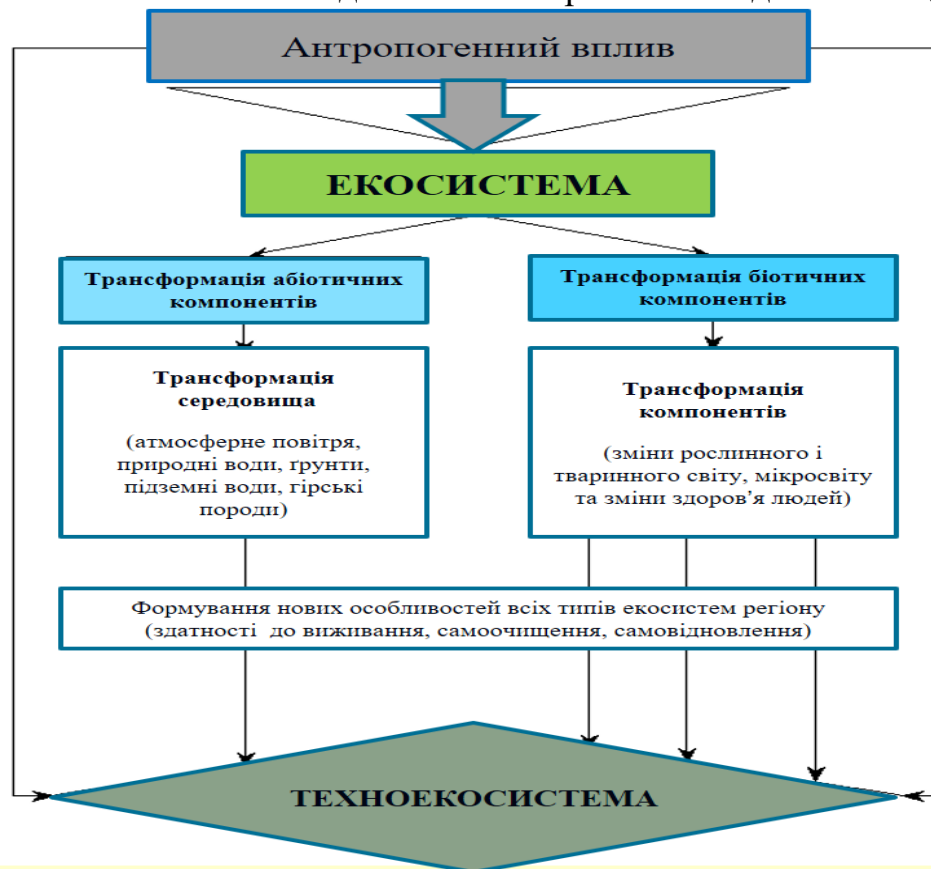


Рис. 1. Схема трансформації екосистем в техноекосистеми

В мирний час негативні наслідки результатів вуглевидобувної діяльності безпосередньо пов'язані зі складним технологічним процесом видобутку корисної копалини, а в, сучасних умовах, це посилюється за рахунок впливу неконтрольованих небезпечних підприємств в умовах соціальної напруженості. Кожна техноекосистема має певну структуру, організацію, предметний склад, має конкретні фізичні, хімічні, біологічні та інші властивості, що відрізняє її від будь-якої іншої системи. Саме існування техноекосистеми і середовища, в якому вона функціонує, обумовлене їх взаємодією.

Управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств є важливою складовою забезпечення еколого-збалансованого функціонування техноекосистем. Загальну схему моніторингу та управління екобезпекою промислових підприємств показано на рис.2.

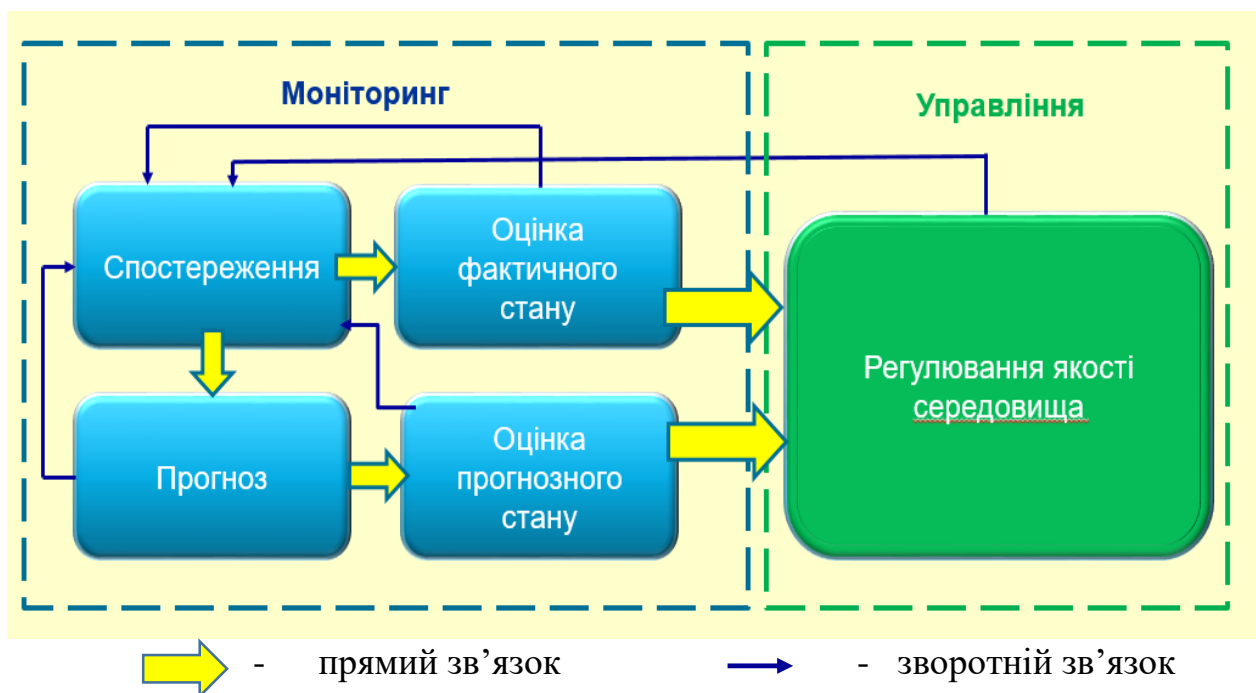


Рис. 2. Загальна схема моніторингу та управління екобезпекою

В результаті дослідження встановлено, що існуюча схема управління екобезпекою не дозволяє приймати обґрунтовані та ефективні управлінські рішення щодо досягнення еколого-збалансованого розвитку техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств.

**В другому розділі** наведено розроблену методологію проведення дисертаційних досліджень, яка включає в себе застосування теоретичних і експериментальних методів (рис. 3). Теоретичні методи аналізу і синтезу використано для узагальнення інформації, одержаної з літературних джерел, та визначення основних напрямків дослідження. Експериментальні методи використано для: експертної оцінки ступеня екологічної небезпеки за конкретними вугільними підприємствами; моделювання комплексної оцінки екологічних ризиків; постійного моніторингу за станом техноекосистем (затоплення шахт та вертикальні зміщення земної поверхні та об'єктів), особливо

на непідконтрольній українській владі території; відображення екологічної інформації в реальному часі на основі веб-технологій – Інформаційна система довкілля Донбасу (DEIS).

Запропонована схема управління зводиться до підвищення екологічної безпеки техноекосистем промислових комплексів вуглеводобувних підприємств шляхом застосування наукових основ управління їх екологічною безпекою, які враховують особливості впливу чинників на процеси формування та ефективність управління їхнім екологічним станом.

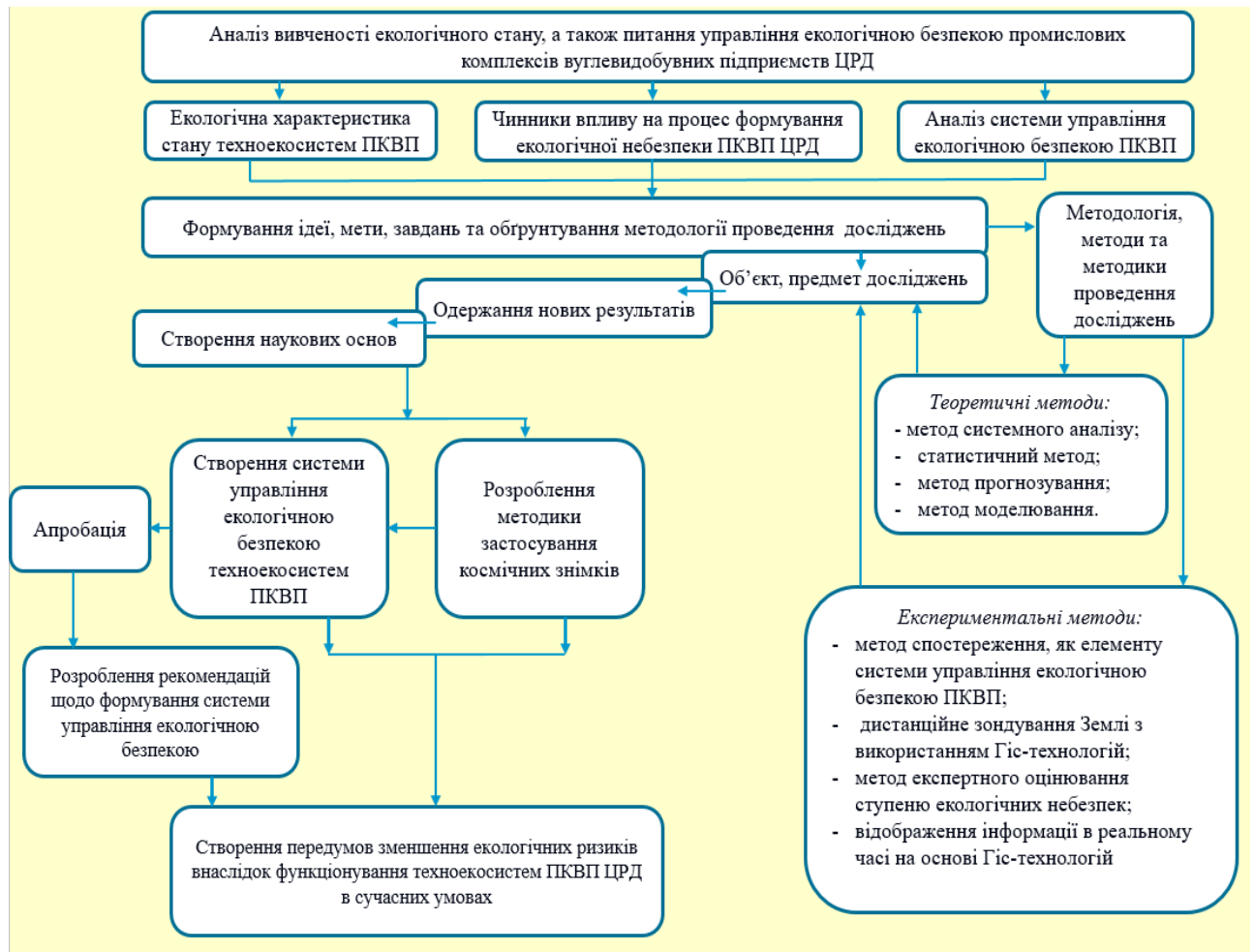


Рис.3. Методологія проведення дисертаційних досліджень

Обґрунтовано та розроблено методологію вибору технологічних рішень для забезпечення еколого-збалансованого функціонування техноекосистем з урахуванням прийняття оперативних управлінських рішень, а також методи до побудови моделі функціонування техноекосистем промислових комплексів вуглеводобувних підприємств і методику вибору компенсаційних заходів за інтегральним показником ступеня екологічної безпеки.

На основі розроблених принципів аналізу відповідності фактичних параметрів функціонування техноекосистем параметрам еколого-збалансованого розвитку запропоновано схематичне зображення функціонування промислових комплексів вуглеводобувних підприємств, яке дозволяє візуалізувати в динаміці

відносини і зв'язки модельованої системи у вигляді діаграми потоків ресурсів з вказівкою інформаційних взаємодій між об'єктами (рис. 4).

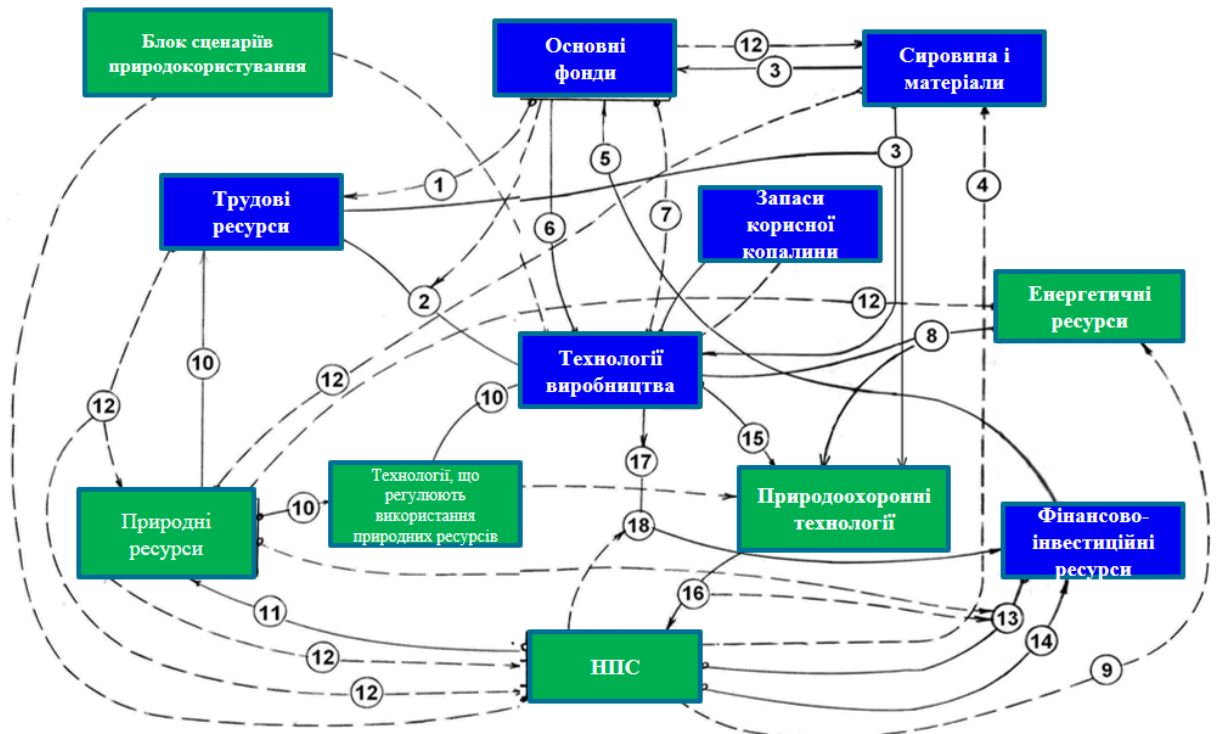


Рис. 4. Схематичне зображення функціонування промислових комплексів вуглевидобувних підприємств

Умовні позначення:

- об'єкти моделі;
- $\rightarrow$  - реальні (матеріальні і грошові) потоки;
- $\rightarrow$  - інформаційні потоки і причинні співвідношення;
- визначальні чинники в потоках.

Модель еколого-збалансованого функціонування техноекосистеми промислових комплексів вуглевидобувних підприємств наведено у вигляді:

$$S = \{ N, R_{NT}, R_{NH} \} \cup \{ T, R_{TN}, R_{th} \} \cup \{ H, R_{HN}, R_{NT} \}, \quad (1)$$

де  $N$  – множина (матриця) структурних елементів природної складової техноекосистеми;

$T$  – множина (матриця) структурних елементів техногенної складової техноекосистеми;

$H$  – множина (матриця) структурних елементів соціальної складової техноекосистеми;

$U$  – зв'язки між  $i$ -м і  $j$ -му множинами.

Результати вибору множини (вектор) критеріїв оцінки функціонування промислових комплексів вуглевидобувних підприємств для оптимального технологічного рішення щодо забезпечення сталого функціонування промислових комплексів вуглевидобувних підприємств надають можливість

знаходити найкращі комбінації елементів системи  $S$  за якої елементи вектора  $R$  монотонні.

Запропоновані принципи та схематичне зображення функціонування промислових комплексів вуглевидобувних підприємств є основою для еколого-збалансованого функціонування техноекосистем та розробки рекомендацій щодо технології управління екологічною безпекою.

Третій розділ присвячено дослідженню впливу технологічних процесів промислових комплексів вуглевидобувних підприємств на техноекосистеми Центрального району Донбасу, а також визначені етапи та критерії переходу техноекосистем до еколого-збалансованого функціонування. Розроблено алгоритм оптимізації техногенної складової техноекосистем гірничодобувного комплексу щодо зниження екологічних ризиків з метою мінімізації їх впливу на техноекосистеми (рис. 5).

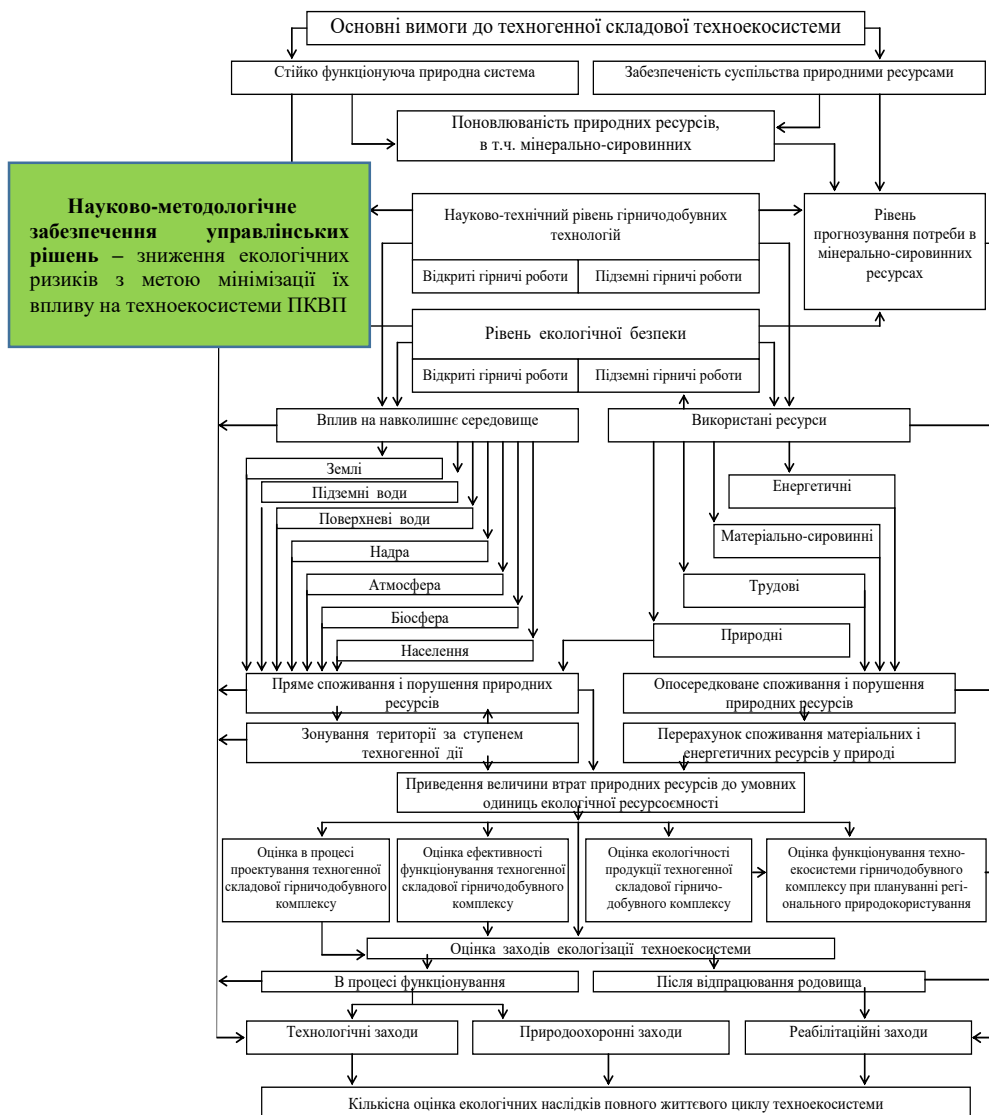


Рис. 5. Алгоритм оптимізації техногенної складової техноекосистеми

Розробка та реалізація заходів переходу до еколого-збалансованого функціонування базується на визначенні рейтингу природних компонентів за важливістю забезпечення їх саморегуляції. На базі рейтингу природних

компонентів здійснюється встановлення першочерговості технологічних заходів щодо переходу техноекосистем до еколого-збалансованого функціонування.

Процес наближення промислових комплексів вуглевидобувних підприємств до еколого-збалансованого розвитку контролюється шляхом оцінки кожного з етапів. Особливо, в сучасних умовах, техноекосистеми вуглевидобувних підприємств на території Донбасу становлять ще більшу небезпеку. Відключення від живлення вентиляційних систем призводить до промислових аварій і залпових викидів шахтних газів, у тому числі метану й небезпечних домішок, порушення електропостачання систем водовідведення спричинює затоплення шахт, підтоплення прилеглих територій, забруднення підземних і поверхневих вод шахтними водами з високою концентрацією солей. Підтоплення призводить до виведення земель з господарської експлуатації, руйнування будівель. Вихід метану на поверхню через тріщини в ґрунті – до виникнення вибухонебезпечних ситуацій. Станом на сьогодні понад 20 шахт на непідконтрольних територіях знаходяться або під загрозою затоплення, або вже повністю затоплені і їх подальша експлуатація неможлива. Навіть якщо не враховувати можливі небезпеки через ведення бойових дій, подібні об'єкти потребують постійного моніторингу та технічної підтримки, що на сьогодні здійснити дуже важко.

Проведено дослідження щодо ідентифікації джерел небезпеки та їх територіальної структуризації, як підґрунтя формування екологічної небезпеки. В формуванні ідентифікації екологічних загроз взяли участь 50 промислових комплексів вуглевидобувних підприємств за даними 2017–2019 років.

На основі використання цих даних розроблено алгоритм комплексного оцінювання екологічних ризиків промислових комплексів вуглевидобувних підприємств, який дозволяє мінімізувати їх негативний вплив на довкілля (рис. 6).

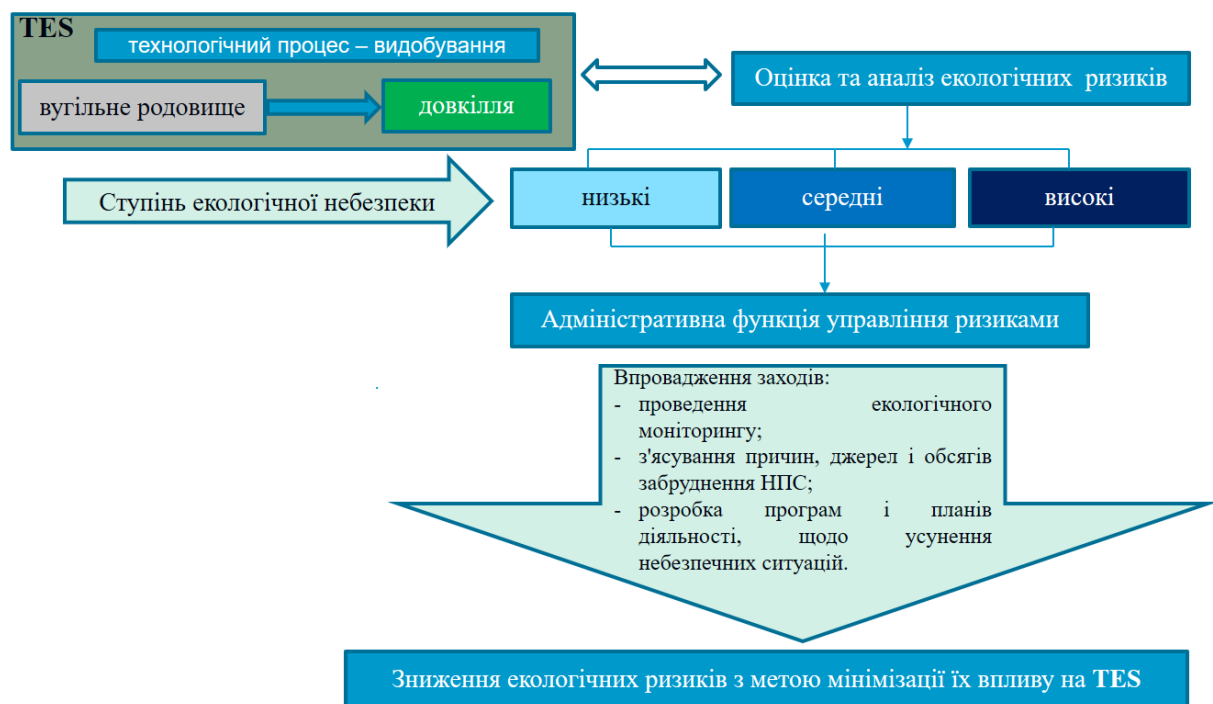


Рис. 6. Алгоритм комплексного оцінювання екологічних ризиків



Екологічний ризик, який може проявлятися в антропогенному ризику, складається з природного і техногенного ризиків, які формують найбільш несприятливі наслідки для функціонування системи «масив – технологія – довкілля».

Підхід до освоєння підземного простору побудовано за принципом ризику, який вимагає дотримання таких вимог:

- відсутність шкоди для здоров'я людини;
- неминучість втрат у природних екологічних системах;
- зведення втрат у природних екологічних системах до мінімуму;
- реальна можливість відновлення втрат;
- сумірність між економічним ефектом і екологічним ризиком.

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

$$R = \sum_i P_i W_i \quad (2)$$

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

За формулою можна пояснити, як невизначеність можливої події, що призводить до небажаних наслідків, так і величину цих наслідків.

Ймовірність  $P$  виникнення несприятливої події чи її складових  $P_i$  у загальному випадку визначається як функціонал ймовірності, що залежить від джерел загроз, вражаючих чинників і об'єктів ураження та захисту – людини  $N$ , господарських об'єктів  $T$  і довкілля  $E$

$$P = F_P\{P_N, P_T, P_E\} = \sum_i [F_{P_i}(P_{N_i}, P_{T_i}, P_{E_i})] \quad (3)$$

У **четвертому розділі** наведено обґрунтування ступеня екологічної небезпеки складових технооекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств за методами аналізу ієрархій Т. Сааті та «Делфі», виконано аналіз методів оцінки ризиків природного, техногенного походження. Виявлено, що вплив цих факторів на рівень загрози екологічної безпеки технооекосистем вугільних шахт доцільно оцінювати за 4-бальною шкалою шляхом безпосереднього обстеження чи спостереження за їх станом на територіях промислових комплексів вуглевидобувних підприємств (табл. 1).

Таблиця 1

Експертне оцінювання ступеня екологічної небезпеки природних складових техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств

№	Природні складові техно-екосистем	Джерело викидів – промислові комплекси вуглевидобувних підприємств	Експертне оцінювання ступеня екологічної небезпеки складових ПКВП за часом, площею і інтенсивністю, в балах*			Комплексний вплив за сумою балів (відстань від лінії розмежування враховано)
			$I_t$	$I_s$	$I_i$	
1	<b>Атмосфера</b> (викиди забруднювальних речовин)	ДП «Мирноградвугілля»	4/3	4/3	3/3	11/9
2		ДП «Торецьквугілля»	4/3	4/3	4/4	12/10
3		ДП «Первомайськвугілля»	4/3	4/3	4/4	12/10
4		ПАТ «Лисичанськвугілля»	3/1	4/3	3/3	10/7
5		«Укрвуглереструктуризація»	2/0	3/1	2/2	7/3
6	<b>Гідросфера</b> (скид шахтних вод, підтоплення)	ДП «Селидіввугілля»	3/1	4/2	3/3	10/6
7		ДП «Укршахтгідрозахист»	2/0	3/1	2/2	7/3
8		«ДТЕК «Павлоградвугілля»	4/2	4/2	4/3	12/7
9		«ДТЕК «Добропіллявугілля»	4/2	4/2	4/3	12/7
10	<b>Літосфера</b> (площа земельного відводу, просідання)	Самостійні шахти	4/2	4/3	3/3	11/8
<b>I</b>		<b>Сума балів за всіма видами впливу</b>	<b>34/18</b>	<b>38/23</b>	<b>32/29</b>	<b>104/70</b>
<b>II</b>		<b>Інтергальна оцінка</b>	<b>3,4/1,8</b>	<b>3,8/2,3</b>	<b>3,2/2,9</b>	<b>10,4/7,0</b>

\*без / при реалізації відповідних управлінських заходів

По результатах аналізу одержаних даних можна зробити висновок, що загальне погіршення стану кожної складової техноекосистеми, тобто підвищення ступеня їх екологічної небезпеки на територіях вуглевидобувних регіонів, варто кількісно оцінювати за середніми балами, визначеними по промисловим комплексам вуглевидобувних підприємств. Розроблена шкала інтегральної оцінки ступеня екологічної небезпеки (табл. 2).

Для визначення комплексного впливу на окремі компоненти НПС необхідно використовувати дані таблиці з бальними критеріями впливу. Комплексний бал визначено за формулою:

$$I_{\text{компл}} = I_t + I_s + I_i \quad (4)$$

$I_{\text{компл}}$  - комплексний вплив за сумою балів;

$I_t$  – бал впливу за часом на природні складові техноекосистем;

$I_s$  – бал впливу за площею на природні складові техноекосистем;

$I_i$  – бал впливу за інтенсивністю на природні складові техноекосистем.

Таблиця 2

## Шкала комплексної оцінки ступеня екологічної небезпеки

Вплив за категорією, бал			Інтегральний бал на оцінку	Ступінь екологічної небезпеки	
Час $I_t$	Площа $I_s$	Інтенсивність $I_i$		Бали $I_{\text{компл}}$	вплив
Тимчасовий 1	Локальний 1	Незначна 1	3	3- 6	Практично безпечний (низький)
Середньої тривалості 2	Обмежений 2	Слабка 2	6		
Довготривалий 3	Місцевий 3	Помірна 3	9	7- 9	Помірний (середній)
<b>Постійний 4</b>	<b>Регіональний 4</b>	<b>Потужна 4</b>	<b>12</b>	<b>10-12</b>	<b>Катастрофічний (високий)</b>

Експертна оцінка ступеня екологічної небезпеки промислових комплексів вуглевидобувних підприємств показала, що вплив здійснюється на всі компоненти навколишнього природного середовища.

Для графічного відображення результатів експертного оцінювання ступеня екологічної небезпеки техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств побудуємо діаграму Парето (рис. 7).

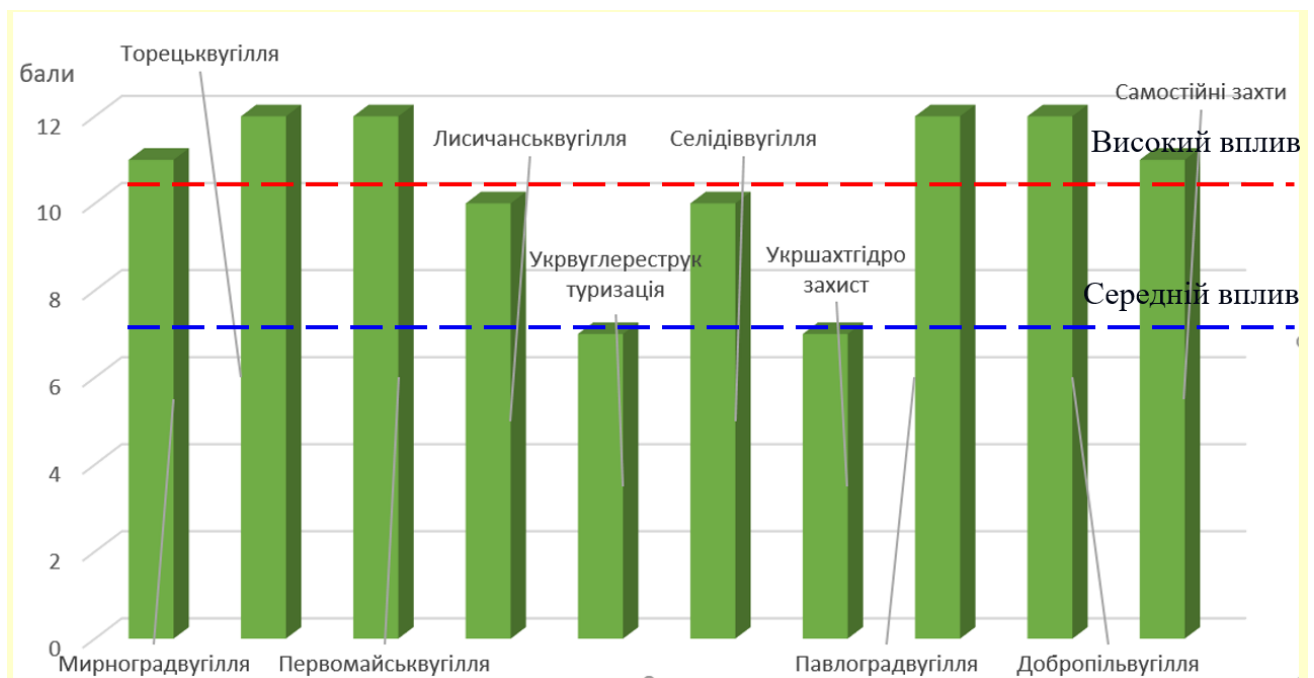


Рис. 7. Результати експертного оцінювання ступеня екологічної небезпеки техноекосистем ПКВП (діаграма Парето)

Оцінка впливу на компоненти техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств визначена за ступенем екологічної небезпеки для складових техноекосистем конкретних вугільних підприємств (стовбчасті гістограми за 4-бальною шкалою) та в цілому для довкілля у вугледобувних регіонах (графіки з маркерами за 12-бальною шкалою, що отримані як результат сумачії відповідних стовбчастих гістограм).

Діаграма Парето достатньо повно ілюструє екологічні ризики (високий - катастрофічний вплив), що вимагає термінового прийняття рішень, а саме: проведення термінового незалежного комплексного екологічного моніторингу районів, як на тимчасово окупованій території окремих районів Донбасу, так і в інших регіонах України, з'ясування причин, джерел і обсягів забруднення довкілля, складання екологічних паспортів на найбільш небезпечні об'єкти і території і розробка програм і планів по нейтралізації небезпечних екологічних ситуацій.

Розраховано інтегральний показник екологічного впливу технологій на довкілля (ШЕВ), який враховує як прямі впливи (одержання готової продукції - вугілля), так і опосередковані, які існують при використанні допоміжних засобів (обладнання, транспортні пристрої та ін.).

За показник ШЕВ на компоненти навколишнього природного середовища було прийнято:

- для атмосферного повітря – викиди з високою концентрацією забруднювальних речовин;
- для водних ресурсів – відкачування та скиди вод високої мінералізації;
- для земельних ресурсів – техногенний вплив, за якого природний ресурс повністю вилучається з використання.

За початковий показник відліку прийнято значення гранично допустимих показників (ГДК, ПДВ, ПДС), які відповідають прийнятним екологічним нормам.

Коефіцієнти інтегрального впливу визначені за формулами:

$$K^A = \frac{B_A}{B_A}, \quad K^Z = \frac{B_Z}{B_A}, \quad K^W = \frac{B_W}{B_A}, \quad (5)$$

де  $K_{(A,Z,W)}$ - коефіцієнти ШЕВ;

$B_{(A,Z,W)}$  - витрати на реабілітацію та очищення атмосферного повітря земельних та водних ресурсів.

В якості базового показника для визначення коефіцієнтів ШЕВ прийнято вартісний показник очищення атмосферного повітря (СО<sub>2</sub>-еквівалент забруднення).

Результати розрахунку коефіцієнтів ШЕВ наведено в таблиці 3.

## Коефіцієнти показника ПШЕВ

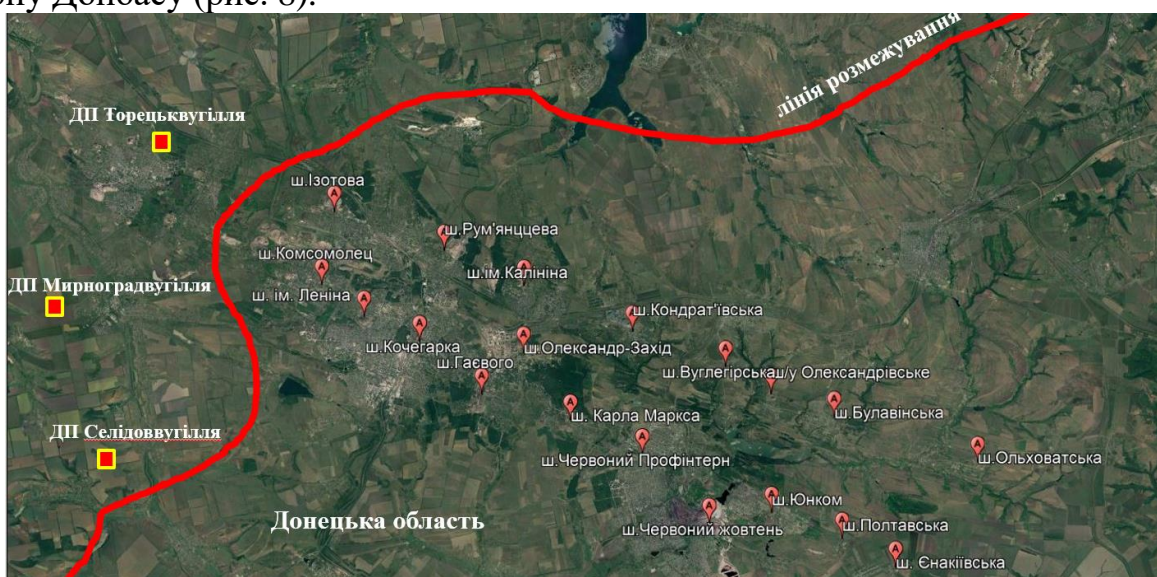
Вплив на довкілля	$K^{(Z,W,A)}$
Викиди в атмосферу	1,0 CO <sub>2</sub> -екв./т
Скиди у гідросферу	17,0 CO <sub>2</sub> -екв./тис. м <sup>3</sup>
Порушення літосфери	5,0 CO <sub>2</sub> -екв./га

Сумарна оцінка виконання природоохоронних заходів промислових комплексів вуглевидобувних підприємств в одиницях інтегрального показника впливу становить:

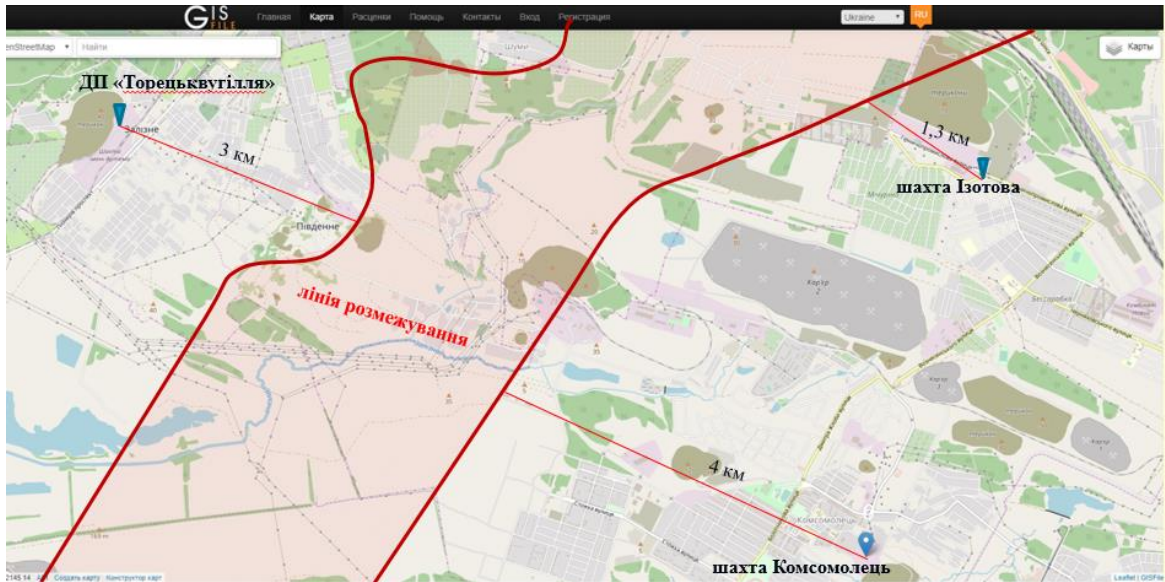
$$I_{\text{ПШЕВ}} = \frac{\sum \sum I_{\text{ПШЕВ}} \times 100}{\sum \sum I_{\text{ПШЕВ}}^{\text{max}}} = \frac{1606181 \times 100\%}{5004680} = 32\% \quad (6)$$

Отже, при виконанні підприємствами природоохоронних заходів доведення техноекосистем до еколого-збалансованого функціонування може бути досягнена лише на 32%. Тому цей варіант природоохоронних заходів автор вважає недостатнім. Необхідно запланувати нові, більш дієві природоохоронні заходи.

Впровадження та розрахунок наведеної методології дозволяє вирішувати проблеми управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств, як індикатору ступеня їх екологічної небезпеки в системі оцінювання та управління екологічною безпекою на підконтрольній території. На тимчасово неконтрольованій українською владою території, в умовах відсутності можливості здійснювати постійний моніторинг стану довкілля і контролювати розвиток подій, пов'язаних із функціонуванням техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств, склалася кризова екологічна ситуація. Прикладом є неконтрольоване затоплення шахт Центрального району Донбасу (рис. 8).



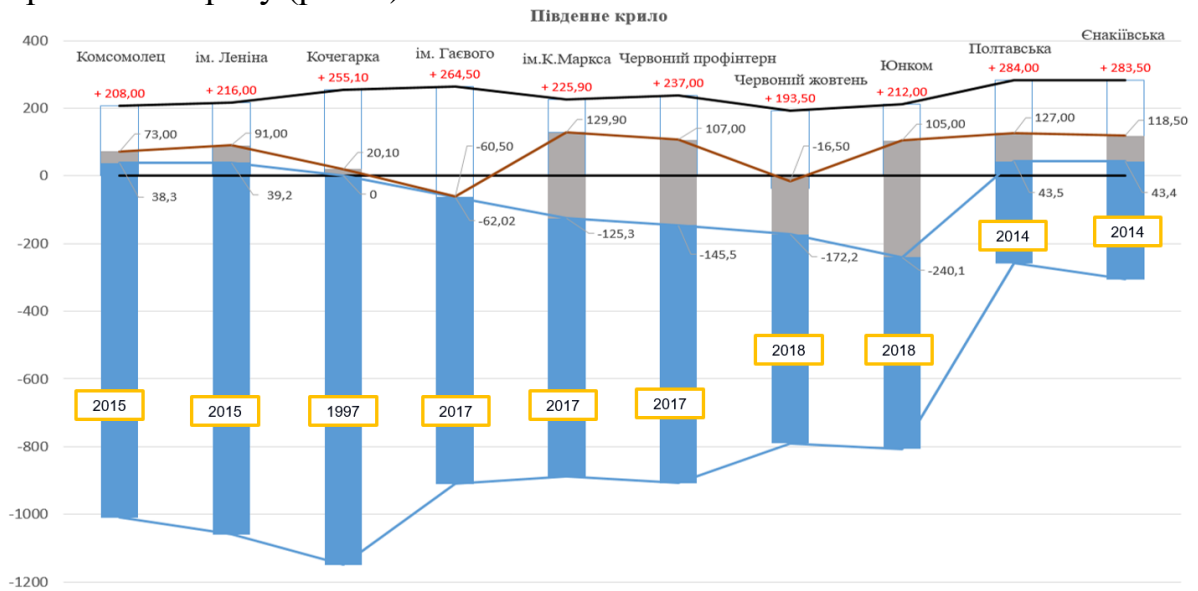
а)



б)

Рис. 8. Частина території Центрального району Донбасу на картах з лінією розмежування

Природна гідродинамічна ситуація техноекосистем Центрального району Донбасу є порушеною у результаті шахтного видобутку вугілля. В рамках роботи з OSCE Project Coordinator in Ukraine встановлено рівні затоплення гірничих виробок шахтними водами 19 вугільних шахт Центрального району Донбасу станом на червень 2019 року (рис. 9).



\*Поновлені дані станом на червень 2019 року (ОБСЕ)

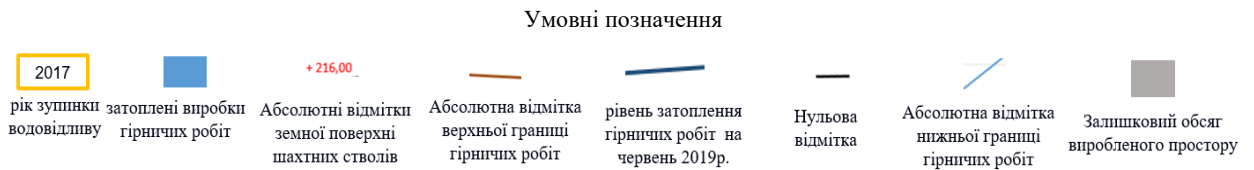


Рис. 9. Рівень затоплення гірничих виробок техноекосистеми шахт Центрального району Донбасу на період 01.06.2019 р.

В процесі дослідження виявлено, що величина підйому рівнів затоплення гірничих виробок варіюється в межах 13,0 - 261,0 м, при цьому швидкість висхідного руху поверхні шахтного потоку змінюється від 0,2-1,0 м/добу на початку дослідного періоду до 0,3 - 1,70 м/добу наприкінці дослідного періоду.

Таким чином затоплення шахт із наступним підйманням рівня підземних вод посиляться, розвиватимуться процеси підтоплення й затоплення, а також водонасичення і зниження міцності нижніх горизонтів порід із проявом високоградієнтних осадів та порушень суцільності порід.

**П'ятий розділ** присвячено формуванню технології управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу. В сучасних умовах існує необхідність забезпечити постійний моніторинг за станом техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств, особливо на неконтрольованій території. На сьогодні це можливо лише з використанням геоінформаційних систем та технологій дистанційного зондування Землі.

Проведено адаптацію алгоритму класифікації потенційно небезпечних об'єктів на прикладі промислових комплексів за їх впливом на техноекосистеми, розроблено методику застосування ортотрансформованих космічних знімків для оцінки впливу промислових комплексів вуглевидобувних підприємств на функціонування техноекосистем.

На основі розробленої методики в рамках роботи з OSCE Project Coordinator in Ukraine за співпрацею з Національним центром управління та випробувань космічних засобів було проведено дослідження територій техноекосистем шахт Центрального району Донбасу та Первомайської групи шахт (рис. 10).

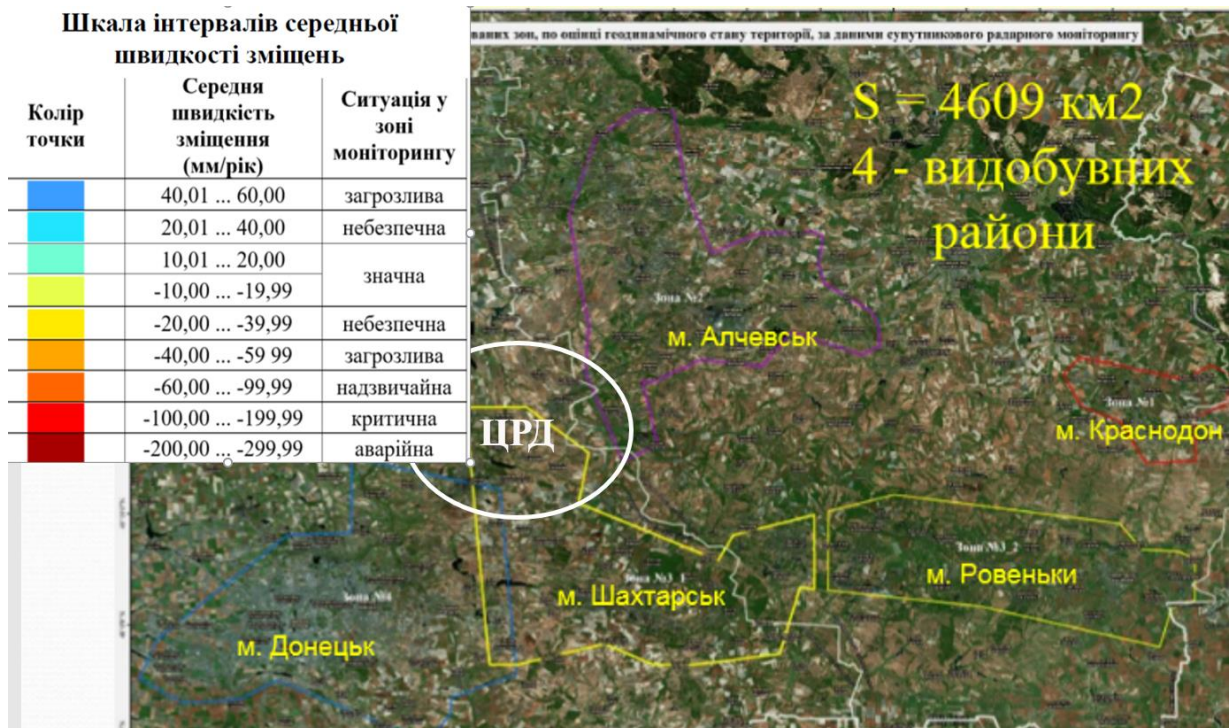


Рис. 10. Загальна територія досліджень\*

Загальна територія досліджень з урахуванням вертикальних зміщень територій та об'єктів (на непідконтрольних Уряду України ділянках територій Донецької і Луганської обл.) становила 4609 км<sup>2</sup>. Дослідження проведені за допомогою даних космічної радіолокаційної зйомки для виявлення зміщень земної поверхні та об'єктів, що спричинені порушенням технологічних циклів видобувної діяльності шахт, їх підтоплення та результатів аналізу змін земного покриву з метою визначення місць концентрованих деформацій земної поверхні, проведення високоточної оцінки вертикальних зміщень об'єктів і територій з використанням інтерферометричної обробки супутникових радіолокаційних даних за період 2016 – 2018 рр.

Як приклад, у роботі наведено техноекосистему частини Центрального району Донбасу (рис. 11), що складала 12,4 км<sup>2</sup>. У зону дослідження ввійшли території техноекосистем шахт Вуглегірська, Юнком, Полтавська, Єнакіївська та прилеглі населені пункти з метою визначення місць концентрованих деформацій земної поверхні, методом проведення високоточної оцінки вертикальних зміщень об'єктів і територій з використанням інтерферометричної обробки супутникових радіолокаційних даних за період з 11.04.2016 по 22.09.2018 рр.

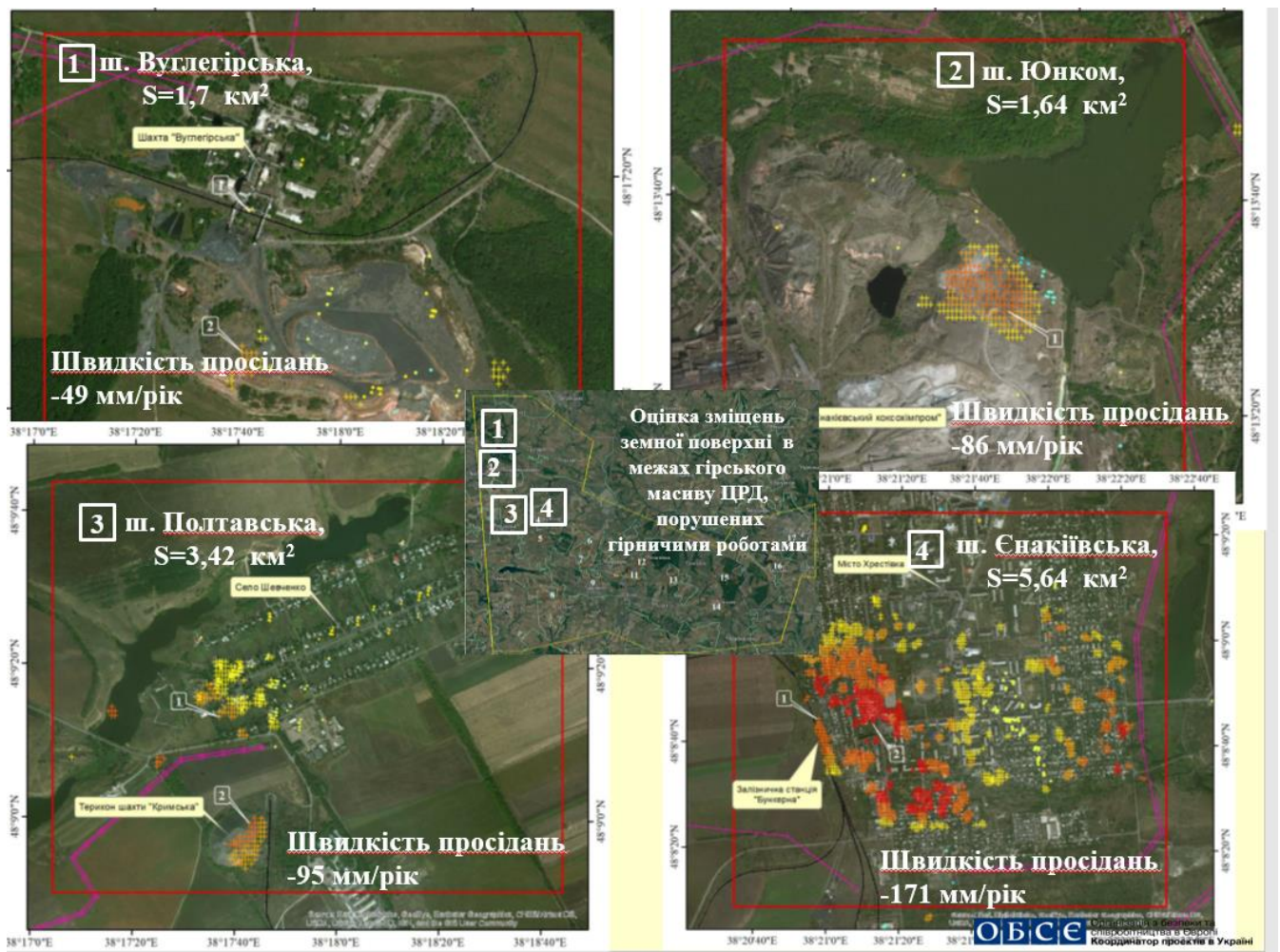


Рис. 11. Зона досліджень – частина техноекосистем шахт ЦРД



За результатами ретроспективного оброблення радіолокаційних знімків зони досліджень та тематичного аналізу у геоінформаційній системі ArcGis оцифровані зони концентрованих деформацій (зони осідань – контур червоним кольором) земної поверхні і досліджена динаміка осідань за часом окремих об'єктів. Всього зафіксовано 17 зон осідань, 4 зони наведені на рис. 11.

Додаткові елементи, які відображені на рис. 11: векторний шар - місця радарних вимірів (крапка на карті) методом постійних відбивачів «PS», векторний шар - місця радарних вимірів (хрестик на карті) методом постійних відбивачів «SBAS», векторний шар, який визначає місця концентрованих деформацій земної поверхні (полігони прямокутники, полігони довільної форми) червоного кольору просідання, синього кольору підняття (спостерігається в тільки в Донецькій області).

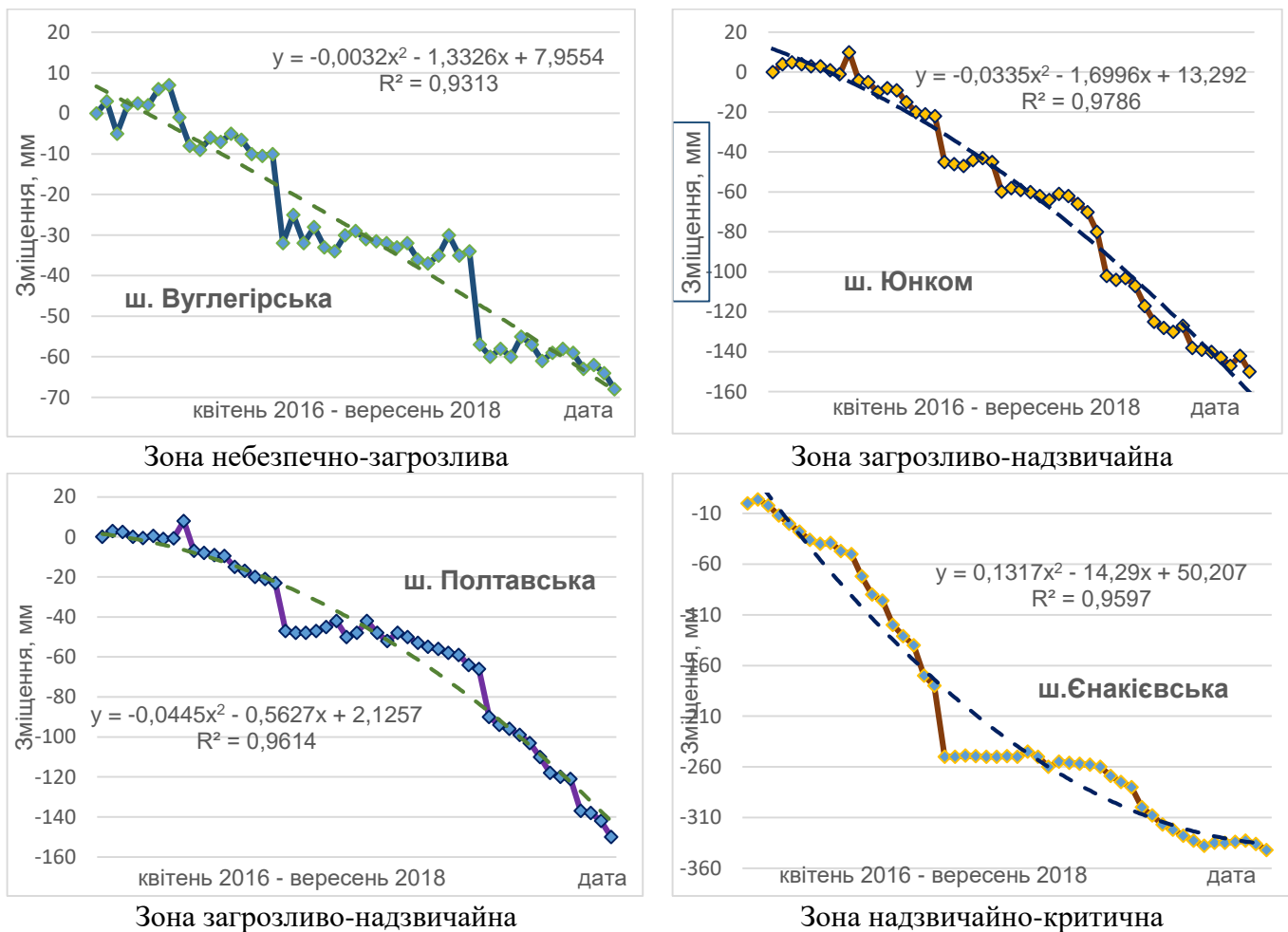


Рис. 12. Динаміка осідань земної поверхні в окремих точках території промислових комплексів вуглевидобувних підприємств

За результатами інтерферометричної обробки 53 радіолокаційних знімків КА Sentinel-1A зони досліджень Шахтарського району Донецької області та Антрацитівського району Луганської області, що становить 1477 км<sup>2</sup> (у зону дослідження ввійшли м. Єнакієво, м. Кіровське, м. Зугрес, м. Шахтарськ, м. Торез,

м. Сніжне, м. Хрустальний та прилеглі населені пункти) за період з 04.2016 по 09.2018 рр. методами PS і SBAS отримані точкові векторні файли з атрибутивною інформацією про вертикальні зміщення об'єктів:

Методом «PS» визначено всього 348728 постійних відбивачів (місць радарних вимірювань) радарного сигналу (високо-когерентні об'єкти: будинки, споруди, автомобільні та залізні дороги, кам'яні відвали, кар'єри, ділянки відкритого ґрунту і т.п.). У роботі стабільними об'єктами вважаються об'єкти, середня швидкість вертикальних зміщень яких знаходяться в інтервалі  $-10...+10$  мм/рік. У 7703 точках зафіксовані просідання, максимальна швидкість, яких складає до  $-61$  мм/рік.

Методом «SBAS» визначено всього 696 708 постійних відбивачів радарного сигналу (когерентні об'єкти: кам'яні відвали, кар'єри, ділянки місцевості без рослинності). У роботі стабільними об'єктами вважаються об'єкти, середня швидкість вертикальних зміщень яких знаходяться в інтервалі  $-30...+30$  мм/рік. У 12401 точках зафіксовані просідання, максимальна швидкість яких складає до  $-238$  мм/рік.

В рамках дослідження підтверджено актуальність, наукову та практичну цінність використання дистанційних методів дослідження екологічного стану великих територій земної поверхні, зокрема із залученням інформації від радарних та оптичних супутників дистанційного зондування землі.

**Шостий розділ** присвячено розробленню, апробації та впровадженню технології управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу.

Спрогнозовано ступінь екологічної небезпеки промислових комплексів вуглевидобувних підприємств в реальному часі та проведено оцінювання ефективності системи управління екологічною безпекою Центрального району Донбасу в рамках системи DEIS, яка представляє собою інтерактивну карту Донецької та Луганської областей, що розроблена Координатором проектів ОБСЄ в Україні в рамках проекту «Оцінка шкоди, завданої довкіллю на сході України». Подальший розвиток, удосконалення та наповнення системи здійснюється автором. Основним завданням системи є забезпечення збору, накопичення, обробки та представлення інформації на сьогоднішній стан довкілля та чинники, які можуть на нього вплинути для підвищення ефективності та додержання вимог щодо управління екологічною безпекою у Донецькій та Луганській областях. Місця розташування об'єктів промислових комплексів вуглевидобувних підприємств та інфраструктури визначалися з використанням даних дистанційного зондування Землі. Координати розміщення об'єктів нанесені з приблизною точністю та відображають орієнтовну ділянку розташування (рис. 13).

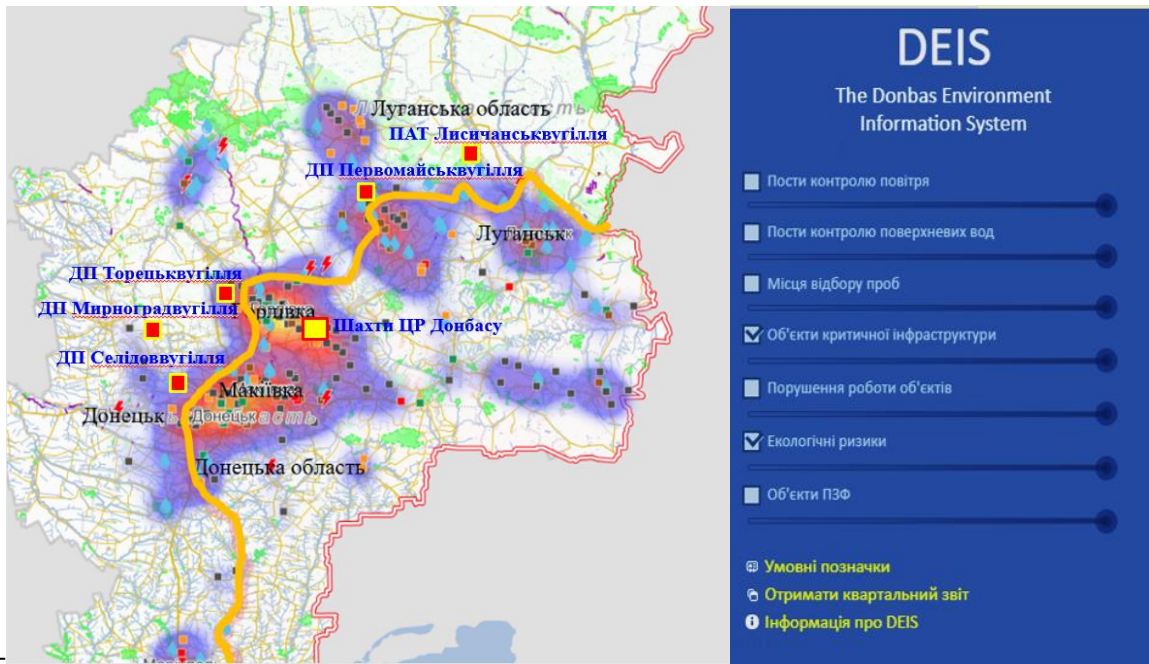


Рис. 13. Карта промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Донецької та Луганської областей в системі DEIS (М 1:50 000)

Екологічні ризики промислових комплексів вуглевидобувних підприємств визначалися на основі експертної оцінки з урахуванням інформації про вид діяльності та місця розташування, а також методик застосування космічних знімків та інтегрального показника екологічного впливу. Графічне відображення екологічного ризику за вугільними підприємствами Північного та Південного крила Центрального району Донбасу в системі DEIS наведено на рис.14.

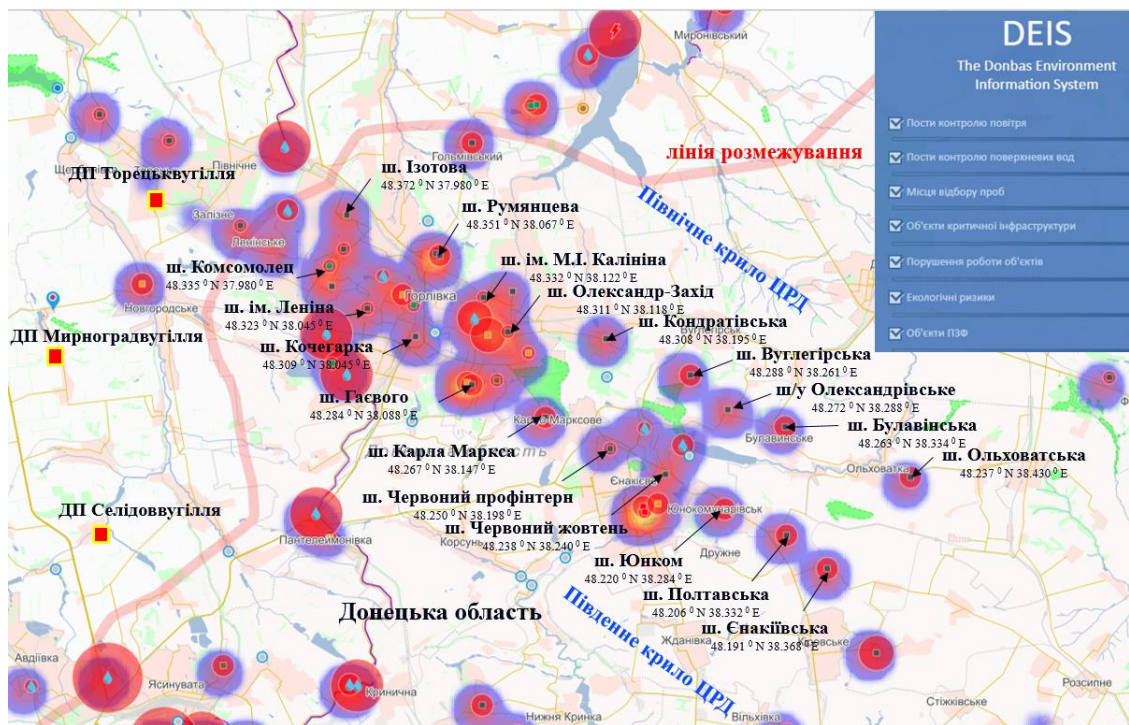


Рис. 14. Карта Донецької області в системі DEIS промислових комплексів вуглевидобувних підприємств з нанесенням екологічних ризиків (М 1:100 000)

Дані щодо якості атмосферного повітря надходять з автоматизованих постів та надаються Департаментом екології та природних ресурсів Донецької обласної державної адміністрації. У системі міститься 7 постів контролю за станом атмосферного повітря (20 показників). Дані з автоматизованих постів оновлюються щоденно. Дані щодо стану поверхневих вод надаються Сіверсько-Донецьким басейновим управлінням водних ресурсів України. У системі розміщені дані моніторингу за станом поверхневих вод річкового басейну Сіверського Дінця починаючи з 2000 року. Кількість створів та набір вимірюваних показників варіює в залежності від вибраного періоду та умов функціонування.

Промислові комплекси вуглевидобувних підприємств, що є постійними джерелами забруднення довкілля, повинні охоплюватись моніторингом таким чином, щоб контроль за їх викидами здійснювався автоматизованими засобами та надавав можливість отримувати дані про стан навколишнього середовища для населення в реальному часі. Щоб результати моделювання даних сприяли прийняттю рішень в ситуації, що склалася, результати моніторингових вимірювань повинні легко передаватися в GIS та веб-сайт і навпаки – дані з GIS повинні розпізнаватися та використовуватися в розрахунках при побудові математичних моделей. При вдалому та коректному суміщенні математичних моделей і GIS можна досягти максимального ефекту від результатів моніторингу та моделювання й розширити сферу застосування GIS.

Схематичне зображення запропонованої удосконаленої системи управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств на рис. 15.



Рис. 15. Схематичне зображення удосконаленої системи управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств

Розроблено рекомендації щодо технології управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу, яка включає в себе методики застосування космічних знімків, інтегрального показника екологічного впливу та відповідні управлінські заходи.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі, яка є завершеною самостійно виконаною науковою працею, наведено вирішення актуальної наукової проблеми розвитку наукових основ управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу, які враховують особливості впливу чинників на процес формування та ефективного управління їх екологічним станом, а також створюють передумови зменшення екологічних ризиків внаслідок їх функціонування в сучасних умовах. При цьому одержано наукові та практичні результати, які викладено нижче.

1. Проаналізовано національний і світовий досвід щодо оцінювання екологічного стану, а також управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств з урахуванням екологічних ризиків і виявлено шляхи їх розвитку. При аналізі встановлено, що екологічний стан техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств в умовах соціальної напруженості можна було охарактеризувати, як «кризовий», а тепер, з урахуванням воєнних дій за останні п'яти років – стан перейшов до категорії «катастрофічний». Загальним і головним недоліком наукових досліджень є відсутність комплексного підходу до вирішення проблем управління екологічною безпекою, що призвело до значної деградації довкілля, надмірного забруднення поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, земельних ресурсів.

Висунуто ідею, що існуюча система управління екобезпекою не дозволяє приймати обґрунтовані та ефективні управлінські рішення щодо досягнення еколого-збалансованого розвитку техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств. Якісний та своєчасний моніторинг та управління станом техноекосистем, що представляє собою комплексні заходи щодо накопичення та ефективного використання інформації та оперативного довгострокового прогнозування показників стану техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств, дозволить мінімізувати ризики неочікуваного впливу на стан довкілля.

2. Обґрунтовано методологію, методики і теоретичні та експериментальні методи проведення дисертаційних досліджень. Також обґрунтовано та розроблено методологію вибору технологічних рішень для забезпечення еколого-збалансованого функціонування техноекосистем з урахуванням прийняття оперативних управлінських рішень, а також методи до побудови моделі функціонування техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств і методику вибору компенсаційних заходів за інтегральним показником ступеня екологічної безпеки. Запропоновані принципи та схематичне зображення функціонування промислових комплексів вуглевидобувних підприємств є основою для еколого-збалансованого

функціонування техноекосистем та розробки рекомендацій щодо технології управління екологічною безпекою.

3. За результатами досліджень виявлено значний вплив технологічних процесів на техноекосистеми встановлено критерії етапів переходу трансформованих територій техноекосистем до еколого-збалансованого функціонування. Виявлено характер негативних змін природно-техногенних чинників на стан екологічної безпеки промислових комплексів вуглевидобувних підприємств.

4. Розроблено алгоритм оптимізації техногенної складової техноекосистем на базі рейтингу природних компонентів за важливістю забезпечення їх саморегуляції на основі чого здійснюється встановлення першочерговості технологічних заходів щодо переходу техноекосистем до еколого-збалансованого функціонування.

5. Проведено дослідження щодо ідентифікації джерел небезпеки та їх територіальної структуризації, як підгрунтя формування екологічної небезпеки. В формуванні ідентифікації екологічних загроз взяли участь 50 промислових комплексів вуглевидобувних підприємств. На основі цього виконано аналіз методів оцінки ризиків природного, техногенного походження. На основі цього розроблено алгоритм комплексного оцінювання екологічних ризиків промислових комплексів вуглевидобувних підприємств, який дозволяє мінімізувати негативний вплив на довкілля.

6. Із застосуванням методу експертної оцінки обґрунтовано та розраховано ступінь екологічної небезпеки складових техноекосистем. Розроблено алгоритм комплексного оцінювання екологічних ризиків за ступенем екологічної небезпеки (за запропонованою шкалою від 0-12 балів та IV ступенями екологічної небезпеки), що характеризує еколого-збалансоване функціонування техноекосистем в межах техноекосистем, на основі об'єднання кількісних та якісних показників поточного стану довкілля. Обґрунтовано методи оцінки екологічних ризиків в межах техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств та проведено експертну оцінку ступеню екологічної небезпеки. Досліджено напрями мінімізації ризиків зниження ймовірності виникнення аварій за рахунок підвищення надійності технологічного обладнання та ефективності управління технологічним процесом вуглевидобувних робіт. Загальне погіршення стану кожної складової техноекосистем, тобто підвищення рівня їх екологічної небезпеки на територіях вуглевидобувних регіонів, варто кількісно оцінювати за середніми балами, визначеними за окремими конкретними підприємствами. Загальну оцінку рівня екологічної небезпеки вуглевидобувних регіонів можна визначати як суму експертних оцінок впливу 10-ти промислових комплексів вуглевидобувних підприємств на 3 основні складові техноекосистем (таблиці у виді матриці |10x3|).

7. Науково обґрунтовано доцільність застосування та розраховано інтегральний показник екологічного впливу технологій на довкілля (ІПЕВ), який враховує як прямі впливи (отримання готової продукції - вугілля), так і опосередковані, які існують при використанні допоміжних засобів (обладнання,

транспортних пристроїв та ін.). Встановлено, що інтегральний показник екологічного впливу (для земельних ресурсів –  $5 \text{ тСО}_2\text{-екв./га}$ , водних ресурсів –  $17 \text{ тСО}_2\text{-екв./тис. м}^3$ , атмосферного повітря –  $1 \text{ тСО}_2\text{-екв./т}$ ), що характеризує зміни техноекосистем є індикатором рівня екологічної небезпеки територій функціонування техноекосистем промислових комплексів вуглевидобувних підприємств;

8. Проведено адаптацію алгоритму класифікації потенційно небезпечних об'єктів на прикладі промислових комплексів за їх впливом на техноекосистеми. Розроблено методику застосування ортотрансформованих космічних знімків для оцінки впливу промислових комплексів вуглевидобувних підприємств на функціонування техноекосистем. Методика адаптована до використання результатів космічної зйомки на конкретних прикладах для кожного класу об'єктів критичної інфраструктури України. В рамках дослідження підтверджено актуальність, наукову та практичну цінність використання дистанційних методів дослідження екологічного стану великих територій земної поверхні, зокрема із залученням інформації від радарних та оптичних супутників.

9. В рамках дослідження за допомогою даних космічної радіолокаційної зйомки було оброблено 53 радіолокаційних знімків КА Sentinel-1A зони досліджень Центрального району Донбасу Донецької області та Антрацитівського району Луганської області, що склала  $1477 \text{ км}^2$  (у зону дослідження ввійшли м. Єнакієво, м. Кіровське, м. Зугрес, м. Шахтарськ, м. Торез, м. Сніжне, м. Хрустальний та прилеглі населені пункти) за період з 11.04.2016 по 22.10.2018 рр. методами PS і SBAS отримані точкові векторні файли з атрибутивною інформацією про вертикальні зміщення об'єктів:

Методом «PS» визначено всього 348728 постійних відбивачів (місць радарних вимірювань) радарного сигналу (високо-когерентні об'єкти: будинки, споруди, автомобільні та залізні дороги, кам'яні відвали, кар'єри, ділянки відкритого ґрунту і т.п.). У роботі стабільними об'єктами вважаються об'єкти, середня швидкість вертикальних зміщень яких знаходяться в інтервалі  $-10 \dots +10$  мм/рік. У 7703 точках зафіксовані просідання, максимальна швидкість, яких складає до  $-61$  мм/рік.

Методом «SBAS» визначено всього 696 708 постійних відбивачів радарного сигналу (когерентні об'єкти: кам'яні відвали, кар'єри, ділянки місцевості без рослинності). У роботі стабільними об'єктами вважаються об'єкти, середня швидкість вертикальних зміщень яких знаходяться в інтервалі  $-30 \dots +30$  мм/рік. У 12401 точках зафіксовані просідання, максимальна швидкість яких складає до  $-238$  мм/рік.

10. Проведено оцінювання ефективності управління екологічною безпекою Центрального району Донбасу в рамках системи DEIS та спрогнозовано ступінь екологічної небезпеки промислових комплексів вуглевидобувних підприємств в реальному часі.

11. Результати запропонованих управлінських рішень в дисертаційному дослідженні використано «Державним науково-дослідним проектно-конструкторським і проектним інститутом вугільної промисловості

«УкрНДІПроект», ДП «Об'єднана дирекція «Укрвуглереструктуризація» ВП «Західно-Українська виконавча дирекція з ліквідації шахт», ТОВ «Проектно-промисловий інститут» шляхом застосування заходів, які було впроваджено в проектну документацію при проектуванні екологічних заходів у складі проектів будівництва, реконструкції та ліквідації підприємств вугільної галузі та у подальшому розвитку системи моніторингу екологічного стану техноекосистем в межах вугільних родовищ. Результати роботи також впроваджені Державною екологічною академією післядипломної освіти та управління, Донецьким національним технічним університетом, Дніпровським національним університетом ім. О. Гончара під час викладання дисциплін «Екологічна безпека», «Екологічний моніторинг та засоби контролю», «Геоінформаційні системи в екології», «Моніторинг довкілля», «Моніторинг поверхневих вод» та ін. Результати роботи впроваджені в Міністерство енергетики та захисту довкілля України та проектах ОБСЕ, а саме: систематизовано наявні дані про стан довкілля та джерела екологічної небезпеки в зоні конфлікту, виконується регулярне уточнення й оновлення інформації про об'єкти промисловості та комунального господарства, які вже перетворилися на джерела екологічної небезпеки (DEIS), проведено дослідження стану поверхневих і підземних вод та вдосконалення системи управління екологічною безпекою.

12. Удосконалено систему управління екологічною безпекою промислових комплексів на основі забезпечення прийнятних екологічних ризиків промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу шляхом застосування наукових основ управління їх екологічною безпекою, які враховують особливості впливу чинників на процеси формування та ефективність управління їхнім екологічним станом. Розроблено рекомендації щодо технології управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу з метою мінімізації їх впливу на техноекосистеми та переходу техноекосистем вугільних родовищ до еколого-збалансованого функціонування.

**Основні положення і результати дисертації опубліковані в наступних роботах:**

*Статті в наукометричних базах Scopus i Web of Science*

1. **Lunova O.** Assessment of risk of groundwater quality deterioration within Siversky Donets river basin /O. Ulytsky V. Yermakov, O. Lunova, K. Boiko, D.Averin // *Journal of Geology, Geography and Geoecology* Vol. 28 (4). Dnipro – 2019. P.769-777. doi:<https://doi.org/10.15421/111972>.

2. **Lunova O.** Potential territorial risk in the eastern Ukraine/ O. Lunova, V. Yermakov, D. Averin *Journal of Geology, Geography and Geoecology* Vol. 28 (3). Dnipro – 2019. P.600-609. doi: <https://doi.org/10.15421/111957>.

3. **Lunova O.** Technique for orthotransformed satellite imagery application in environmental assessment/ O. Ulytsky V. Yermakov, O. Lunova, O. Buglak// *Space Science and Technology* Kyiv, T. 25 №4 (119), 2019. P. 46-58 doi:<https://doi.org/10.15407/knit2019.04.048>.



4. **Lunova 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 Geoecology* Vol. 27 (2). Dnipro – 2018. P.368-376. doi: <https://doi.org/10.15421/111861>.

5. **Lunova O.** Risk of man-made and ecological disasters on the filter stations in the Donetsk and Luhansk regions/ O. Ulytsky V. Yermakov, O. Buglak, O. Lunova // *Journal of Geology, Geography and Geoecology* Vol. 27 (1). Dnipro – 2018. P.138-147. doi:<https://doi.org/10.15421/111839>.

6. **Lunova O.** A study on flood runoff of the steppe river based on the modern trends of precipitation formation in Dnipropetrovsk region/ D. Dovhanenko, A. Horb, S. Serdiuk, O Lunova, & L. Dotsenko// *Вісник Дніпропетровського університету. Геологія, географія* Vol. 25 (2). Дніпро – 2017. С. 38-48 doi: <https://doi.org/10.15421/111718>.

7. **Lunova O.** Peculiarities of municipal solid wastes using hightemperature gasification technology with electrothermal stabilization of the process/ O. Lunova, V. Gorda, K. Satsiuk// *International Journal of Engineering Research in Africa* ISSN: 1663-4144, Vol. 27, pp 51-59 doi:10.4028/www.scientific.net/JERA.27.51, © 2016 Trans Tech Publications, Switzerland.

*Статті у фахових виданнях*

8. **Луцьова О.В.** Наукові основи управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств/ *Екологічні науки: науково-практичний журнал (Index Copernicus)*. К.: ДЕА, 2020. № 1 (28) С. 50-59. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.8>

9. **Луцьова О.В.** Методика оцінки ризику забруднення підземних вод р. Сіверський Донець/ О.В.Луцьова, К.Е. Бойко // *Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць*. Дніпро, 2020. Вип. 150. С. 15-23. <https://doi.org/10.15407/geotm2020.150.015>.

10. **Луцьова О.В.** До питання оцінки екологічних небезпек динаміки затоплення шахт Центрального району Донбасу// *Вісті Донецького гірничого інституту (Index Copernicus)*, Покровськ, № 2 (45), 2019 С.93-103 DOI:<https://doi.org/10.31474/1999-981x-2019-2-93-103>.

11. **Луцьова О.В.** Оцінка екологічних ризиків техноекосистем на прикладі районів вугільних родовищ Донбасу/ *Екологічні науки: науково-практичний журнал (Index Copernicus)*. К.: ДЕА, 2019. № 4 (27) Т.1 С. 38 – 44 DOI:<https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-4-27-7>.

12. **Луцьова О.В.** Збройний конфлікт як фактор екологічного ризику на об'єктах водопостачання на Сході України (на прикладі каналу «Сіверський Донець – Донбас» КП «Компанія «вода Донбасу»)/ О.В. Буглак, К.Є.Бойко, О.В. Луцьова// *Екологічна безпека та природокористування: зб.наук.праць/ М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору.* – К., 2019. – Том 31 № 3– С. 23–32. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2019.3.23-32>.

13. **Луцьова О.В.** До питання оцінки прогнозу змін гідрогеологічних умов техноекосистеми Селидівської групи шахт/ О.А. Улицький, В.М. Єрмаков,

О.В. Луньова, К.Є. Бойко// *Екологічна безпека та природокористування: зб. наук. праць*/ М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору. – К., 2019. – Том 32 № 4 – С. 32–42. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2019.4.32-42>.

14. **Луньова О.В.** Методологічні засади застосування ортотрансформованих космічних знімків для оцінки стану навколишнього середовища та програмне забезпечення досліджень/ О.В. Луньова, О.В. Буглак // *Український журнал дистанційного зондування Землі* № 22 (2019) С. 17-24.

15. **Луньова О.В.** Особливості формування техноекосистем вугільних родовищ та оцінка екологічних ризиків// *Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць*. Дніпро, 2019. Вип. 149. С. 58-67. <https://doi.org/10.15407/geotm2019.149.058>.

16. **Луньова О.В.** Основні ознаки складних техноекосистем та їх збалансованість/ В.Н. Єрмаков, О.В. Луньова, Д.Г. Аверин// *Вісті Донецького гірничого інституту (Index Copernicus)* № 1 (44), Покровськ, 2019 С.23-33 doi: <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2019-1-23-33>.

17. **Луньова О.В.** 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 (Index Copernicus)*. К.: ДЕА, 2019. № 1 (24) Т.2 С. 12 – 19 doi: <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-1-24-2-3>.

18. **Луньова О.В.** Моделювання сценаріїв розвитку техноекосистем// *Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць*. Дніпро, 2018. Вип. 143. С. 40-48 <https://doi.org/10.15407/geotm2018.143.040>.

19. **Луньова О.В.** Методологія вибору технологічних рішень оптимізації функціонування техноекосистем// *Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць*. Дніпро, 2018. Вип. 141. С. 70-78. <https://doi.org/10.15407/geotm2018.141.070>.

20. **Луньова О.В.** Малі річки України: геоекологічний огляд проблем/ О.В. Луньова, С.М. Сердюк, О.Ф. Агеева, В.О. Камянская// *Вісті Донецького гірничого інституту (Index Copernicus)* № 1(40), Покровськ, 2017, С.101 - 106 doi: <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2017-1-101-106>.

21. **Лунева О.В.** Інноваційні еколого-управлінські аспекти ресурсозбереження// *Вісті Донецького гірничого інституту (Index Copernicus)* № 2(39), Покровськ, 2016 С.150 - 155 doi: <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2016-2-150-155>.

22. **Лунева О.В.** Антропогенный фактор – главный объект исследования неозологии в условиях рыночной экономики/ О.В. Лунева, Е.С. Матлак// *«Проблеми екології: загальнодержавний науково-технічний журнал»*, Донецьк, ДонНТУ, 1 (33), 2014. С. 59 – 67.

23. **Луньова О.В.** Комплексна система поводження з твердими побутовими відходами// *«Проблеми екології: загальнодержавний науково-технічний журнал»*, Донецьк, № 1-2 (27), 2011.- С. 113-120.

24. **Лунева О.В.** Основной источник загрязнения окружающей природной среды – отходы// *Вісті Автомобільно – дорожнього інституту*

науково – виробничий збірник/ ДВНЗ “ДонНТУ” АДІ.– Горлівка, 2011.- №(12) С. 181- 187.

25. **Луцьова О.В.** Аналіз основних способів поводження з твердими побутовими відходами/ *Вісті Автомобільно – дорожнього інституту: науково – виробничий збірник*// ДВНЗ “ДонНТУ ” АДІ.– Горлівка, 2010.- №2 (11) – С. 175-181.

26. **Луцьова О.В.** До питання про можливу зміну регіональних норм якості шахтних вод, що скидають, та особливості їх використання /О.В. Луцьова, В.К. Костенко, Е.С. Матлак// *«Проблеми екології: загальнодержавний науково-технічний журнал»*, Донецьк, № 1, 2010 - С. 46-50.

27. **Луцьова О.В.** Еколого-економічна ефективність при використанні удосконаленої технології утилізації відходів// *«Проблеми екології: загальнодержавний науково-технічний журнал»*, Донецьк, № 2, 2010 - С. 157-163.

28. **Луцьова О.В.** Альтернативний підхід к решению проблемы деминерализации шахтних вод/ О.В. Луцьова, В.К. Костенко, Е.С. Матлак // *Вісті Донецького гірничого інституту, ДонНТУ*, № 2, 2010 - С. 173-179.

*Монографія, учбовий посібник*

29. **Луцьова О.В.** *Чорнобиль: четверте десятиліття.* /О.І. Бондар, В.М. Ващенко, О.В. Луцьова та ін.// Монографія. Київ: 2019, 407 с.

30. **Луцьова О.В.** Матлак Е.С. Учбовий посібник з дисципліни «Загальна екологія (та неоекологія)» для студентів всіх форм навчання в галузі 0708 «Екологія» напрям підготовки 6.070801 «Екологія та охорона навколишнього середовища», ДонНТУ, Донецьк, 2013 р. 650 с.

*Тези конференцій та звіти*

31. **Луцьова О.В.** Вплив вуглевидобувних підприємств на рівень екологічної безпеки техноекосистем Донбасу/ О.В. Луцьова, В.М. Єрмаков// XVII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екологічної безпеки» (2-4 жовтня 2019р. м. Кременчук) с. 137-142.

32. **Луцьова О.В.** Надрокористування: методологічні підходи до екологізації добувного виробництва суб'єктом господарювання в умовах розробки корисних копалин/ О.А. Улицький, В.М. Єрмаков, О.В. Луцьова, О.В. Буглак К.Є. Бойко// Шоста міжнародна науково-практична конференція «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування» (8-10 жовтня 2019 р. м. Трускавець) с. 118-124.

33. **Луцьова О.В.** Моніторинг techno-ecosystem Донбасу в сучасних умовах/ В.М. Єрмаков, О.В. Луцьова Д.Г. Аверін// VII всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (25-27 вересня 2019 р.м. Вінниця) с.92

34. **Луцьова О.В.** Визначення параметрів процесу затоплення шахти «ім. М.І. Калініна» для математичного моделювання порушеного гідрогеологічного режиму підземних вод/ К.Є. Бойко, О.А. Улицький, О.В. Луцьова// Форум гірників-2019, Дніпро: Середняк Т.К., 2019р. (26-27 вересня м. Дніпро), С.132-137

35. **Луцьова О.В.** Науково-методологічні основи оцінки екологічних ризиків техноекосистем районів вугільних родовищ/ О.В. Луцьова, О.А. Улицький, В.М. Єрмаков // *зб. наук. праць* «Екологічна безпека: проблеми і шляхи

вирішення» (9-13 вересня 2019р. м. Харків) – Х.: ФОП Столярова І.П., 2019. С. 210-217.

36. **Луцьова О.В.** Відображення екологічної інформації в реальному часі на основі веб-технологій/ В.М. Єрмаков, О.В. Луцьова, Д.Г. Аверін// збірник наукових праць II Всеукраїнська науково-практичної конференції «Екологічна безпека: сучасні проблеми та пропозиції» (26 квітня 2019 р. м. Харків) С. 78-82.

37. **Луцьова О.В.** Застосування ортотрансформованих космічних знімків, як засіб оцінки впливу на довкілля для об'єктів критичної інфраструктури/ Д.Г. Аверін, В.М. Єрмаков, О.В. Луцьова, О.А. Улицький// збірник тез доповідей IV міжнародної науково-практичної конференції «Застосування космічних та геоінформаційних систем в інтересах національної безпеки та оборони» (10 квітня 2019 р. м. Київ) – Київ: Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, – С. 8-14.

38. **Луцьова О.В.** Військові дії на Сході України: екологічні проблеми стану територій Донецької та Луганської областей/ О.А. Улицький, В.М. Єрмаков, О.В. Луцьова міжнародна науково-практична конференція «Сучасний стан та перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації», (4-5 квітня 2019р., м. Львів). С. 309-310

39. **Луцьова О.В.** Екологічні ризики та загрози на шахтах Донецької та Луганської областей України/ О.А. Улицький, В.М. Єрмаков, О.В. Луцьова, О.В. Буглак// *Форум гірників: зб. наук. праць*, Дніпро: Середняк Т.К., 2018, С. 282 - 289.

40. **Луцьова О.В.** Оцінка еколого-техногенних загроз і ризиків екологічній безпеці урбоекосистем навколо вуглевидобувних підприємств Донбасу/ О.А. Улицький, В.М. Єрмаков, О.В. Луцьова, О.В. Буглак// *зб. наук. праць* «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення» – Х.: ФОП Столярова І.П., 2018. С. 339-347.

41. **Луцьова О.В.** Екологічна безпека: Приклади ризиків виникнення техногенно-екологічних катастроф на шахтах/ О.А. Улицький, В.М. Єрмаков, О.В. Буглак, О.В. Луцьова// *Збірник праць/ Інститут промислової екології.* – К.: ИПЦ АЛКОН НАН України, 2019. С. 188-193

42. **Луцьова О.В.** До питання радіоактивного впливу об'єкта «кліваж» на стан підземної гідросфери/ О.А. Улицький, В.М. Єрмаков, О.В. Луцьова// *Матеріали науково-практичної конференції III екологічного Форуму «Екологія промислового регіону»* - Слов'янськ: ФОП Бутко В.І., 2018 –С.143-149.

43. **Луцьова О.В.** Оцінка загроз і ризиків екологічній безпеці урбоекосистем навколо шахт Донецької та Луганської областей України/ О.А. Улицький, В.М. Єрмаков, О.В. Луцьова, О.В. Буглак// *Матеріали п'ятої міжнародної науково-практичної конференції: у 2-х т. «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування»* (8-12 жовтня 2018 р., м. Трускавець). Державна комісія України по запасах корисних копалин (ДКЗ). – К.:ДКЗ, - Т.2. – С. 116-121.

44. **Луцьова О.В.** Вуглевидобувне підприємство, як функція існуючої урбоекосистеми, що впливає на екологічну небезпеку/ О.А. Улицький, В.М.

Єрмаков, О.В. Луньова, О.В. Буглак// III Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи». – Львів: ЛДУБЖД, 2018 (14 вересня 2018р.)– С. 145.

45. **Луньова О.В.** Вплив вуглевидобувного підприємства на урбоекосистеми України/ О.І. Бондарь, О.А. Улицький, В.М. Єрмаков, О.В. Луньова// збірник матеріалів 5-го Міжнародного конгресу «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування». – Львів: Львівської політехніки, 2018. – С. 79.

46. **Лунева О.В.** Экологические аспекты управления ресурсосбережением/ О.В. Лунева, Т.А. Таран// Материалы Восьмой международной конференции «Проблемы природопользования, устойчивого развития и техногенной безопасности регионов, Днепропетровск, 2015 С. 32-35

47. **Luнова O.** The alternative approach to the issue of demineralizations of mine water/ Збірник наукових праць студентів і аспірантів V наук. конф. «Екологічні проблеми паливно – енергетичного комплексу» (29 - 30 квітня 2014 р, м. Донецьк) С. 89-97.

48. **Луньова О.В.** Аналіз стану та використання водних ресурсів в Донецькій області на шахті ім. М.І. Калініна/ О.В. Лунева, К.В. Малахова// Збірник наукових праць студентів і аспірантів V наук. конф. «Екологічні проблеми паливно - енергетичного комплексу» (29 - 30 квітня 2014 р, м. Донецьк) С. 65-71.

49. **Лунева О.В.** Анализ экологической обстановки на горнодобывающем предприятии ОП «Шахта Южнодонецкая №3» им. Н.С. Сургая / А.С.Буряк, О.В. Жалдак, О.В. Лунева// Збірка доповідей VI регіональної конференції «Комплексне використання природних ресурсів» (14 листопада 2013 р.) С. 118-119.

50. **Лунева О.В.** Оценка взаимодействия общества и природы в современных условиях/ О.В. Лунева, Е.С. Матлак// Збірник наукових праць студентів і аспірантів «Екологічні проблеми паливно - енергетичного комплексу», (24 - 25 квітня 2013 р, м. Донецьк) С. 6-13.

51. **Луньова О.В.** Оцінка стану водних ресурсів за регіонами України/ О.В. Луньова, Е.С. Сидоренко, Д.С. Топчий/ Збірка доповідей XXIII Всеукраїнської наукової конференції аспірантів і студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів», 2013 (16-18 квітня 2013р. м. Донецьк) С. 169-170.

52. **Лунева О.В.** Анализ экологической ситуации Донбасса / О.В. Лунева, Е.А. Сидоренко// Збірник наукових праць студентів і аспірантів «Екологічні проблеми паливно - енергетичного комплексу», (24 - 25 квітня 2013 р, м. Донецьк) С. 43-46.

53. **Луньова О.В.** Круговорот энергии в биосфере и анализ биогеохимических функций биомассы в круговороте/ О.В. Луньова, А.А. Протасов, О.Е.Бачурин// Збірник наукових праць студентів і аспірантів

«Екологічні проблеми паливно - енергетичного комплексу», (24 - 25 квітня 2013 р, м. Донецьк) С. 57-60.

54. **Луцьова О.В.** Оценка состояния обращения с твердыми бытовыми отходами в Украине/ О.В. Луцьова, Е.С. Сидоренко, Д.С. Топчий// Збірка доповідей ХХІІ Міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів „Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів” м. Донецьк, 2012

55. **Луцьова О.В.** Решение проблемы деминерализации шахтных вод – альтернативный подход/ VI науково практична конференція «Донбасс 2020: перспективи розвитку очима молодих вчених» (24-26 квітня 2012) С.96-100.

56. **Луцьова О.В.** К решению проблемы деминерализации шахтных вод/ О.В. Луцьова, Е.С. Сидоренко, Д.С. Топчий, А.А. Протасов// Збірка доповідей V регіональної конференції «Комплексне використання природних ресурсів» (6 грудня 2012 р.) С. 48-52.

57. **Луцьова О.В.** Причины экологического кризиса промышленного региона – Донбасса/ О.В. Луцьова, С.С. Серикова //Регіональна научна конференція аспірантів и студентів «Экологические проблемы топливно–энергетического комплекса», (25 – 26 мая 2012 г) Донецьк, 2012.- С. 82-86.

58. **Луцьова О.В.** О проблеме обезвреживания твердых бытовых отходов//збірка доповідей Міжнародного екологічного форуму «Довкілля для України. Екологія промислового регіону» (23 – 24 червня 2011р.) Донецьк, 2011.- С. 142-145.

59. **Луцьова О.В.** Энергобережения та охорона навколишнього середовища /О.В. Луцьова Е.А. Сидоренко// Збірка доповідей IV регіональної конференції «Комплексне використання природних ресурсів» (12 грудня 2011 р.) – Донецьк: ДонНТУ – 2011. – 119 с.

60. Бондар О.І., Улицький О.А., Єрмаков В.М., **Луцьова 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 (протокол № 8-18 від 22.11.2018 р.)/ Міненерговугілля, м. Київ – 2018. – 52 с.

61. Бондар О.І., Улицький О.А., Єрмаков В.М., **Луцьова О.В.** та ін. Звіт про науково-дослідну роботу «Розробка методики застосування ортотрансформованих космічних знімків для оцінки стану навколишнього середовища» № ДР 0118U005460 (протокол № 8-18 від 22.11.2018 р.) / Міненерговугілля, м.Київ – 2018. – 164 с.

62. Шапар А.Г., Скрипник О.О., Копач П.І., **Луцьова О.В.** та ін. Звіт про науково-дослідну роботу «Розробка наукових основ збалансованого функціонування складних техноекосистем та шляхи його досягнення» № ДР 0107U011874 (протокол № 24 від 23.12.2015 р)/ ІППЕ НАН України, м. Дніпропетровськ, 2015 р. – 130 с.

63. 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.

64. **Луцьова О.В.**, Єрмаков В.М. Звіт про науково-дослідну роботу «Зменшення ризику катастроф та вразливості населення в Східній Україні» № ДР 0120U102504// Київ, 2020 р. – 73 с.

## АНОТАЦІЯ

*Луцьова О.В. Розвиток наукових основ управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу.* – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління України, Київ - 2020.

У дисертаційній роботі викладені результати досліджень, спрямовані на розвиток наукових основ управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу, які враховують особливості впливу чинників на процес формування та ефективне управління їх екологічним станом, а також створюють передумови зменшення екологічних ризиків внаслідок їх функціонування в сучасних умовах.

Розроблено науково-методологічні основи управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу, які враховують вплив техногенних чинників за останні п'ять років в умовах соціальної напруженості, створюють передумови забезпечення прийнятних екологічних ризиків промислових комплексів вуглевидобувних підприємств на довкілля.

Розроблено методологію інтегрованого підходу до оцінки ступеня екологічної небезпеки діяльності промислових комплексів вуглевидобувних підприємств, запропоновано алгоритм комплексного оцінювання екологічних ризиків. Розроблено методику використання ортотрансформованих космічних знімків з метою виявлення відповідних промислових комплексів вуглевидобувних підприємств, їх впливу на зміни концентрованих деформаційних процесів земної поверхні.

Запропоновані управлінські рішення щодо забезпечення екологічної безпеки при вирішенні реальних задач на підприємствах. Розроблені рекомендації щодо технології управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств Центрального району Донбасу, яка включає в себе методики застосування космічних знімків, інтегрального показника екологічного впливу та відповідні управлінські заходи.

**Ключові слова:** екологічна безпека, довкілля, екологічний ризик, техноекосистема, екологічний моніторинг, промисловий комплекс

вуглевидобувного підприємства, деформація, зсування, підтоплення, еколого-збалансований розвиток.

### АННОТАЦІЯ

*Лунева О.В. Развитие научных основ управления экологической безопасностью промышленных комплексов угледобывающих предприятий Центрального района Донбасса.* – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, специальность 21.06.01 – экологическая безопасность. – Государственная экологическая академия последипломного образования и управления, Киев, 2020.

В диссертационной работе изложены результаты исследований, направленные на развитие научных основ управления экологической безопасностью промышленных комплексов угледобывающих предприятий Центрального района Донбасса, учитывающие особенности влияния факторов на процесс формирования и эффективное управление их экологическим состоянием, а также приведено предпосылки уменьшения экологических рисков вследствие их функционирования в современных условиях.

Проанализированы национальный и мировой опыт по оценке экологического состояния, а также управления экологической безопасностью промышленных комплексов угледобывающих предприятий и выявлены пути их развития. При анализе установлено, что экологическое состояние техноэкосистем промышленных комплексов угледобывающих предприятий в условиях социальной напряженности можно было охарактеризовать, как «кризисный», а теперь, с учетом военных действий за последние пять лет - состояние перешло к категории «катастрофический». Отсутствие комплексного подхода к решению проблем управления экологической безопасностью привели к значительной деградации окружающей среды, чрезмерного загрязнения поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, земельных ресурсов.

Разработаны научно-методологические основы управления экологической безопасностью промышленных комплексов угледобывающих предприятий Центрального района Донбасса, учитывающих влияние техногенных факторов за последние пять лет в условиях социальной напряженности, которые создают предпосылки обеспечения приемлемых экологических рисков промышленных комплексов угледобывающих предприятий на окружающую среду.

Разработан алгоритм комплексной оценки экологических рисков по степени опасности (по предложенной шкале от 0-12 баллов и IV степенями опасности), характеризующий эколого-сбалансированное функционирование техноэкосистем в пределах техноэкосистем, на основе объединения количественных и качественных показателей текущего состояния окружающей среды. Обоснованы методы оценки экологических рисков в пределах техноэкосистем промышленных комплексов угледобывающих предприятий и проведена экспертная оценка степени экологической опасности.



Исследованы направления минимизации рисков снижения вероятности возникновения аварий за счет повышения надежности технологического оборудования и эффективности управления технологическим процессом горных работ. Общее ухудшение состояния каждой составляющей техноекосистем, то есть повышение уровня их экологической опасности на территориях угледобывающих регионов, стоит количественно оценивать по средним баллам, определенным по отдельным конкретными предприятиями. Общую оценку уровня опасности угледобывающих регионов можно определить, как сумму экспертных оценок влияния 10-ти предприятий на 3 основных составляющих техноекосистем (таблицы в виде матрицы |10x3|).

Разработана методология интегрированного подхода к оценке степени опасности деятельности промышленных комплексов угледобывающих предприятий, предложен алгоритм комплексной оценки экологических рисков. Разработана методика использования ортотрансформированных космических снимков с целью выявления соответствующих промышленных комплексов угледобывающих предприятий, их влияния на изменения концентрированных деформационных процессов земной поверхности.

Предложены управленческие решения по обеспечению экологической безопасности по решению реальных задач на предприятиях. Разработаны рекомендации по технологии управления экологической безопасностью промышленных комплексов угледобывающих предприятий Центрального района Донбасса, которая включает в себя методики применения космических снимков, интегрального показателя экологического воздействия и соответствующие управленческие мероприятия.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, окружающая среда, экологический риск, техноекосистема, экологический мониторинг, промышленный комплекс угледобывающего предприятия, деформация, смещение, подтопления, эколого-сбалансированное развитие.

## ABSTRACT

***Lunova Oksana Development of scientific management fundamentals, which ensure the environmental safety for coal-mining enterprises of Donbas central regions*** – Qualification scientific research should be treated as a manuscript.

Thesis to receive the scientific degree of Doctor of Science 21.06.01 – Environmental Safety. - State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv, 2020

The study contains the principal ideas reflecting the scientific fundamentals, which ensure the environmental safety for coal-mining enterprises of Donbas central regions. They involve factors, which affect the environmental condition and effective management taking into account the specific of the region. The Researcher has developed the methodological basics aiming at effective safety management for coal-mining enterprises of Donetsk regions. Such approach involve a social unrest feature of Donetsk region, which took place within last 5 years. The author has proposed an integrated approach allowing estimating the level of industrial environmental safety for

coal-mining facilities. In the study, a new approach of space orthoimagery application proposed. The developed approach helps detecting industrial facilities, which are involved into coal mining. It also allows evaluating how such enterprises affects the Earth surface. Based on it the study gives a set of management decisions ensuring the environmental safety. In the work, the author gives recommendations regarding the environmental safety complex at industrial facilities of Donbas central region. It comprises the following methodologies: space images application, implementation of integral indicator, and corresponding management decisions.

**Keywords:** ecological safety, environmental, ecological risks, techno ecosystem, monitoring, industrial coal mining facilities, deformation, land displacement, waterlogging, environmentally balanced development.