

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та охорони довкілля

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: Оцінка впливу військової діяльності на повітряний басейн окремих
регіонів України

Виконав студент 2 курсу групи МОС-22
спеціальності 101 – Екологія
Клімов Ігор Олегович

Керівник д.т.н., професор
Чугай Ангеліна Володимирівна

Рецензент д.геогр.н., професор
Тучковенко Юрій Степанович

Одеса 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та охорони довкілля
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 101 – Екологія
Освітньо-професійна програма Екологія та охорона навколишнього середовища
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.
“ 23 ” жовтня 20 23 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Клімову Ігорю Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Оцінка впливу військової діяльності на повітряний басейн окремих регіонів України

Керівник роботи Чугай Ангеліна Володимирівна, д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “16” жовтня 2023 р. № 215 ”С”

2. Строк подання студентом роботи 30 листопада 2023 року

3. Вихідні дані до роботи дані літературних джерел щодо методів оцінки збитків довкіллю внаслідок військових дій, офіційні матеріали вебресурсу ЕкоЗагроза Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України щодо впливу на атмосферне повітря

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1) Військові дії та їх вплив на стан довкілля. Правові аспекти

2) Методи визначення збитків довкіллю внаслідок військової діяльності

3) Оцінка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря за зверненнями громадян

4) Оцінка шкоди, завданої повітряному басейну, внаслідок знищення бойової техніки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
- 1) Екологічні інциденти станом на 5 травня 2022 р. (1 рис.).
- 2) Екологічні ризики через війну в Україні (1 рис.).
- 3) Території з лісовими пожежами в зоні відчуження станом на березень 2022 р. (1 рис.).
- 4) Сховища відходів в Україні (1 рис.).
- 5) Наслідки військових дій (7 рис.).
- 6) Мапа звернень щодо подій стосовно впливу на повітря (1 рис.).
- 7) Звернення щодо впливу на повітряний басейн внаслідок бойових дій (9 рис.).
- 8) Відомості щодо кількості знищення бойової техніки та обсягів викидів ЗР (1 рис.).
- 9) Сумарні викиди ЗР по окремих видах бойової техніки (1 рис.).
- 10) Обсяги викидів окремих ЗР внаслідок знищення бойової техніки (6 рис.).
- 11) Викиди ЗР та заподіяна шкода атмосферному повітрю в результаті знищення бойової техніки (1 рис.).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	<i>немає</i>		

7. Дата видачі завдання 23 жовтня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Правові аспекти злочинів проти довкілля. Загальна характеристика впливу	23.10.23-26.10.23	90	5 (відм.)
2.	Методи оцінки шкоди, завданої довкіллю внаслідок військової діяльності (екосистемний підхід, методика оцінка збитків повітряному басейну)	27.10.23-31.10.23	90	5 (відм.)
3.	Розрахунок викидів забруднюючих речовин за зверненнями громадян внаслідок бойових дій	01.11.23-12.11.23	90	5 (відм.)
	Рубіжна атестація	13.11.23-17.11.23	90	5 (відм.)
4.	Оцінка збитків повітряному басейну внаслідок знищення бойової техніки	18.11.23-21.11.23	90	5 (відм.)
5.	Узагальнення отриманих результатів. Складення висновків, переліку посилань та списку публікацій за темою кваліфікаційної роботи магістра	22.11.23-24.11.23	90	5 (відм.)
6.	Оформлення анотації (державною та англійською мовами) і супровідних документів до роботи. Підготовка презентаційних слайдів і доповіді до публічного захисту.	25.11.23-28.11.23	90	5 (відм.)
7.	Підготовка остаточної версії роботи і передача її на перевірку і підпис керівникові. Встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та оформлення протоколу. Складення керівником висновку про допуск до захисту.	29.11.23-04.12.23	-	-
8.	Подання КРМ на перевірку завідувачу кафедри, в деканат природоохоронного факультету для перевірки готовності роботи до захисту, підготовки наказу та подання.	05.12.23-09.12.23	-	-
9.	Рецензування роботи. Укладення авторського договору на розміщення роботи в репозитарії ОДЕКУ.	10.12.23-13.12.23	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

Студент

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Клімов І.О.

(прізвище та ініціали)

Чугай А.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Клімов І.О. Оцінка впливу військової діяльності на повітряний басейн окремих регіонів України.

Контроль якості атмосферного повітря є однією з пріоритетних задач природоохоронної діяльності. Внаслідок збройної агресії Російської Федерації і військових дій в різних регіонах України якість цього цінного природного ресурсу значно погіршується.

Метою кваліфікаційної роботи магістра є оцінка впливу військової діяльності на стан повітряного басейну, в тому числі збитків, завданих атмосферному повітрю, а саме внаслідок знищення різних видів бойової техніки.

Об'єктом дослідження є стан повітряного басейну України під впливом військових дій, предметом дослідження – оцінка збитків, завданих атмосферному повітрю внаслідок військової діяльності, в тому числі знищення військової техніки.

В якості вихідних даних в роботі використані дані літературних джерел щодо методів оцінки збитків докільню внаслідок військових дій, а також офіційні матеріали вебресурсу ЕкоЗагроза Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України щодо впливу на атмосферне повітря.

За даними Міжнародних експертів станом на березень 2023 р. визначено, що загальна вартість реконструкції та відновлення в Україні становила вже 411 млрд. доларів США. По регіонах України найбільше потребують капіталовкладень Донецька, Харківська, Луганська і Херсонська області.

Оцінки викидів забруднюючих речовин за результатами звернень показали, що загальний обсяг викидів внаслідок збройної агресії Російської Федерації складає 6430661 т.

Максимальні обсяги викидів відзначаються при знищенні танків, бойових броньованих машин і артсистем. При знищенні одиниці певного виду

бойової техніки найбільші показники викидів на 1 одиницю відзначаються для CO_2 . Максимальна кількість забруднюючих речовин надходить у повітряний басейн при знищенні цистерн з паливом і літаків. Мінімальні показники відзначаються при знищенні автомобільної техніки та безпілотних літальних апаратів.

За розміром завданої шкоди максимальні збитки завдаються в результаті викидів CO_2 , мінімальні – в результаті викидів SO_x та бенз(а)пірену.

Робота складається зі вступу, 3 основних розділів, висновку, переліку посилань і додатків. Обсяг роботи складає 73 с., в т.ч. 31 рис., 7 табл. і 21 літературне джерело.

Ключові слова: військова діяльність, злочин, повітряний басейн, розмір шкоди, бойова техніка.

SUMMARY

Klimov I. Assessment of the Impact of Military Activity on the Air Basin at Particular Regions of Ukraine.

Air quality control is one of the priority tasks of environmental protection. As a result of the armed aggression of the Russian Federation and military operations in various regions of Ukraine, the quality of this valuable natural resource is significantly deteriorating.

The purpose of the master's thesis is to assess the impact of military activities on the state of the air basin, including the damage caused to the air, namely as a result of the destruction of various types of military equipment.

The object of research is the state of the air basin of Ukraine under the influence of military operations, the subject of research is the assessment of damage caused to the atmospheric air as a result of military activities, including the destruction of military equipment.

As initial data, the paper uses data from literature sources on methods for assessing environmental damage as a result of military operations, as well as official materials from the EcoThreat web resource of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine on the impact on the atmospheric air.

According to international experts, as of March 2023, the total cost of reconstruction and rehabilitation in Ukraine has already amounted to USD 411 billion. Among the regions of Ukraine, Donetsk, Kharkiv, Luhansk, and Kherson oblasts are the most in need of investment.

Estimates of pollutant emissions based on the results of the requests showed that the total amount of emissions as a result of the armed aggression of the Russian Federation is 6430661 tons.

The maximum emissions are recorded during the destruction of tanks, armored combat vehicles and artillery systems. When a unit of a certain type of military equipment is destroyed, the highest emissions per unit are recorded for CO_2 .

The maximum number of pollutants is released into the air basin when fuel tanks and aircraft are destroyed. The lowest rates are observed when destroying vehicles and unmanned aerial vehicles.

In terms of the amount of damage caused, the maximum damage is caused by CO_2 emissions, and the minimum damage is caused by SO_x and benzo(a)pyrene emissions.

The paper consists of an introduction, 3 main chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the work is 73 pages, including 31 figures, 7 tables and 21 references.

Key words: military activity, crime, airspace, amount of damage, military equipment.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	11
ВСТУП	12
1 ВІЙСЬКОВІ ДІЇ ТА ЇХ ВПЛИВ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ	14
1.1 Злочини проти довкілля. Правові аспекти	14
1.2 Загальна характеристика впливу на довкілля	17
2 МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЗБИТКІВ ДОВКІЛЛЮ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	33
2.1 Екосистемний підхід	33
2.2 Методика розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди	36
<i>2.2.1 Розрахунок маси неорганізованих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану</i>	37
<i>2.2.2 Визначення розмірів шкоди, завданої неорганізованими викидами забруднюючих речовин або сумішей таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану</i>	38
3 ОЦІНКА ШКОДИ, ЗАВДАНОЇ ПОВІТРЯНОМУ БАСЕЙНУ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	40
3.1 Розрахунок викидів забруднюючих речовин за зверненнями громадян внаслідок бойових дій	40
3.2 Оцінка збитків повітряному басейну внаслідок знищення бойової техніки	48

	10
ВИСНОВКИ	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	62
ДОДАТКИ	65

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

- АЗС – автозаправна станція
- ББМ – бойова броньована машина
- БПЛА – безпілотний літальний апарат
- ЄЕК – Європейська економічна комісія
- ЗР – забруднююча речовина
- НМЛОС – неметанові леткі органічні сполуки
- НПП – національний природний парк
- ОТГ – об'єднана територіальна громада
- ПЗФ – природно-заповідний фонд
- ППО – протиповітряна оборона
- РСЗВ – реактивна система залпового вогню
- ТЗВ – токсичні залишки війни
- ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю

ВСТУП

Стан повітряного басейну є одним з головних факторів, який впливає на здоров'я населення. Контроль якості атмосферного повітря є однією з пріоритетних задач природоохоронної діяльності. Внаслідок збройної агресії Російської Федерації і військових дій в різних регіонах України якість цього цінного природного ресурсу значно погіршується.

Одним з головних завдань, які постали перед Урядом України, Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України у 2022 р., було визначення шкоди, що заподіяна довкіллю внаслідок військової діяльності. Одним з кроків вирішення цього завдання стала розробка відповідних методик, які дозволяють визначити розміри збитків довкіллю. Такі методики на сьогодні розроблені для різних природних середовищ, в тому числі і для атмосферного повітря.

Метою кваліфікаційної роботи магістра є оцінка впливу військової діяльності на стан повітряного басейну, в тому числі збитків, завданих атмосферному повітрю, а саме внаслідок знищення різних видів бойової техніки.

Об'єктом дослідження є стан повітряного басейну України під впливом військових дій, предметом дослідження – оцінка збитків, завданих атмосферному повітрю внаслідок військової діяльності, в тому числі знищення військової техніки.

В якості вихідних даних в роботі використані дані літературних джерел щодо методів оцінки збитків довкіллю внаслідок військових дій, а також офіційні матеріали вебресурсу ЕкоЗагроза Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України щодо впливу на атмосферне повітря.

При виконанні роботи були поставлені такі завдання:

- ознайомитися з правовими аспектами злочинів проти довкілля;

- за літературними джерелами надати загальну характеристику впливу на стан довкілля внаслідок збройної агресії Російської Федерації;
- ознайомитися з методами оцінки збитків довкілля внаслідок військової діяльності;
- виконати оцінки збитків, завданих атмосферному повітрю, внаслідок військової діяльності, в тому числі знищення військової техніки.

Новизна отриманих результатів полягає у тому, що вперше для території України виконано оцінку збитків, завданих повітряному басейну внаслідок військових дій. Отримані результати є однією зі спроб апробації розробленої Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України методики з метою можливого її подальшого удосконалення.

Тематика роботи відповідає основним напрямам наукової діяльності кафедри екології та охорони довкілля ОДЕКУ.

Робота апробована на декількох конференціях різного рівня, в т.ч.:

- I етап Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт зі спеціальності «Екологія» (Одеса, ОДЕКУ, листопад 2022 – 2023 рр.);
- III Міжнародна науково-практична конференція «Екологія. Довкілля. Енергозбереження» (Полтава, НУ «Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка», грудень 2022 р.);
- Міжнародний конкурс студентських наукових робіт «Black Sea Science» (Одеса, ОНТУ, березень 2023 р.);
- XXII наукова конференція молодих вчених Одеського державного екологічного університету (Одеса, ОДЕКУ, травень 2023 р.);
- круглий стіл «Проблема захисту довкілля під час війни та повоєнного відновлення України» (Кривий Ріг, громадська організація «Досить труїти Кривий Ріг», жовтень 2023 р.).

За темою роботи підготовлено і опубліковано 3 наукових праці (1 стаття у фаховому виданні категорії «Б», матеріали доповідей).

1 ВІЙСЬКОВІ ДІЇ ТА ЇХ ВПЛИВ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ

1.1 Злочини проти довкілля. Правові аспекти

У матеріальному кримінальному праві України виділяють 10 типів злочинів, до яких в тому числі відносяться злочини проти довкілля. Відповідно до Кримінального кодексу України, дії, які посягають на довкілля та його компоненти, раціональне використання та охорона яких забезпечують життєдіяльність населення, і полягають у безпосередньому протиправному впливу на них, що призводить до негативних змін стану та якості довкілля, називається злочином проти довкілля.

Правові основи екологічної політики закладені у Декларації про державний суверенітет України й Конституції України, яка встановлює обов'язок держави забезпечувати екологічну безпеку, гарантує громадянам право на безпечне для життя і здоров'я навколишнє природне середовище. Всі природні багатства нашої країни згідно з Конституцією (ст. 13), є об'єктами права власності Українського народу.

За об'єктом злочини проти довкілля можна кваліфікувати так:

- злочини проти екологічної безпеки;
- злочини у сфері землекористання, охорони надр, атмосферного повітря;
- злочини у сфері охорони водних ресурсів;
- злочини у сфері лісовикористання, захисту рослинного і тваринного світу [1].

Зрозуміло, що дана практика стосується громадян України та застосування до них у разі скоєння будь-яких злочинів проти довкілля відповідних запобіжних заходів.

Проте і міжнародне законодавство свідчить про те, що злочини проти довкілля є також частиною військових злочинів. Так, згідно з п. 3 ст. 35

Додаткового протоколу до Женевських конвенцій від 12 серпня 1949 р., що стосується захисту жертв міжнародних збройних конфліктів (Протокол I), від 8 червня 1977 р. «заборонено застосовувати методи або засоби ведення воєнних дій, які мають на меті завдати або, як можна очікувати, завдадуть широкої, довгочасної і серйозної шкоди природному середовищу» [2].

Такі ж принципи з урахуванням необхідності сталого розвитку будь-якої держави зазначені у Декларації Ріо-де-Жанейро про навколишнє середовище і розвиток 1992 р. [3]. Принцип 24 вказаного документу свідчить, що «війна неминуче надає руйнівний вплив на процес сталого розвитку. Тому держави повинні поважати міжнародне право, що забезпечує захист навколишнього середовища під час збройних конфліктів, та мають співпрацювати, за необхідності, у справі його подальшого розвитку».

Детальний огляд міжнародних Конвенцій, Декларацій та інших документів щодо статусу впливу воєнних злочинів на стан довкілля наведено у роботі [4]. Зазначимо, що крім документів, згаданих вище, питання воєнного злочину проти довкілля розглядається у Римському статуті Міжнародного кримінального суду, Конвенції про заборону воєнного або будь-якого іншого ворожого використання засобів впливу на природне середовище від 10 грудня 1976 р. (ст. 1), Міжнародному гуманітарному праві «Заподіяння значної шкоди навколишньому природному середовищу» (норма 45). Автор роботи зазначає, що воєнний злочин проти довкілля – це передбачене міжнародним гуманітарним правом діяння, що посягає на довкілля та його компоненти, раціональне використання та охорона яких забезпечують життєдіяльність людини, і полягає в безпосередньому протиправному здійсненні нападу, коли відомо, що такий напад послугує причиною обширної, довгострокової та серйозної шкоди, яка є явно непропорційною порівняно з конкретною і безпосередньо очікуваною загальною військовою перевагою. Знищення довкілля можна вважати військовим злочином.

З початком військових дій на території України дуже часто вживається термін «екоцид». Під екоцидом, відповідно до ст. 441 Кримінального кодексу України, розуміється масове знищення рослинного або тваринного світу, отруєння атмосфери або водних ресурсів, а також вчинення інших дій, що можуть спричинити екологічну катастрофу [5]. Здійснення дій, які класифікуються як екоцид, карається позбавленням волі від 8 до 15 років.

У міжнародному праві екоцид сприймається як вплив на природні складові довкілля (атмосфера, гідросфера, педосфера), а також на біоту з метою зміни їх динаміки, складу чи структури, вплив на (або через) космічний простір, що може потягнути чи потягнуло масове знищення наповнення сфер Землі, інші тяжкі наслідки. Тобто це факти цілеспрямованого негативного впливу на природне середовище. Особливо важкою формою екоциду є воєнний екоцид – порушення екосистем, а також середовища проживання людини в результаті бойових дій, які мають військову і політичну ціль. Застосування хімічної зброї теж може бути розцінене як екологічний злочин, якщо зафіксовано масований негативний вплив на довкілля. Якщо ж такого впливу не має, це кваліфікується у міжнародному праві як військовий, а не екологічний злочин [6].

Документами, які порушує країна-агресор, є Міжнародна конвенція СЕК ООН «Про охорону та використання міжнародних водотоків та міжнародних озер», Конвенція про водно-болотні угіддя (Рамсарська конвенція). Вказані документи також мають міжнародне значення.

Перелік екозлочинів Російської Федерації досить значний. Основними з них можна вважати такі:

- надзвичайні ситуації, пов'язані із підривами, бомбардуванням складів паливно-мастильних матеріалів, сховищ нафтопродуктів, підприємств, які можуть використовувати небезпечні та/або хімічні речовини у виробництві;
- пошкодження, руйнування або зупинка діяльності очисних споруд (водоканали, промислові об'єкти);

- руйнування дамб полів фільтрації та витік відходів на рельєф місцевості;
- руйнування очисних або гідротехнічних споруд;
- займання (горіння, тління) місць видалення відходів (полігонів твердих побутових відходів, сміттєзвалищ);
- пошкодження ґрунтового покриву, горіння, рубка лісів, особливо на територіях природно-заповідного фонду [7].

Сьогодні українські державні органи (Комітет Верховної Ради України з питань екологічної політики та природокористування, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів, Державна екологічна інспекція України тощо), волонтери, активісти, громадяни України активно працюють над фіксацією та документацією екоциду країни-агресора на нашій території. Ці матеріали будуть основою для визначення масштабів та вартості збитків, завданих унаслідок військової агресії, а також розслідування Міжнародного кримінального суду щодо воєнних злочинів проти людства та довкілля, здійснених на території України.

Всеукраїнський гуманістичний рух UAnimals виступив ініціатором міжнародної інформаційної кампанії, яка закликає Європейський парламент, ООН, держави-партнери, міжнародні організації засудити дії Російської Федерації, а також сприяти припиненню злочинів екологічного характеру. З метою засудити російський екологічний тероризм в Україні та вимогою покарання Російської Федерації за екологічні злочини було створено петицію «Stop ecocide in Ukraine: punish Russia for the crimes against environment» (<http://surl.li/dorhq>) [7].

1.2 Загальна характеристика впливу на довкілля

У серпні 2022 р. Урядом України сумісно зі Світовим банком і Європейською комісією було підготовлено звіт «Україна: швидка оцінка

завданої шкоди та потреб на відновлення – серпень 2022» [8]. Цей звіт містить попередні дані щодо збитків, завданих Україні, в т.ч. і доквітлю внаслідок збройної агресії Російської Федерації станом на серпень 2022 р.

Розглянемо більш детально дані щодо збитків, завданих доквітлю на той час.

Станом на 1.06.2022 р. було втрачено близько 3 % насаджень через лісові пожежі, а 38 % були недоступні через мінування. Завдана шкода лісовим насадженням, дорогам, будівлям і обладнанню становила майже 2,5 млрд. доларів США. Вартість втрачених екосистемних послуг внаслідок мінування, що робить ліси недоступними, оцінювалась в 739 млн. доларів США. Це вартість втрачених послуг протягом 21 місяця з березня 2022 р. Слід зазначити, що темпи відновлення лісового господарства повільні, і вказані збитки можуть значно перевищити цей період. Галузеві потреби на відновлення та відбудову з урахуванням посилення потенціалу установ, покращення обладнання та продуктивності розсадників було оцінено в 1,2 млрд. доларів США [8].

Станом на 5 травня 2022 р. було зареєстровано 377 випадків екологічних інцидентів. Найчастіше постраждалими регіонами у 2022 р. були східні і південно-східні регіони України, а також Київська область. Найбільш постраждалою від екологічних інцидентів була Харківська область. Також сильно постраждали Луганська, Донецька, Дніпропетровська, Миколаївська, Київська та Запорізька області (рис. 1.1) [8].

У зоні бойових дій знаходилось близько 360 критично важливих об'єктів, деякі з яких вже пошкоджені. Спостерігалися численні інциденти із забрудненням повітря і потенційно серйозне забруднення ґрунтових і поверхневих вод. На рис. 1.2 наведено дані щодо екологічних ризиків, пов'язаних з війною в Україні. Так, серед промислових об'єктів, які створюють серйозний ризик забруднення, визначено такі: Запорізька і Чорнобильська АЕС, Авдіївський коксохімічний завод, Торезький завод наплавочних твердих сплавів, Маріупольський металургійний комбінат, а

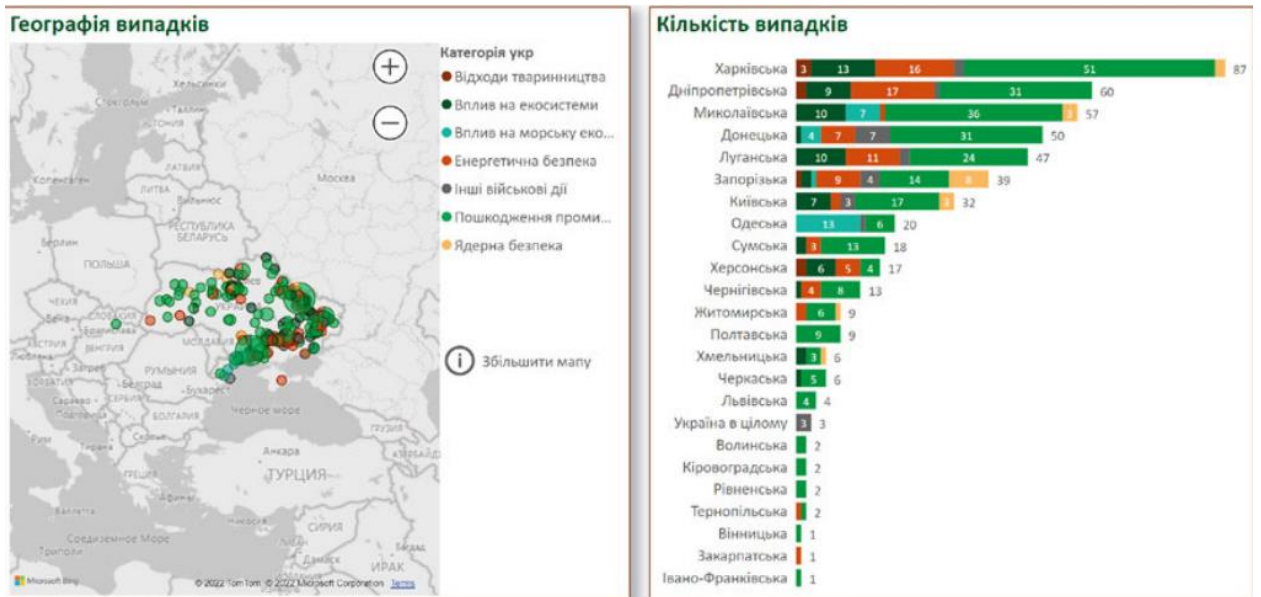


Рисунок 1.1 – Екологічні інциденти станом на 5 травня 2022 р. [8]

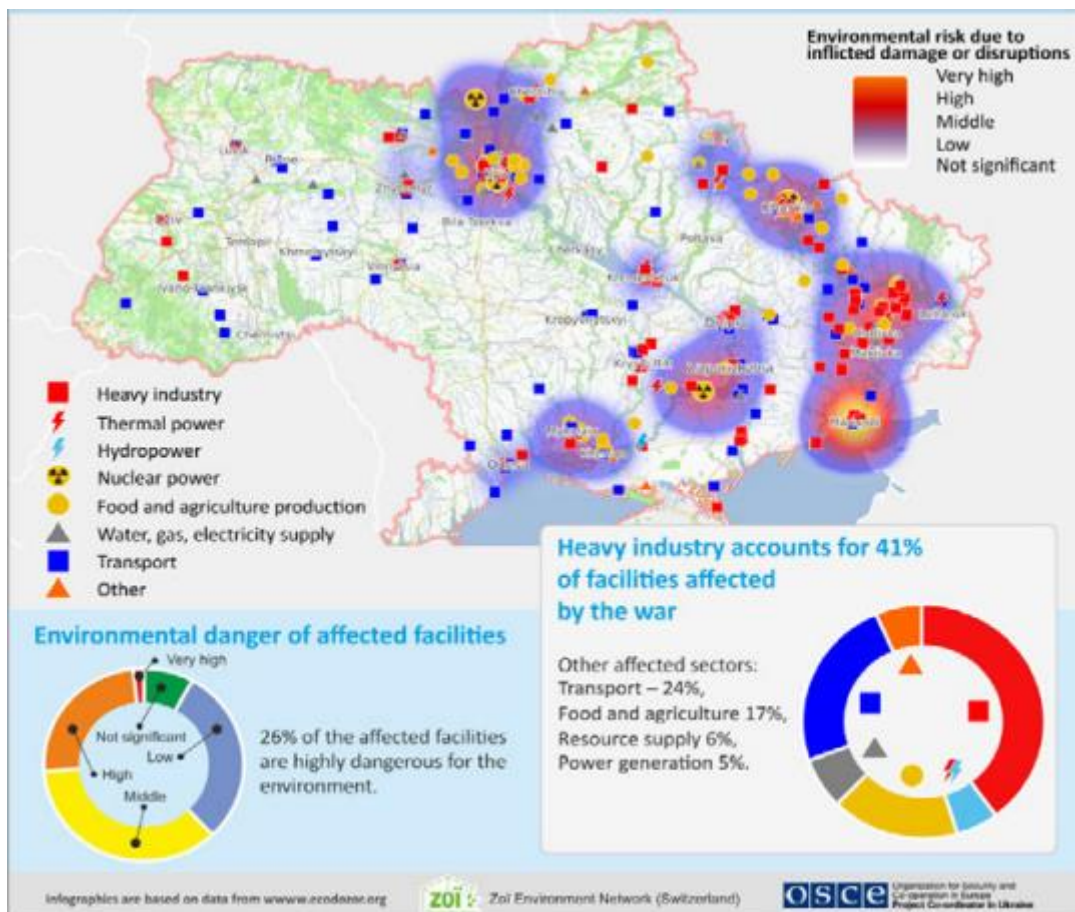


Рисунок 1.2 – Екологічні ризики через війну в Україні [7]

також всі порти, нафтосховища і вугільні шахти [8].

Якщо визначати вплив на забруднення повітря та ризик для здоров'я населення, то відомо, що пожежі, дим і пари, спричинені обстрілами, зокрема пожежі в житлових районах, мають значний вплив на якість повітря. Водночас, значним джерелом забруднення повітря є лісові пожежі, які також зосереджені в зоні бойових дій (рис. 1.3). До початку масштабних військових дій в Україні не виконувалася оцінка впливу забруднення повітря внаслідок військових дій на здоров'я населення [8].

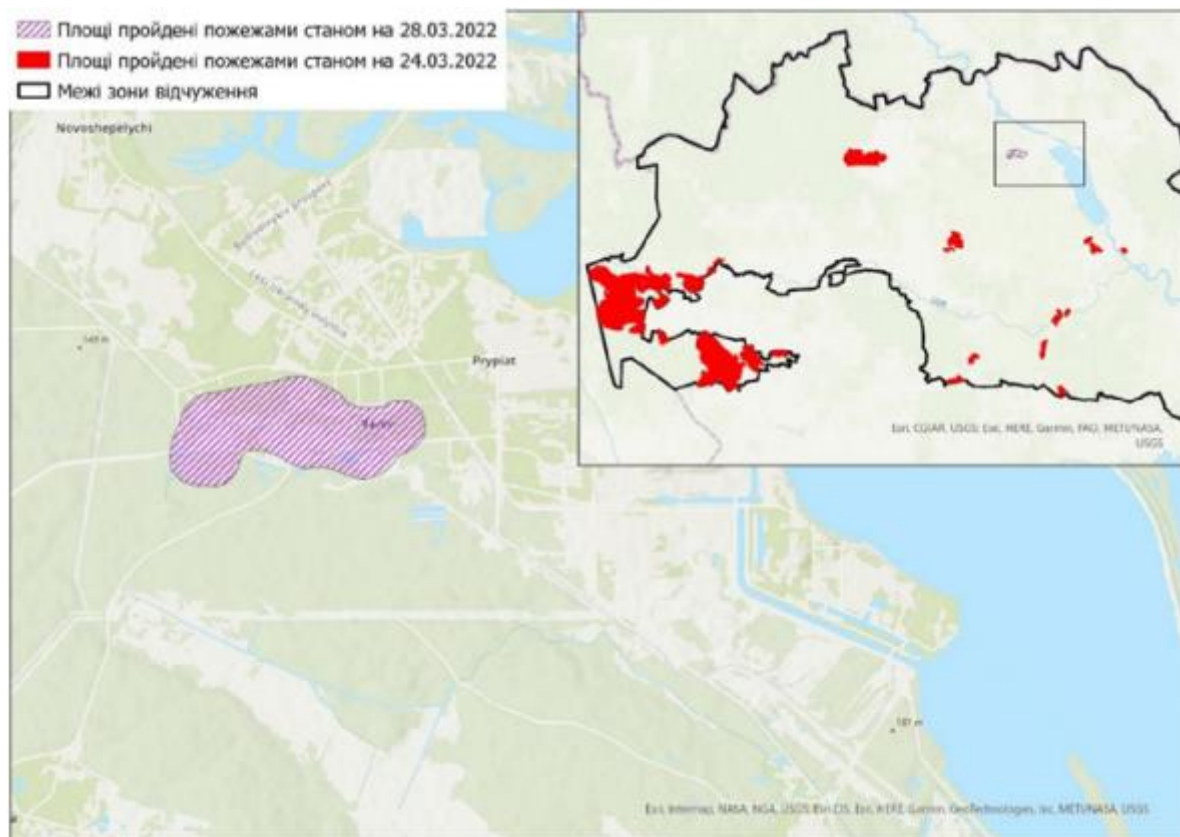


Рисунок 1.3 – Території з лісовими пожежами в зоні відчуження станом на 18:00 28 березня 2022 р. [8]

Значної шкоди було завдано об'єктам водної інфраструктури, що спричинило ризик для здоров'я населення. У всіх містах Луганської області на території, підконтрольній Україні, відсутнє водопостачання та очищення стічних вод. Значно пошкоджено об'єкти водопостачання та каналізації в Донецькій, Запорізькій, Харківській та Миколаївській областях. Найбільші

пошкодження довкілля спричиняли руйнування очисних споруд і дамб та виведення з ладу обслуговуючих організацій, які займаються водопостачанням та очищенням стічних вод. У багатьох регіонах вода потрапляє у водойми без очистки, особливо там, де відбуваються активні бойові дії. Внаслідок пошкодження інфраструктури водопостачання, за попередніми оцінками, 1,4 мільйона осіб в Україні не мають доступу до безпечної води, а ще 4,6 мільйона осіб мають лише обмежений доступ. Так, система водопостачання з р. Дніпро до м. Миколаїв була серйозно пошкоджена внаслідок обстрілу, що на 3 тижні перекрило доступ до питної води, поки основні потреби не були задоволені водою, що доставляється з сусідніх регіонів. З 1 червня 2022 р. в Україні розпочався посилений епідеміологічний нагляд за випадками прояву симптомів холери. Відомо, що діти віком до 15 років, які живуть у країнах, що постраждали від конфлікту, майже втричі частіше вмирають від діарейних захворювань, спричинених відсутністю безпечної води, санітарії та гігієни, ніж безпосередньо від силових дій. Найбільший ризик існує для дітей віком до 5 років, у яких ймовірність смерті більш ніж у 20 разів вище. Шкода здоров'ю через відсутність доступу до чистої води (додаткова смертність від діареї) оцінювалася на той час в діапазоні 138 – 257 млн. доларів США [8].

Ще однією важливою проблемою стала проблема утворення небезпечних відходів. Високонебезпечні відходи внаслідок війни перевищують загальну кількість щорічних відходів в Україні. З урахуванням майбутнього вони будуть представляти серйозну проблему як з точки зору очищення, так і дезактивації. Витрати можуть варіюватися залежно від типу відходів і технології безпечної утилізації. Відомо, що були пошкоджені численні промислові об'єкти, склади і фабрики, на деяких з них зберігалася низка небезпечних речовин. Військові дії в Донецькій і Луганській областях є стали загрозою приблизно для 4500 гірничодобувних, металургійних і хімічних підприємств. Серед вказаних галузей промисловості 80 % мають небезпечні установки, які становлять загрозу для довкілля. У регіоні також

розташовано 200 з 465 сховищ відходів України – великих водойм, в яких зберігаються промислові відходи і токсичні відходи важкої гірничодобувної, хімічної та енергетичної галузей промисловості (рис. 1.4). Більше половини (60 %) цих об'єктів були старими, деякі з них покинуті їх власниками або знаходяться в аварійному стані. Близько 3/4 з них вважаються потенційно небезпечними, оскільки в них зберігається близько 6 млрд. т відходів різних галузей промисловості. Наслідками може стати забруднення великих річок України, таких як Дністер, Дніпро і Сіверський Донець, які протікають і через інші країни [8].



Рисунок 1.4 – Сховища відходів в Україні [8]

Забруднення внаслідок застосування зброї, особливо в населених районах, і великі обсяги відходів від війни, включно зі зруйнованими військовими транспортними засобами, створюють серйозну проблему щодо очищення території країни. Такі забруднення і відходи, виявлені в зонах

бойових дій, називаються токсичними залишками війни (ТЗВ). Вони утворюються через гербіциди бойового призначення, викиди з військових баз, уламки будівель, поведження з відходами війни, до яких відносяться ями для спалювання, утилізації боєприпасів під час і після конфлікту. Станом на серпень 2022 р. внаслідок війни було вже утворено більше 200000 т небезпечних відходів і металобрухту, які класифікуються як ТЗВ [8].

Слід відзначити про шкоду, яка завдана заповідникам та іншим об'єктам природно-заповідного фонду, що охороняються. Так, близько 20 % площі всіх територій, що охороняються, знаходиться під загрозою. До регіонів, які знаходяться під загрозою, належать 17 Рамсарських ділянок (водно-болотних угідь міжнародного значення) загальною площею 627300 м²; близько 160 територій Смарагдової мережі площею 2,5 млн. га; 4 біосферних заповідника. Така ситуація створює загрозу стратегічним цілям щодо збереження біорізноманіття, призводить до зниження потенціалу поглинання парникових газів і посилює процес опустелювання. Можливе зникнення ендемічних видів рослин і тварин матиме значні наслідки для біорізноманіття в планетарному масштабі. Масштаби потенційної шкоди є більшими, оскільки військові дії почалися ближче до весни, коли тварини переміщуються в пошуках партнерів і їжі, а також, коли вони вирощують своїх дитинчат. За офіційними даними, більше 900 заповідних територій загальною площею 1,2 млн.га або 30 % площі всіх природоохоронних територій України постраждали від обстрілів, бомбардувань, забруднення і військових маневрів. 1/5 частина з 377 об'єктів Смарагдової мережі країни, що охороняються відповідно до Бернської конвенції, була зруйнована внаслідок військових дій. До них належать унікальні степові середовища існування найвищої природної цінності, густі ліси уздовж р. Сіверський Донець, які забезпечують притулок, їжу і місця гніздування хижих птахів, що знаходяться під охороною. Також, оскільки сільськогосподарським угіддям загрожують наземні міни, в окремих регіонах виникла потреба перейти до перетворення унікальних степових районів в

сільськогосподарські угіддя. Це є непрямим впливом війни на біорізноманіття та екосистемні послуги [8].

У березні 2023 р. був підготовлений другий документ оцінки шкоди державі, в т.ч. і довкіллю, внаслідок військових дій з лютого 2022 р. по лютий 2023 р. [9]. Так, визначено, що загальна вартість реконструкції та відновлення в Україні зростає до 411 млрд. доларів США. Вважається, що вартість реконструкції та відновлення розтягнеться на 10 років. За отриманими оцінками найбільші потреби очікуються в транспортній галузі (22 %), житловому секторі (17 %), енергетиці (11 %), соціальному захисті (10 %), у боротьбі з вибухонебезпечними речовинами (9 %) і сільському господарстві (7 %). Максимальний пропорційний приріст збитків спостерігався в енергетиці (більше ніж у 5 разів порівняно з червнем 2022 р.). По регіонах України найбільше потребують капіталовкладень Донецька, Харківська, Луганська і Херсонська області [9].

Оцінку збитків по регіонах України, завданих довкіллю, станом на березень 2023 р., наведено у табл. 1.1.

Зазначені оцінки враховують лише витрати на відновлення фізичних активів та інфраструктури. При цьому не враховується вартість забруднення довкілля через руйнування та нефункціонування промислових об'єктів, очисних споруд та ін., а також вартість відновлення деградованих екосистемних послуг або компенсацію за їхнє погіршення. Так, якщо було знищено ліс, то застосована оцінка враховує вартість його заміни, але не втрату його екологічних функцій і послуг у разі повторної висадки (виращування) лісу.

Дамо коротку характеристику окремих масштабних подій, що сталися, та їх наслідки. Характеристика надана за результатами досліджень журналістів «Радіо Свобода» [10].

Дамба на р. Ірпінь, Київська область. Щоб ускладнити рух російських військ в напрямку Києва, ЗСУ навесні 2022 р. підірвали дамбу на р. Ірпінь. Так

Таблиця 1.1 – Збитки, втрати та потреби за областями, млн. доларів США [9]

Область	Збитки	Втрати	Потреби
Вінницька			6,5
Волинська			11,7
Дніпропетровська			3,3
Донецька	322,3	55,6	182,8
Житомирська	51,9	30,8	47,6
Закарпатська			12,3
Запорізька	15,5	15,1	10,5
Івано-Франківська			10,7
Кіровоградська			3,1
Київська	183,9	63,2	114,5
Луганська	326,0	87,4	186,8
Львівська			11,6
Миколаївська	19,1	4,6	12,5
Одеська			3,8
Полтавська			4,6
Рівненська			13,6
Сумська	1,0	53,5	8,5
Тернопільська			3,4
Харківська	444,0	79,1	254,1
Херсонська	106,0	31,2	61,1
Хмельницька			4,9
Черкаська			5,9
Чернігівська	67,9	102,7	50,2
Чернівецька			4,4
Всього	1537,7	523,2	1453,3

р. Ірпінь стримала російські війська, але все ж підтопила декілька сіл: Демидів, Козаровичі, Червоне, Гута- Межигірська, Горенки та Мощун. Приблизний масштаб затоплення на той час складав понад 25 км². З часом площа затоплення збільшилась до 46 км² (рис. 1.5). Були змиті пестициди та агрохімікати з сільськогосподарських угідь, будівельні матеріали з майданчиків, фарби з металообробного цеху і важкі метали з електричної інфраструктури [10].



Рисунок 1.5 – Річка Ірпінь, Київська область [10]

Нафтобаза, Львів. 26 березня 2022 р. сталася одна з перших атак на м. Львів. Тоді було завдано удару ракетою по нафтопереробному заводу на території міста (рис. 1.6). Згідно з повідомленнями Львівської обласної військової адміністрації, нафтобаза була повністю зруйнована, також пошкоджені ємності, в яких зберігались нафтопродукти. Здійнялась пожежа, яку рятувальникам вдалось загасити протягом ночі. В результаті розливу нафти відбулося її потрапляння у ґрунти, що в свою чергу призвело до загибелі окремих живих організмів [10].



Рисунок 1.6 – Нафтобаза, м. Львів [10]

Ізюмський ліс, Харківська область. Через бойові дії у Харківській області сильно постраждав Ізюмський ліс. Більша його частина вигоріла. Вік дерев, які згоріли, складав у середньому 30 – 40 років. Поряд із шкодою для біоти, слід відзначити суттєвий вплив бойових дій на ґрунтовий покрив. Внаслідок пересування важкої техніки відбулося ущільнення ґрунтів і, відповідно, порушення процесів повітря- та вологообміну, погіршення умов для відновлення лісового покриву (рис. 1.7) [10].

Кінбурнський п-ів, Миколаївська область. Внаслідок бойових дій на півострові неодноразово спалахували масштабні пожежі, в т.ч. на території заповідних об'єктів (рис. 1.8). Це регіональний ландшафтний парк «Кінбурнська коса», ділянка «Волижин ліс» (належить до Чорноморського біосферного заповідника), національний природний парк «Білобережжя Святослава» [10].

Запорізька АЕС, Енергодар. Внаслідок бойових дій у серпні 2022 р. здійнялась пожежа у зеленій зоні, яка межує з територією Запорізької АЕС (рис. 1.9). Пізніше внаслідок обстрілів сталася ще одна пожежа. Був тимчасово



Рисунок 1.7 – Ізюмський ліс, Харківська область [10]



Рисунок 1.8 – Кінбурнська коса, Миколаївська область [10]

відключений енергоблок № 6, який живив власні потреби станції, що могло призвести до дестабілізації роботи атомної електростанції. Але згодом електропостачання вдалось відновити [10].



Рисунок 1.9 – Запорізька АЕС, м. Енергодар [10]

Зрозуміло, що наведений перелік подій, які сталися в Україні внаслідок військової діяльності, та їх наслідків для довкілля є неповним. Його можна продовжувати ще довго. Однією з останніх масштабних екологічних катастроф стало підриг Каховської ГЕС 6 червня 2023 р. (рис. 1.10).

Так, в результаті підригу було завдано непоправної шкоди флорі й фауні місцевості, знищено врожай, поставлено під загрозу життя людей, зруйновано їхні будинки і, найголовніше, поставлено під загрозу безпечну роботу ЗАЕС.

Зрозуміло, що результатом цієї події є десятки загиблих і зниклих безвісти людей, втрата людьми майна, евакуація до інших міст, десятки знівечених населених пунктів із тисячами зруйнованих домівок через те, що вони опинилися під водою.

Попередні наслідки підригу було названо в «Укргідроенерго». Так було втрачено:

- остання сходинка Дніпровського каскаду ГЕС, яка стримувала велику воду Каховського водосховища;



Рисунок 1.10 – Наслідки підриву Каховської ГЕС [11]

- Каховське водосховище об'ємом 18,2 м³, що забезпечувало водою чотири області України та сприяло розвитку сільського господарства; позбавлений водопостачання окупований росіянами Крим;
- 1,5 – 2 млрд. квт•год електроенергії, які станція виробляла в середньому для енергосистеми на рік до жовтня 2022 р.;
- маневрові потужності для регулювання пікових навантажень, зокрема в Херсонській та Миколаївській областях;
- споруда Каховської ГЕС, яка була в т.ч. пам'яткою архітектури;
- глибоководний шлях від Чорного моря до Запоріжжя, який був артерією для проходження суден з усього світу;
- міст з автомобільною дорогою та залізничним сполученням, газопроводом та іншими комунікаціями, що з'єднували правий і лівий береги.

Підри́в Каховської ГЕС класифікується як найбільша техногенна катастрофа в Європі після вибуху на Чорнобильській АЕС [12].

Головні катастрофічні наслідки зазнаватиме аграрний сектор економіки. Без води з Каховського водосховища меліоративні системи південних областей просто не будуть працювати. Так, зупинене водопостачання 31 системи зрошення полів Дніпропетровської, Херсонської та Запорізької областей. У 2021 р. ці системи забезпечували зрошення на 584 тис. га. Слід відзначити, що більшість зрошувальних систем знаходиться на тимчасово окупованих територіях і неможливо сказати, в якому вони стані. За даними Міністерства аграрної політики та продовольства України у 2023 р. на правому березі Дніпра працюють лише 13 зрошувальних систем. Внаслідок підри́ву без води залишилось 94 % зрошувальних систем в Херсонській, 74 % – в Запорізькій і 30 % – в Дніпропетровській областях. За попередніми оцінками зрошення буде неможливим в Херсонській області протягом 2 – 3 років.

Підри́в Каховської ГЕС спричинив масштабну екологічну катастрофу для рибного господарства: водні біоресурси водойм Херсонщини, Дніпропетровщини, Миколаївщини та інших областей можуть загинути без води. Були зафіксовані випадки замору риби (рис. 1.11). Ще однією проблемою може стати потрапляння і загибель прісноводної риби та інших гідробіонтів у солоних водах Чорного моря. Чорноморська фауна від масивного напливу прісної води також може загинути. Фінішна пора нересту у пониззі Дніпра практично була зірвана, знищені нормальні умови існування популяцій цінних видів риб.

Затоплений єдиний в Україні державний осетровий завод «Виробничо-експериментальний Дніпровський осетровий рибовідтворювальний завод ім. акад. С.Т. Артющика», розташований у с. Дніпровське Білозерського району Херсонської області. Він працював з 1984 р. і компенсував відтворення осетрових видів риб в Україні, які втратили можливість природного розмноження. Щороку завод забезпечував вселення понад 1,5 млн. екземплярів молоді осетрових.



Рисунок 1.11 – Замор риби внаслідок підриву Каховської ГЕС [11]

За даними Держрибагентства, за перші дні після теракту було знищено майже 30 тис. рибин, що завдало українському рибному господарству збитків на 7,6 млн. грн. За прогнозними оцінками загинути може 95 тис. т дорослих особин, що завдасть близько 4 млрд. грн. збитків українському рибному господарству.

Також під загрозою опинились цілі галузі сільського господарства півдня України. В умовах закриття доступу до води в тих кліматичних умовах, які складаються, забезпечити повноцінне вирощування низки культур буде неможливо. Підрив Каховської ГЕС – це особливий удар по виробництву овочів, фруктів, винограду, баштану [11].

Це досить неповний перелік наслідків цієї катастрофи. Повну оцінку можна буде надати лише з часом.

2 МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЗБИТКІВ ДОВКІЛЛЮ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

2.1 Екосистемний підхід

Відомо, що збитки (або втрати) внаслідок військової діяльності охоплюють різні галузі, а саме руйнація інфраструктури, погіршення умов життєдіяльності, втрата майна, людських ресурсів, забруднення довкілля, знищення природних багатств та історичних пам'яток, економічні, соціальні, психологічні проблеми тощо.

У роботі [13] запропоновано принцип екосистемного підходу для оцінки. Так, стосовно екологічної сфери збитки можна оцінювати за 3 показниками: 1) ступінь пошкодження; 2) стійкість до впливу загроз; 3) вразливість. Пошкодження та руйнації залежать від типу зовнішньої загрози і внутрішньої структури об'єкта (системи), на яку діє зовнішня загроза, а також від того, відносно чого/кого проводиться оцінка. Стійкість розглядають як спроможність протидіяти змінам зовнішнього середовища, здатність до самоорганізації, збереження своєї структури і характеру функціонування та можливість повернення до вихідного стану. Вразливість трактують як імовірність збільшення збитків або руйнацій під дією зовнішніх факторів [13].

Запропонована методика оцінки впливу загроз, збитків, втрат ґрунтується на класифікації екосистем (біотопів). За європейською класифікацією EUNIS усе різноманіття екосистем розподіляється на 10 типів: А – морські; В – прибережні; С – водні; D – прибережно-болотні; Е – трав'яні; F – чагарникові; G – лісові; Н – наскельні; І – сільськогосподарські, що постачають ресурси для задоволення потреб людини (від харчування до естетичної насолоди); J – технічні, що забезпечують проживання та існування (інфраструктура) [13].

В якості підходу автором розглянуто застосування бальної оцінки

збитків довікллю на прикладі урбоекосистем (табл. 2.1). При цьому залежно від типу урбоекосистеми цей перелік можна змінювати, окремі позиції (ознаки) вилучати чи додавати і проводити розрахунки за наявними збитками. За вихідну позицію приймається відсутність порушень, що позначається балом «0».

Таблиця 2.1 – Бальна оцінка збитків урбоекосистемам внаслідок воєнних дій

[13]

Характеристики збитків	Бальна оцінка			
	4	3	2	1
Можливість відновлення урбоекосистем	Інфраструктура знищена повністю і не підлягає відновленню	Відновлення інфраструктури можливе	Необхідний капітальний ремонт об'єктів	Необхідний технічний ремонт
Масштабність руйнування	Великий регіон або населений пункт державного значення	Населений пункт обласного значення та прилеглі території	Окремі частини населеного пункту	Локальні пошкодження
Значущість найцінніших пошкоджених об'єктів	Цінний, унікальний для України	Цінний, унікальний для регіону (області)	Цінний для населеного пункту	Типова структура
Оцінка збитків інфраструктури	Знищено всю інфраструктуру населеного пункту	Знищено частину об'єкта і прилеглу (обслуговуючу) інфраструктуру	Знищено функції цільового об'єкта	Порушено функції цільового об'єкта
Оцінка втрат населення	Масові людські жертви	Жертви серед мешканців	Тотальна міграція населення, поодинокі випадки жертв	Міграція населення
Оцінка фінансових потреб на відновлення зруйнованої інфраструктури	Потребує масштабного зовнішнього фінансування	Потребує державного фінансування та залучення окремих спонсорів	Потребує обласного фінансування	Можливе відновлення за рахунок місцевого фінансування
Різноманітність збитків	Повне знищення різних типів інфраструктури	Обмежена зона знищення технотипів (житлових масивів та інших типів інфраструктури)	Знищення цільового об'єкта та прилеглої інфраструктури	Знищення чи пошкодження цільового об'єкта одного типу

Продовження табл. 2.1

Характеристики збитків	Бальна оцінка			
	4	3	2	1
Оцінка втрат у тваринництві, птахівництві	Повне знищення ферм, комплексів, тварин/птахів	Часткове знищення поголів'я худоби чи птахів	Втрата худоби чи птахів у приватному секторі	Окремі випадки втрати худоби чи птахів
Оцінка втрат рослинної, сільсько-господарської продукції	Руйнація с/г угідь та втрата врожаю, що не підлягає відновленню протягом року	Втрата річного запасу с/г продукції населеного пункту	Втрата с/г продукції мешканців населеного пункту, яка може бути відновлена протягом сезону	Втрата запасів с/г продукції окремих фермерів
Прогнозний час відновлення	Відновленню не підлягає	5 – 10 років	2 – 5 років	Протягом року
Наявність заражених чи забруднених територій	Територія небезпечна для перебування	Територія непридатна для проживання	Територія потребує очищення	Окремі ділянки потребують очищення
Наявність замінованих територій чи об'єктів	Значні площі замінованих ділянок, що спричинило людські жертви	Заміновані ділянки, що спричинило руйнування чи пошкодження інфраструктури	Території, окремі об'єкти, які потребують розмінування	Території та об'єкти потребують огляду

Так, з урахуванням масштабів, розмірів, ступеня втрат, можливості відновлення всі урбоекосистеми розподіляють на 5 категорій:

- 1) *А* (понад 80 % балів) – ремонту не підлягають і потребують формування нової інфраструктури;
- 2) *Б* (60 – 79 %) – потребують значного додаткового (зовнішнього) фінансування;
- 3) *В* (40 – 59 %) – ремонтні та відновлювальні роботи потребують додаткової фінансової та матеріальної допомоги;
- 4) *Г* (20 – 39 %) – збитки незначні, ліквідація наслідків можлива за рахунок власних резервів на рівні ОТГ;
- 5) *Д* (до 20 %) – територія фактично не зазнала пошкоджень [13].

2.2 Методика розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди

Методику затверджено наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 175 від 13.04.2022 р. Вона визначає розрахунок маси неорганізованих викидів забруднюючих речовин (ЗР) або сумішей таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану, перелік яких визначено додатком 1 до цієї Методики, та визначення розмірів шкоди завданої такими викидами.

Фактичним забруднення атмосферного повітря вважається у разі, коли внаслідок надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану, від джерела викиду в атмосферне повітря здійснено неорганізований викид ЗР або сумішей таких речовин.

Факти неорганізованого викиду ЗР або суміші таких речовин в атмосферне повітря, а також їх масштаби встановлюються уповноваженими особами, які здійснюють у межах повноважень, передбачених законом, державний нагляд (контроль) у сфері охорони навколишнього природного середовища, зокрема, але не виключно, шляхом огляду місця події, даних дистанційного зондування землі, лабораторних досліджень атмосферного повітря, опрацювань висновків будь-яких експертиз, пояснення, довідок, документів, матеріалів, відомостей, отриманих з будь-яких джерел, оперативних повідомлень фізичних та юридичних осіб тощо [14].

2.2.1 Розрахунок маси неорганізованих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану

У разі наявності інформації про масу згорілої речовини, розрахунок маси неорганізованих викидів кожної ЗР або суміші таких речовин (*Мі*викид) в атмосферне повітря від джерела викиду здійснюється за формулою:

$$M_{\text{івикид}} = q_i \times M_{\text{сі}}, \quad (2.1)$$

де *i* – ЗР або суміш таких речовин (*СО*, *NO_x* та ін.);

q_i – питомий показник викиду ЗР або суміші таких речовин, визначається згідно з додатком 1 до Методики, т/т;

M_{сі} – маса згорілої речовини, т.

У разі відсутності інформації про масу згорілої речовини, розрахунок маси неорганізованого викиду для кожної ЗР або суміші таких речовин (*Мі*викид) в атмосферне повітря від джерела викиду, здійснюється за формулою:

$$M_{\text{івикид}} = q_i \times \rho_o \times S, \quad (2.2)$$

де *i* – ЗР або суміш таких речовин (*СО*, *NO_x* та ін.);

q_i – питомий показник викиду ЗР або суміші таких речовин, визначається згідно з додатком 1 до Методики, т/т;

ρ_о – коефіцієнт середньої щільності речовин, дорівнює 0,03;

S – площа пожежі, м².

У разі встановлення факту загоряння лісових та інших насаджень, розрахунок маси неорганізованого викиду кожної ЗР або сумішей таких речовин (*Мі*викид) в атмосферне повітря від джерела викиду, здійснюється за формулою:

$$M_{\text{викид}} = q_i \times S, \quad (2.3)$$

де i – ЗР або суміш таких речовин (CO , NO_x та ін.);

q_i – питомий показник викиду ЗР або суміші таких речовин, визначається згідно з додатком 1 до Методики, т/т;

S – площа пожежі, га.

У разі наявності інформації про $M_{\text{викид}}$ кожної ЗР або сумішей таких речовин та їх щільність на підставі лабораторних досліджень та/або висновків будь-яких експертиз у розрахунках розміру шкоди значення приймається за наявними даними.

Під питомими викидами розуміються викиди, віднесені до одиниці маси згорілої речовини або сумішей таких речовин, і позначаються символом q . Чисельні значення питомих викидів приймаються в т/т та наведено у додатку 1 до Методики.

У разі наявності інформації про об'єм згорілої речовини, перерахунок в масу згорілої речовини здійснюється з урахуванням щільності, що залежать від виду речовин, наведених у додатку 2 до Методики [14].

2.2.2 Визначення розмірів шкоди, завданої неорганізованими викидами забруднюючих речовин або сумішей таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану

Розміри шкоди обчислюються уповноваженими особами, що здійснюють державний нагляд (контроль) у сфері охорони навколишнього природного середовища, на основі, зокрема, але не виключно, матеріалів, що підтверджують факт забруднення атмосферного повітря, визначених пунктом 3 розділу I Методики.

Розмір шкоди розраховується за формулою:

$$P_{ш} = M_{\text{викид}} \times C_n \times K_{\text{неб}} \times K_v \times K_{\text{мп}} \times K_{\text{пп}}, \quad (2.4)$$

де $P_{ш}$ – розмір шкоди, грн;

$M_{\text{викид}}$ – маса неорганізованого викиду ЗР або суміші таких речовин в атмосферне повітря, внаслідок надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану, т;

C_n – ставка податку за неорганізовані викиди ЗР або суміші таких речовин в атмосферне повітря відповідно до ст. 243 Податкового кодексу України, грн./т;

$K_{\text{неб}}$ – коефіцієнт класу небезпеки ЗР або суміші таких речовин, визначається згідно з додатком 3 до Методики;

K_v – коефіцієнт впливу на довкілля в залежності від тривалості події, визначається згідно з додатком 4 до Методики;

$K_{\text{мп}}$ – коефіцієнт, що залежить від масштабу подій, визначається згідно з додатком 5 до Методики;

$K_{\text{пп}}$ – коефіцієнт, що залежить від характеру походження події, визначається згідно з додатком 6 до Методики.

Загальний розмір $P_{ш}(\text{заг})$ шкоди розраховується як сума розмірів шкоди за неорганізований викид в атмосферне повітря за сумарним показником кожної ЗР або сумішей таких речовин [14].

3 ОЦІНКА ШКОДИ, ЗАВДАНОЇ ПОВІТРЯНОМУ БАСЕЙНУ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

3.1 Розрахунок викидів забруднюючих речовин за зверненнями громадян внаслідок бойових дій

Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України з метою оперативного реагування і запобігання техногенних катастроф розробило офіційний вебресурс ЕкоЗагроза [15], який дозволяє дізнатися про стан довкілля в регіоні, а також надати звернення громадянам про надзвичайні ситуації природного і техногенного характеру.

Даний ресурс містить звернення щодо впливу на всі складові довкілля (повітряний басейн, водні ресурси, ґрунти), а також лісові масиви і об'єкти ПЗФ.

Станом на серпень 2023 р. було зафіксовано 227 звернень (рис. 3.1).

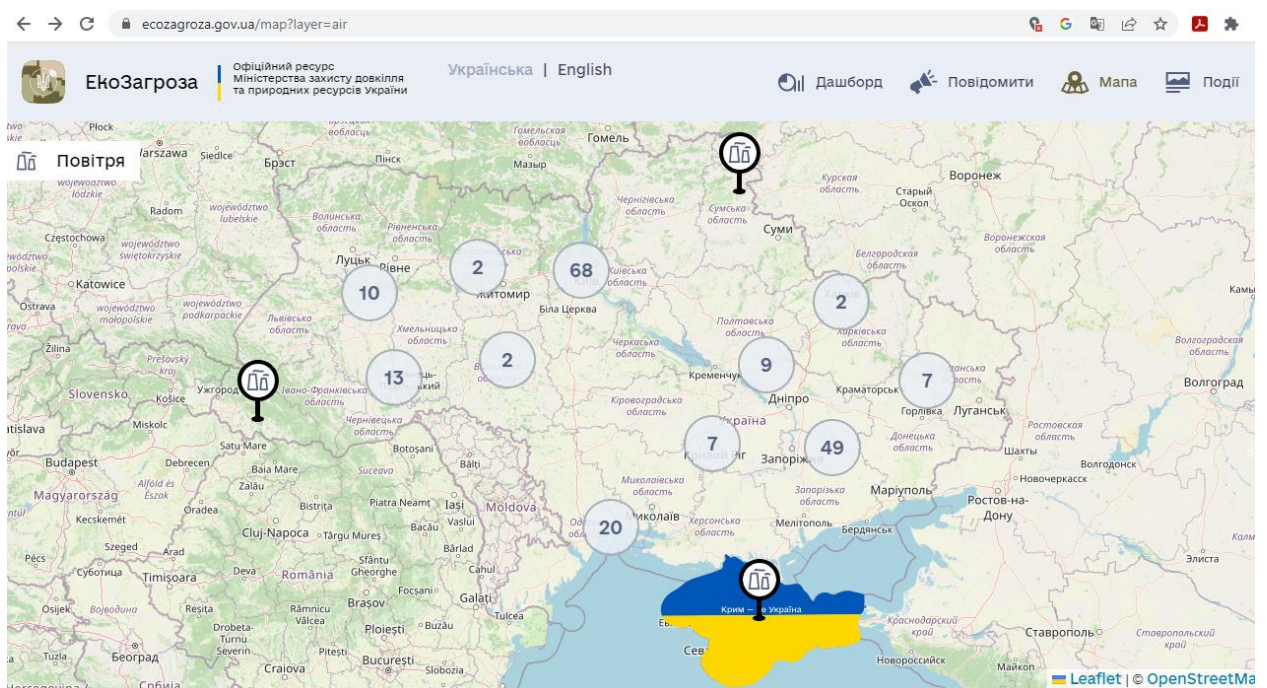


Рисунок 3.1 – Мапа звернень щодо подій стосовно впливу на повітря [16]

Нами було опрацьовано окремі звернення, які характеризують техногенний вплив на атмосферне повітря, спричинений військовою агресією Російської Федерації.

8 травня 2022 р. був обстріляний нафтопереробний завод у м. Лисичанськ. Загорілися установка з отримання сірки та станція змішування речовин. Площа пожежі, що виникла, була 360 м² (звернення 000039, рис. 3.2).

8 Травня 2022, 20:29

Звернення #000039

Повітря Відходи Грунти

48° 51' 5" 38° 18' 38"



Рисунок 3.2 – Пожежа на нафтопереробному заводі у м. Лисичанськ (8.05.2022 р.) [16]

9 травня 2022 р. в результаті обстрілу виникла пожежа на нафтобазі у м. Макіївка, в результаті чого загорілися 4 резервуари по 5 т (звернення 000044, рис. 3.3).

У липні 2022 р. надійшла інформація від Державної екологічної інспекції Південно-Західного округу (Одеська і Миколаївська області) щодо забруднення атмосферного повітря внаслідок дій під час воєнного стану у

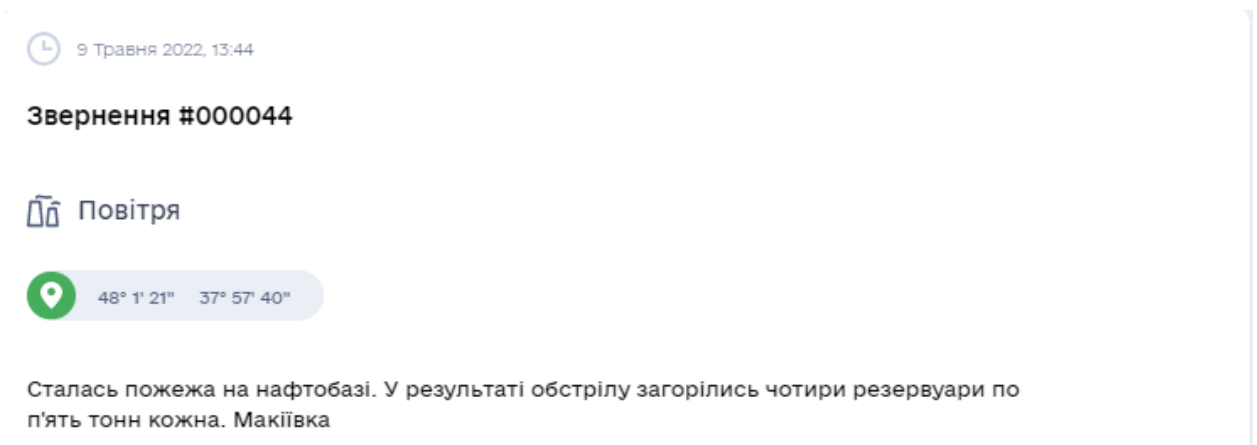


Рисунок 3.3 – Інформація про пожежу на нафтобазі у м. Макіївка
(9.05.2022 р.) [16]

м. Миколаїв (звернення 000192, рис. 3.4). Так, 24 травня 2022 р. внаслідок військових дій виникла пожежа на території АЗС на площі 300 м². Також внаслідок обстрілу сталася аварія на території ТОВ «МСП Ніка-Тера» 4 червня 2022 р. (м. Миколаїв), в результаті чого відбулось забруднення атмосферного повітря через пожежу складських приміщень та рослинності (звернення 000197, рис. 3.4).

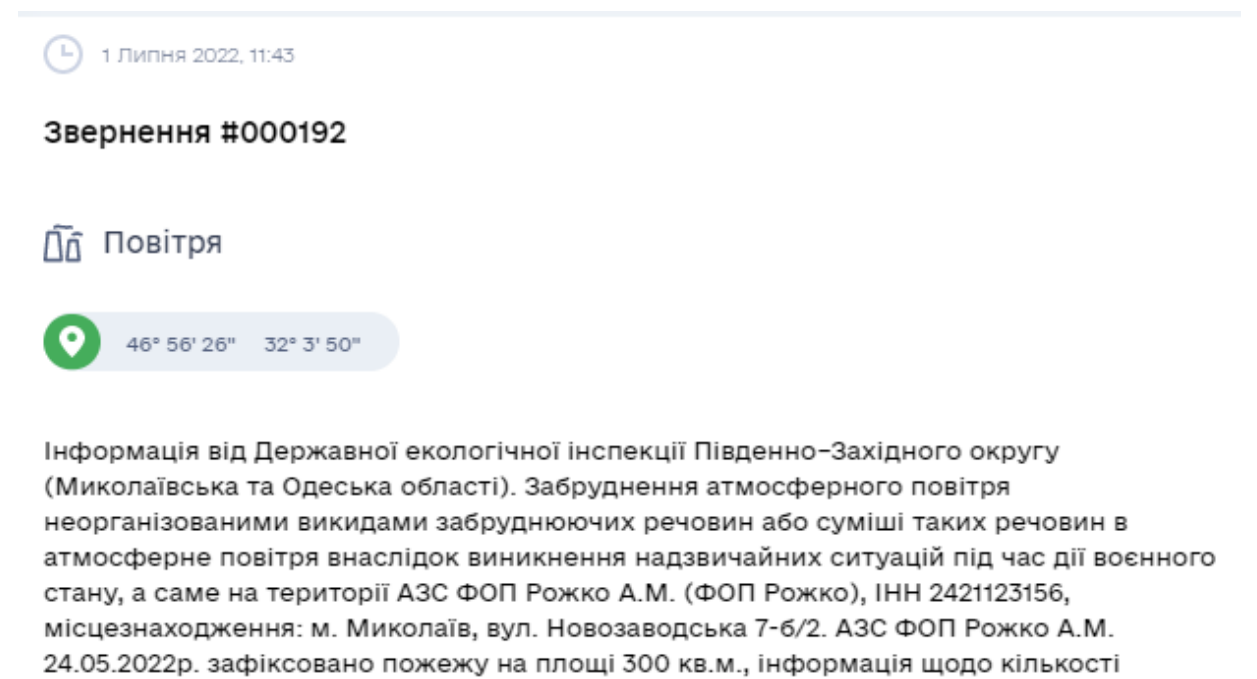



Рисунок 3.4 – Інформація про пожежу на АЗС у м. Миколаїв
(24.05.2022 р.) [16]

 1 липня 2022, 13:18

Звернення #000197

 Повітря

 46° 50' 52" 31° 59' 14"

Державна екологічна інспекція Південно-Західного округу (Миколаївська та Одеська області) повідомляє: на території ТОВ «МСП Ніка - Тера» 04.06.2022р. внаслідок обстрілу сталася аварія, внаслідок якої відбулось забруднення атмосферного повітря через пожежу складських приміщень та рослинності на площі 15000 кв.м.

Рисунок 3.5 – Інформація про пожежу на ТОВ «МСП Ніка-Тера» у м. Миколаїв (4.06.2022 р.) [16]

Внаслідок влучення снаряду 17 травня 2022 р. у промисловий майданчик ТОВ «КНАУФ ГПС ДОНБАС» (м. Соледар Донецької обл.) стався вибух, що спричинило пожежу на площі 4000 м² (звернення 000207, рис. 3.6).

 4 липня 2022, 13:55

Звернення #000215

 Повітря

 48° 40' 2" 38° 6' 23"

пряме влучення снаряду 17.05.2022 р. у промисловий майданчик ТОВ «КНАУФ ГПС ДОНБАС» (Донецька обл., Бахмутський р-н, м. Соледар, вул. Володарського, 1), що спричинило вибух, а потім пожежу, яка призвела до займання та горіння покрівлі на будівлі цеху ГКП (на площі 4000 м), пластикових ємностей, пакувального поліетилену, стрейч плівки, утеплювача, готової продукції (будівельні суміші, гіпсокартонні плити), первинних компонентів сировини, кабелів.

Рисунок 3.6 – Інформація про пожежу на ТОВ «КНАУФ ГПС ДОНБАС» у м. Соледар (15.05.2022 р.) [16]

16 червня 2022 р. на території підприємства «Шахта ім. Св. Матрони Московської» (м. Торецьк, Донецька область) в результаті обстрілу виникла пожежа на загальній площі 75 м² (звернення 000216, рис. 3.7).

Звернення #000216

Повітря



48° 24' 21" 37° 49' 25"

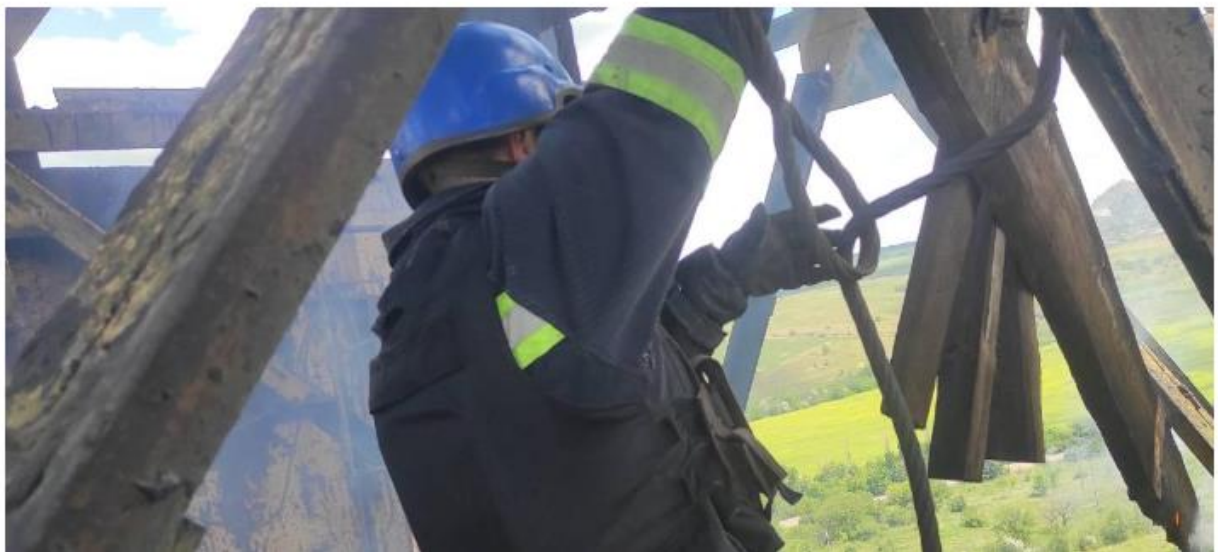


Рисунок 3.7 – Інформація про пожежу на підприємства «Шахта ім. Св. Матрони Московської» у м. Торецьк (16.06.2022 р.) [16]

У Донецькій області в результаті бойових дій навесні 2022 р. горіли ліси на території Національного природного парку «Святі Гори». Площа вигорання склала 9000 га (звернення 000222, рис. 3.8).

У Житомирській області внаслідок ракетних ударів сталися численні випадки лісових пожеж на загальній площі 21,55 га (звернення 000248, рис. 3.9).

10 листопада 2022 р. у м. Дніпро безпілотні літальні апарати (БПЛА) влучили у логістичне підприємство (звернення 000447, рис. 3.10). Внаслідок удару виникла пожежа на площі 3000 м².

5 Липня 2022, 12:45

Звернення #000222

Повітря

48° 59' 45" 37° 41' 4"

Державною екологічною інспекцією у Донецькій області на підставі наданих матеріалів від Національного природного парку «Святі Гори» проведено орієнтовний розрахунок шкоди, спричиненої військовою агресією РФ проти України, наслідком чого стало вигорання лісу на території, площа якої складає 9000 Га.

Рисунок 3.8 – Інформація про лісові пожежі на території НПП «Святі Гори» (весна 2022 р.) [16]

22 Липня 2022, 10:36

Звернення #000248

Повітря Ліс і ПЗФ

50° 51' 51" 28° 40' 53"

Внаслідок ракетно-бомбових ударів на землях лісогосподарського призначення на території Житомирської області (Коростенський та Житомирський район) сталося 15 випадків лісових пожеж на загальній площі 21,55 га та пошкодження лісових насаджень

Рисунок 3.9 – Інформація про лісові пожежі у Житомирській області [16]

Як зазначено вище, на даний час зафіксованих звернень на вебресурсі ЕкоЗагроза налічується 227. Деякі з них не мають прямого відношення до фактів впливу на повітряний басейн внаслідок військової діяльності. Значна кількість звернень не має необхідної інформації, яка б дозволила визначити шкоду довкіллю. Тож оцінки, які нами виконані, представляють лише частину збитків, які були заподіяні Україні.

Звернення #000447

Повітря Відходи

48° 27' 17" 35° 0' 45"



У Дніпрі безпілотики влучили в логістичне підприємство. Поранено чотирьох його працівників. Усі в лікарні. Троє важких". Внаслідок удару виникла сильна пожежа, яка поширилася на площу 3 000 квадратних метрів. Зруйновано склади підприємства.

Рисунок 3.10 – Інформація про влучення БПЛА у підприємство м. Дніпро (10.11.2022 р.) [16]

За наявної інформації нами було виконано розрахунок викидів ЗР по трьох складових методики:

- 1) наявні відомості про обсяги викидів ЗР;
- 2) наявні відомості про площу пожежі, що сталася наслідок військової діяльності;
- 3) наявні відомості про площу лісових пожеж, вигорання сухої трави та ін.

Результати розрахунків наведено у табл. 3.1. Так, за наявними даними загальний обсяг викидів ЗР внаслідок збройної агресії РФ складає 6430661 т. Ці дані є досить орієнтовними і приблизними. Зрозуміло, що вони не відображають у повній мірі весь масштаб шкоди для повітряного басейну в регіонах України і для довкілля в цілому.

Таблиця 3.1 – Розрахунок викидів ЗР внаслідок військової діяльності по окремих регіонах України, т

Звернення	<i>Мі</i>викид (формула 2.1)	<i>Мі</i>викид (формула 2.2)	<i>Мі</i>викид (формула 2.3)
000044	68,99637	–	–
000039	–	0,0009396	–
000192	–	31,048366	–
000197	–	0,000135	–
000207	–	0,000036	–
000216	–	$6,75 \cdot 10^{-6}$	–
000222	–	–	6415200
000248	–	–	15360,84
000447	–	0,00783	–
Всього:		6430661	

Розрахувати суму збитку не представляється можливим через відсутність детальної інформації про склад викидів ЗР, тривалість подій та ін. За даними додатку «Екозагроза» станом на серпень 2023 р. загальна сума збитків довкіллю становила 2070 млрд. грн.

Окремі результати оцінки за матеріалами розділу були висвітлені у роботі [17].

3.2 Оцінка збитків повітряному басейну внаслідок знищення бойової техніки

Окремою складовою оцінки збитків є розрахунок забруднення і відповідно збитків внаслідок знищення бойової техніки. Така інформація також розміщена на сайті «Екозагроза».

Проведемо аналіз кількості знищення одиниць бойової техніки. На рис. 3.11 наведено дані щодо кількості знищеної бойової техніки за видами та сумарні обсяги викидів від них (станом на серпень 2023 р.).

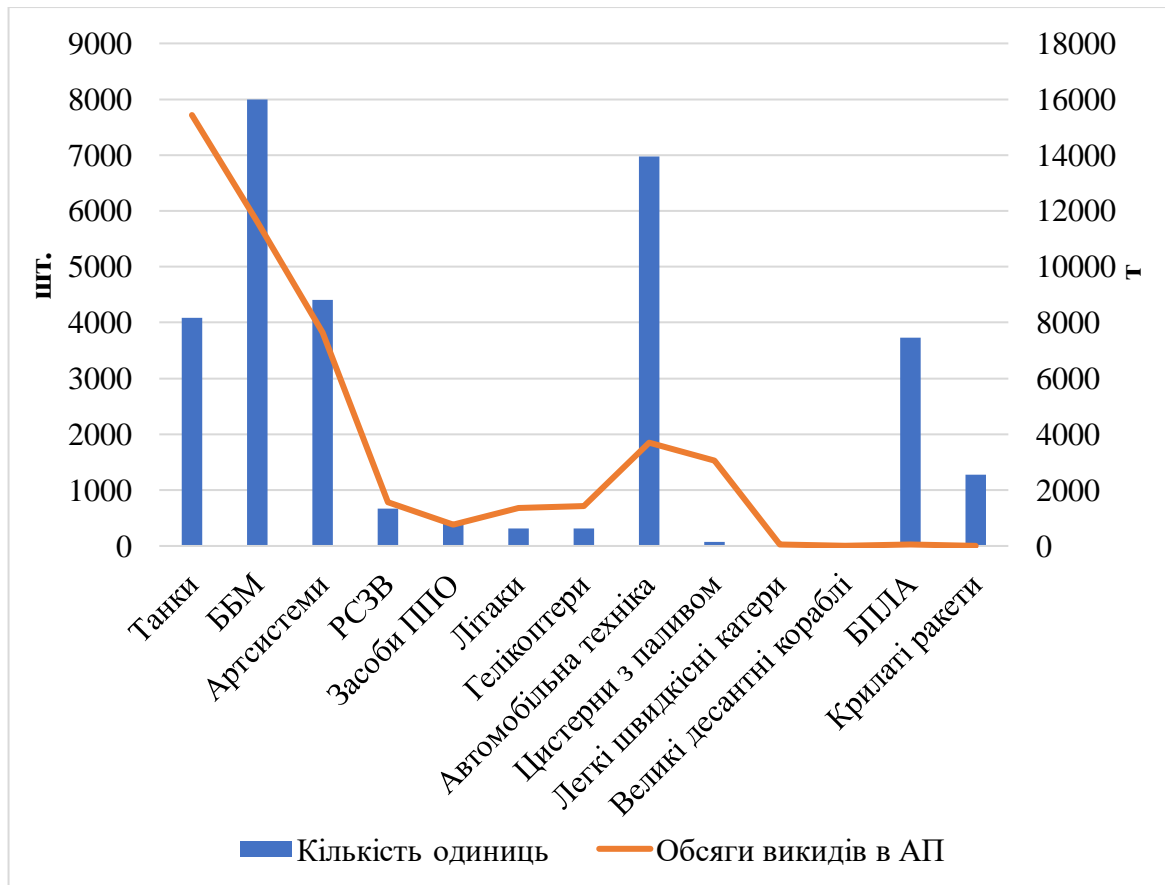


Рисунок 3.11 – Відомості щодо кількості знищення бойової техніки та обсягів викидів ЗР [16]

З рисунку видно, що найбільші значення щодо знищення техніки відзначаються по таких видах як бойові броньовані машини (ББМ), автомобільна техніка, танки, артсистеми і БПЛА. Стосовно обсягів викидів, то максимальні об'єми відзначаються при знищенні танків, ББМ і артсистем. Слід відзначити, що при дуже значній кількості знищення автомобільної техніки обсяги викидів у повітряний басейн є досить низькими.

На сайті «Екозагроза» була розміщена також інформація щодо розрахунку викидів окремих ЗР при знищенні різних видів бойової техніки відповідно до методики, наведеної у п. 2.2. На даний час такі дані не є доступними. Але у листопаді 2022 р. було визначено орієнтовні збитки атмосферному повітрю з урахуванням кількості одиниць бойової техніки. На основі раніше відомих даних нами було визначено обсяги викидів окремих ЗР при знищенні одиниці певного виду бойової техніки. Результати розрахунків наведено у табл. 3.2.

Як видно, викиди по окремих ЗР суттєво різняться. Найбільші показники на 1 одиницю техніки, якщо просумувати всі її види, відзначаються для CO_2 – більше 100 т. Сумарні викиди на 1 одиницю по всіх видах бойової техніки для інших ЗР варіюються в межах від $9,06 \cdot 10^{-10}$ т для бенз(а)пірену до 0,19 т для CO .

Якщо розглядати окремі види техніки (рис. 3.12), то максимальна кількість ЗР надходить у повітряний басейн при знищенні цистерн з паливом і літаків. Для переважної більшості інших видів техніки сумарні викиди на порядок нижче. Мінімальні показники забруднення атмосферного повітря відзначаються при знищенні автомобільної техніки та БПЛА.

З урахуванням відомостей про кількість одиниць знищеної бойової техніки станом на серпень 2023 р. нами було розраховано надходження окремих ЗР у повітряний басейн в результаті військової агресії РФ.

Таблиця 3.2 – Викиди ЗР в атмосферне повітря при знищенні одиниці бойової техніки, т

Назва ЗР	Танки	ББМ	Арт-системи	РСЗВ	Засоби ППО	Літаки	Гелікоптери	Автомобільна техніка	Цистерни з паливом	Легкі швидкісні катери	Великі десантні кораблі	БПЛА
<i>NO_x</i>	0,001526	0,000587	0,000702	0,000945	0,000741	0,014579	0,001855	0,000215	0,01604	0,001022	0,003831	0,000006139
<i>NH₃</i>	3,27•10 ⁻⁶	1,26•10 ⁻⁶	1,51•10 ⁻⁶	2,03•10 ⁻⁶	1,59•10 ⁻⁶	3,12•10 ⁻⁵	3,97•10 ⁻⁶	4,6•10 ⁻⁷	3,44•10 ⁻⁵	2,19•10 ⁻⁶	8,21•10 ⁻⁶	1,3155•10 ⁻⁸
<i>SO_x</i>	1,42•10 ⁻⁵	5,45•10 ⁻⁶	6,52•10 ⁻⁶	8,78•10 ⁻⁶	6,88•10 ⁻⁶	0,000135	1,72•10 ⁻⁵	2•10 ⁻⁶	0,000149	9,49•10 ⁻⁶	3,56•10 ⁻⁵	5,7005•10 ⁻⁸
<i>CO₂</i>	3,760575	1,447585	1,730808	2,328724	1,825216	35,92558	4,570889	0,529461	39,52537	2,517539	9,440773	0,015127453
<i>CO</i>	0,006867	0,002644	0,003161	0,004253	0,003333	0,065607	0,008347	0,000967	0,072181	0,004597	0,017241	2,76255•10 ⁻⁵
НМЛЮС	0,001962	0,000755	0,000903	0,001215	0,000952	0,018745	0,002385	0,000276	0,020623	0,001314	0,004926	0,000007893
<i>PM₁₀ + PM_{2,5}</i> (сажа)	0,002834	0,001091	0,001304	0,001755	0,001376	0,027076	0,003445	0,000399	0,029789	0,001897	0,007115	0,000011401
<i>Pb</i>	5,34•10 ⁻⁶	2,06•10 ⁻⁶	2,46•10 ⁻⁶	3,31•10 ⁻⁶	2,59•10 ⁻⁶	5,1•10 ⁻⁵	6,49•10 ⁻⁶	7,52•10 ⁻⁷	5,61•10 ⁻⁵	3,58•10 ⁻⁶	1,34•10 ⁻⁵	2,14865•10 ⁻⁸
<i>Cd</i>	2,18•10 ⁻⁵	8,39•10 ⁻⁶	1•10 ⁻⁵	1,35•10 ⁻⁵	1,06•10 ⁻⁵	0,000208	2,65•10 ⁻⁵	3,07•10 ⁻⁶	0,000229	1,46•10 ⁻⁵	5,47•10 ⁻⁵	8,77•10 ⁻⁸
<i>Hg</i>	5,12•10 ⁻⁶	1,97•10 ⁻⁶	2,36•10 ⁻⁶	3,17•10 ⁻⁶	2,49•10 ⁻⁶	4,89•10 ⁻⁵	6,23•10 ⁻⁶	7,21•10 ⁻⁷	5,38•10 ⁻⁵	3,43•10 ⁻⁶	1,29•10 ⁻⁵	2,06095•10 ⁻⁸
<i>As</i>	4,14•10 ⁻⁶	1,59•10 ⁻⁶	1,91•10 ⁻⁶	2,57•10 ⁻⁶	2,01•10 ⁻⁶	3,96•10 ⁻⁵	5,03•10 ⁻⁶	5,83•10 ⁻⁷	4,35•10 ⁻⁵	2,77•10 ⁻⁶	1,04•10 ⁻⁵	1,6663•10 ⁻⁸
<i>Cr</i>	1,42•10 ⁻⁶	5,45•10 ⁻⁷	6,52•10 ⁻⁷	8,78•10 ⁻⁷	6,88•10 ⁻⁷	1,35•10 ⁻⁵	1,72•10 ⁻⁶	2•10 ⁻⁷	1,49•10 ⁻⁵	9,49•10 ⁻⁷	3,56•10 ⁻⁶	5,7005•10 ⁻⁹
<i>Cu</i>	1,74•10 ⁻⁶	6,71•10 ⁻⁷	8,03•10 ⁻⁷	1,08•10 ⁻⁶	8,47•10 ⁻⁷	1,67•10 ⁻⁵	2,12•10 ⁻⁶	2,46•10 ⁻⁷	1,83•10 ⁻⁵	1,17•10 ⁻⁶	4,38•10 ⁻⁶	7,016•10 ⁻⁹
<i>Ni</i>	4,14•10 ⁻⁵	1,59•10 ⁻⁵	1,91•10 ⁻⁵	2,57•10 ⁻⁵	2,01•10 ⁻⁵	0,000396	5,03•10 ⁻⁵	5,83•10 ⁻⁶	0,000435	2,77•10 ⁻⁵	0,000104	1,6663•10 ⁻⁷
<i>Se</i>	4,69•10 ⁻⁷	1,8•10 ⁻⁷	2,16•10 ⁻⁷	2,9•10 ⁻⁷	2,28•10 ⁻⁷	4,48•10 ⁻⁶	5,7•10 ⁻⁷	6,6•10 ⁻⁸	4,93•10 ⁻⁶	3,14•10 ⁻⁷	1,18•10 ⁻⁶	1,88555•10 ⁻⁹
<i>Zn</i>	0,000567	0,000218	0,000261	0,000351	0,000275	0,005415	0,000689	7,98•10 ⁻⁵	0,005958	0,000379	0,001423	2,2802•10 ⁻⁶
Бенз(а)пірен	3,29•10 ⁻¹¹	1,27•10 ⁻¹¹	1,51•10 ⁻¹¹	2,04•10 ⁻¹¹	1,6•10 ⁻¹¹	3,14•10 ⁻¹⁰	3,99•10 ⁻¹¹	4,63•10 ⁻¹²	3,45•10 ⁻¹⁰	2,2•10 ⁻¹¹	8,25•10 ⁻¹¹	1,32208•10 ⁻¹³
Всього:	3,77443	1,452919	1,737185	2,337304	1,831941	36,05795	4,58773	0,531412	39,671	2,526815	9,475557	0,01518319

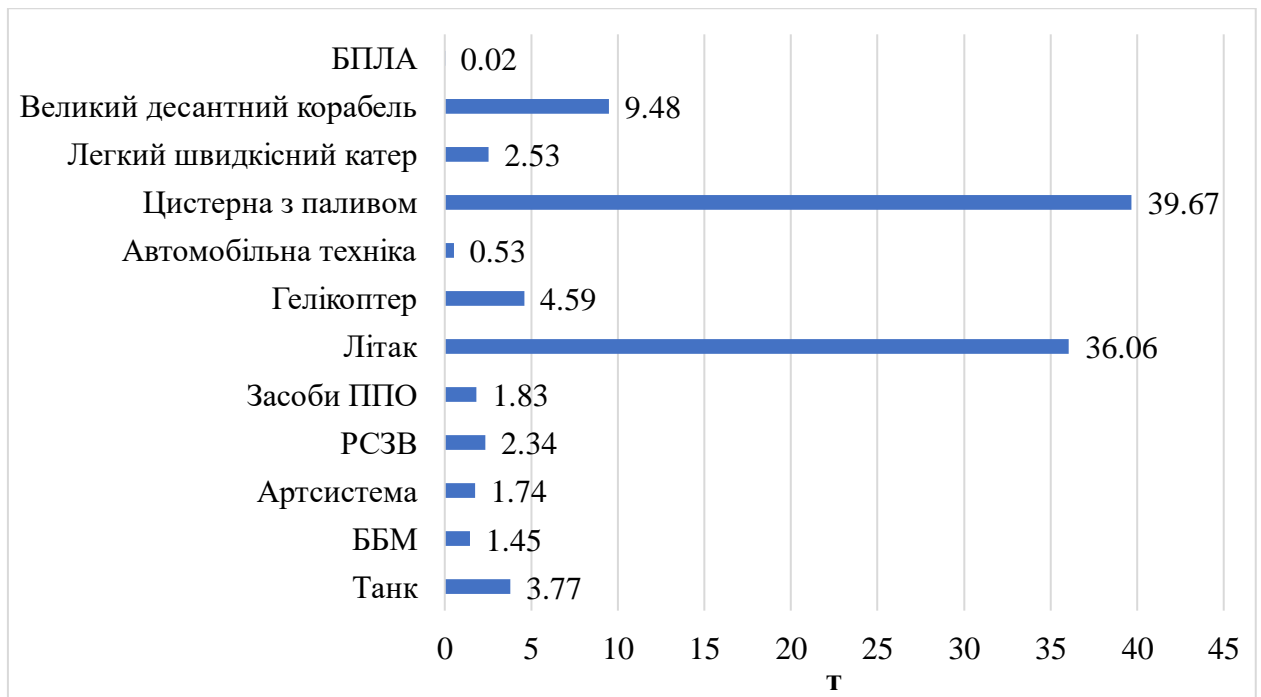


Рисунок 3.12 – Сумарні викиди ЗР по окремих видах бойової техніки

На рис. 3.13 наведено результати розрахунку викидів сполук азоту. Як видно, переважними є викиди NO_x . Найбільші показники викидів утворено в результаті знищення танків, ББМ, артсистем і літаків.

Викиди SO_x (рис. 3.14) є значно меншими порівняно з викидами сполук азоту (на два порядки менше). Аналогічно максимальні обсяги утворено при знищенні танків, ББМ, артсистем і літаків.

Значні обсяги утворення викидів, як зазначалось вище, відзначаються по таких речовинах, як сполуки вуглецю (рис. 3.15). Утворення CO_2 перевищує показники утворення CO в декілька разів. Проте динаміка утворення обох сполук є абсолютно ідентичною внаслідок знищення різних видів бойової техніки.

Викиди НМЛОС (рис. 3.16) були максимальними при знищенні танків, ББМ і літаків.

Максимальні обсяги викидів твердих частинок (PM_{10} , $PM_{2.5}$, сажа) утворено при знищенні танків, ББМ і літаків (рис. 3.17). Дещо нижчі показники утворення відзначено при знищенні артсистем, паливних цистерн та автомобільної техніки.

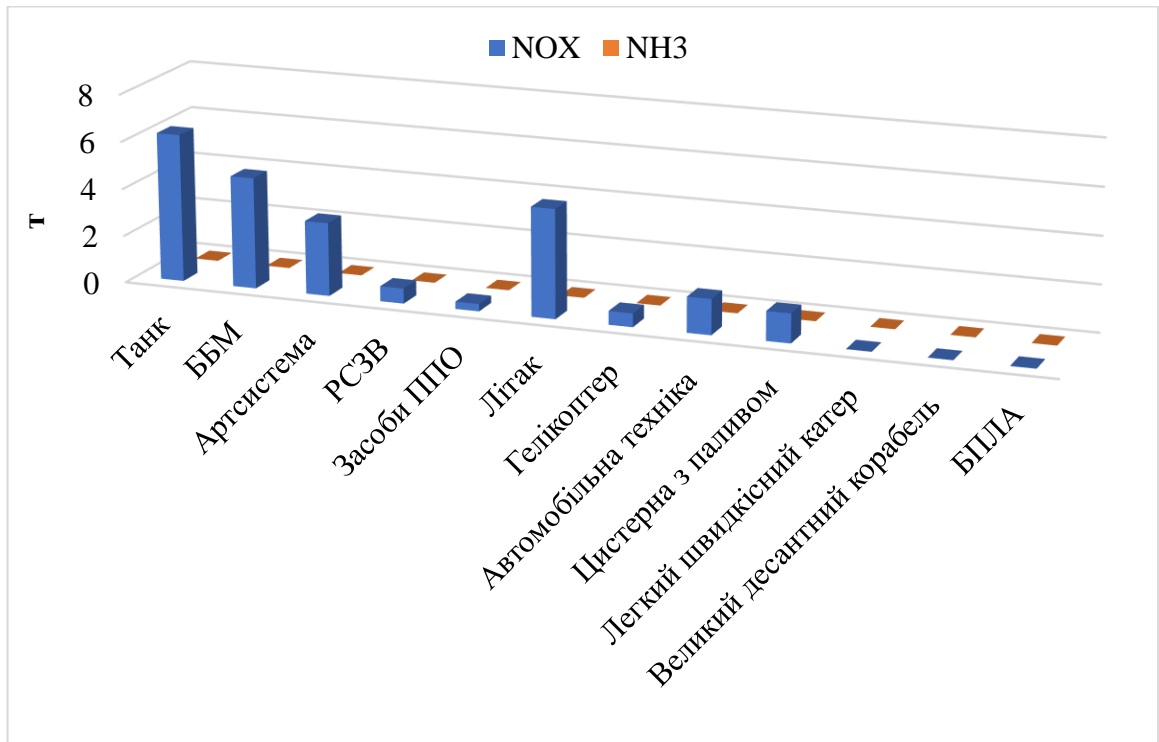


Рисунок 3.13 – Обсяги викидів сполук азоту внаслідок знищення бойової техніки

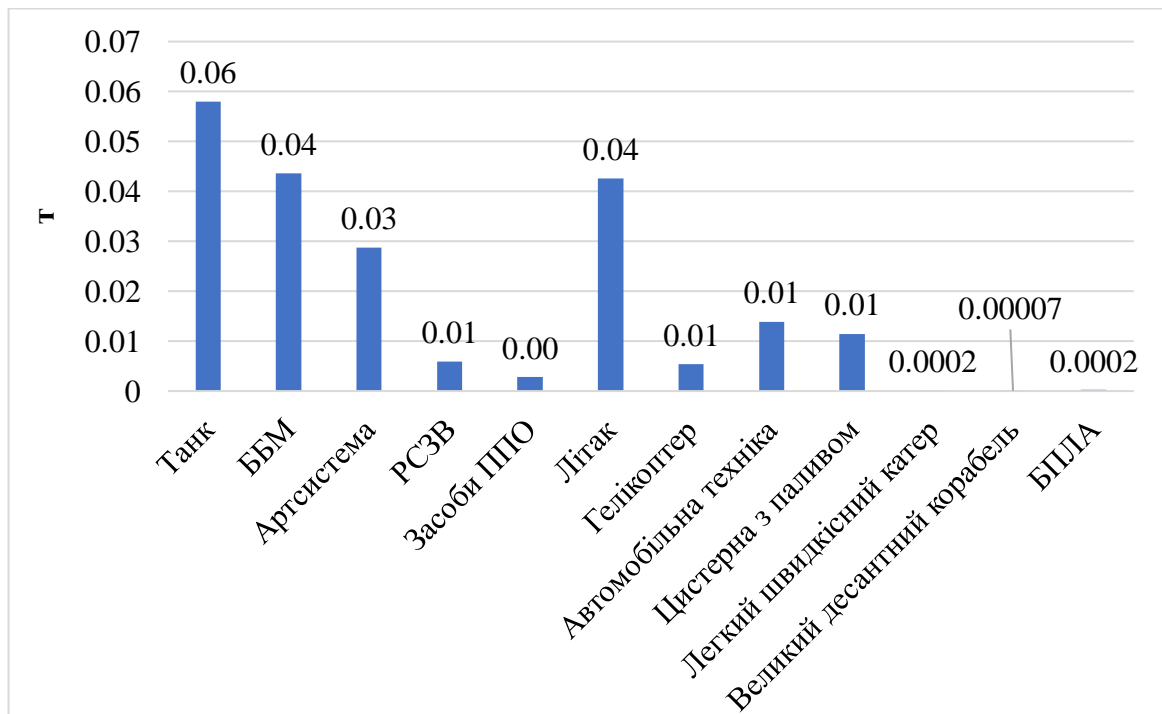


Рисунок 3.14 – Обсяги викидів оксидів сірки внаслідок знищення бойової техніки

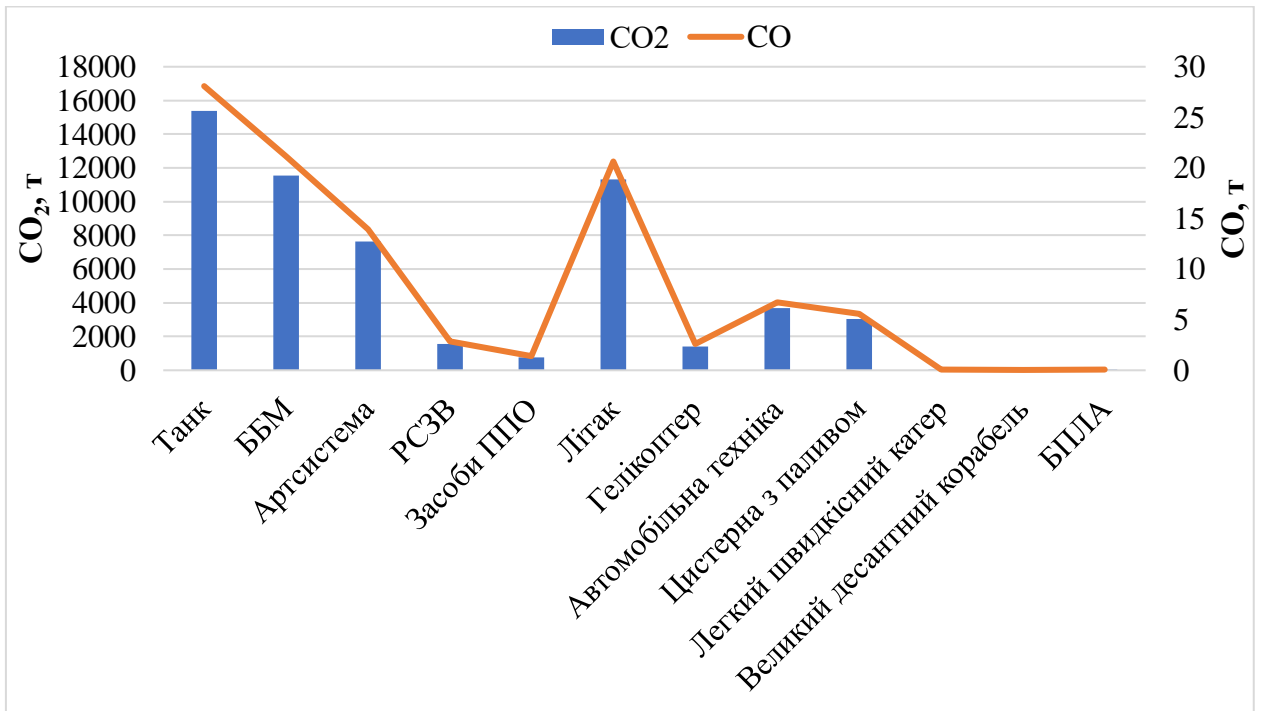


Рисунок 3.15 – Обсяги викидів сполук вуглецю внаслідок знищення бойової техніки

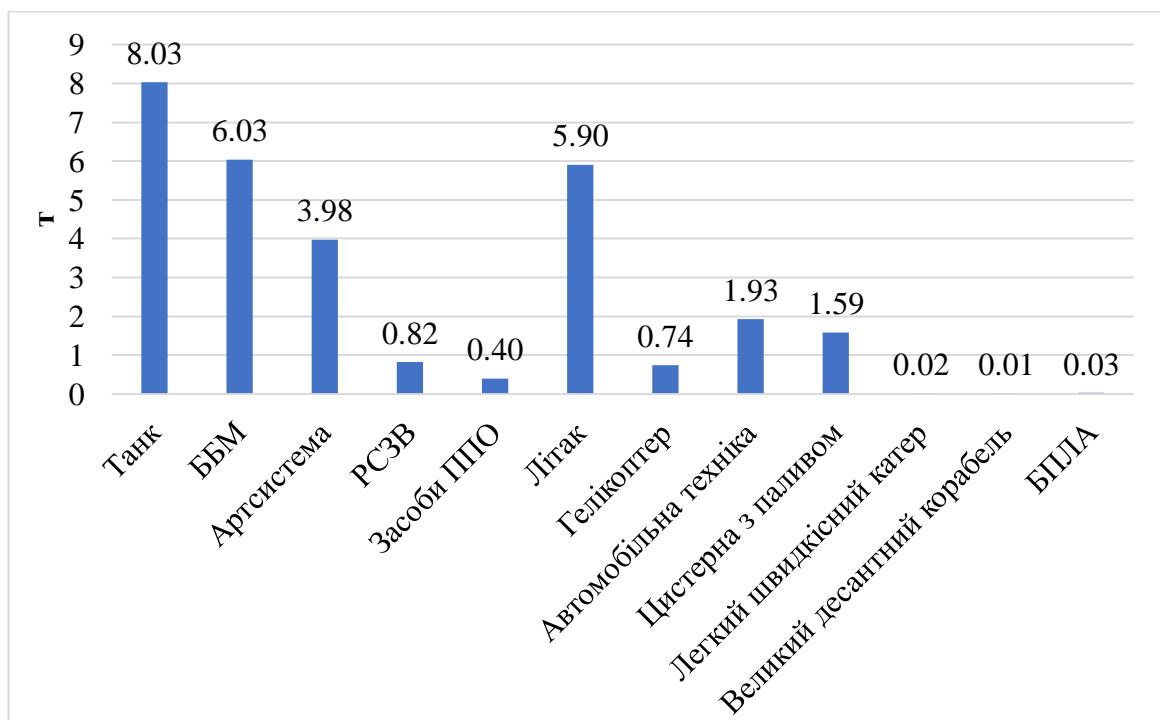


Рисунок 3.16 – Обсяги викидів НМЛОС внаслідок знищення бойової техніки

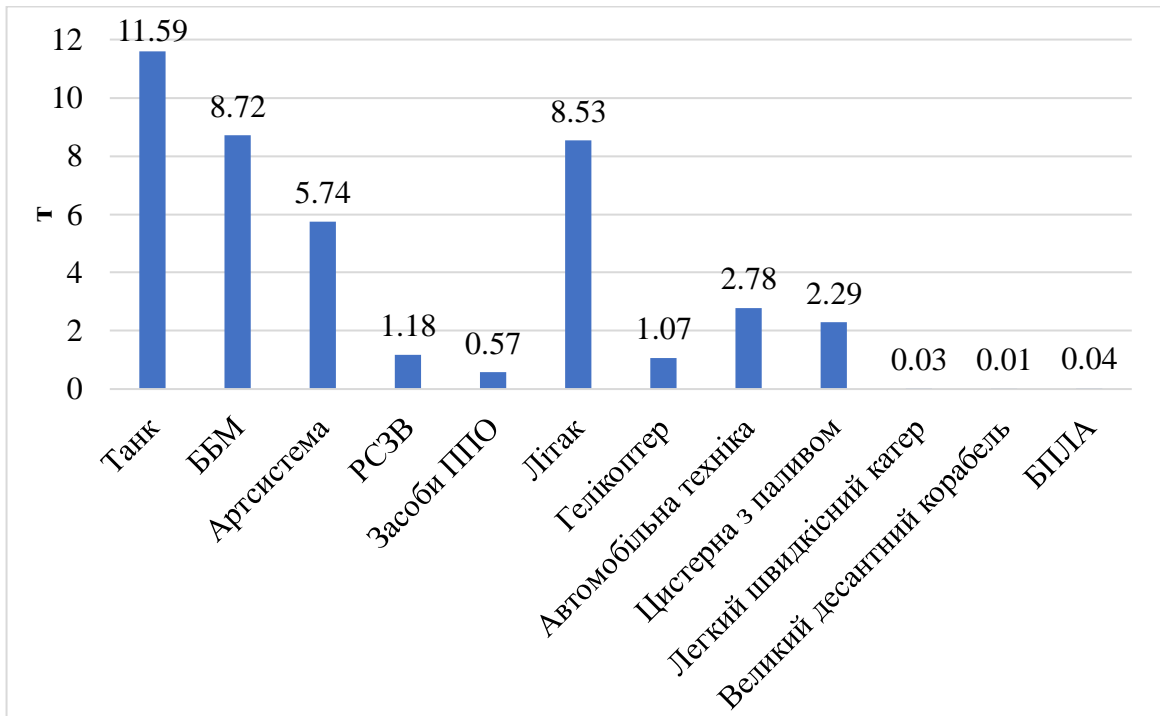


Рисунок 3.17 – Обсяги викидів твердих частинок внаслідок знищення бойової техніки

Як видно з табл. 3.2, в результаті знищення бойової техніки утворюються також сполуки окремих металів і неметалів. Так, максимальні обсяги утворення відзначались для сполук Zn (рис. 3.18). По окремих видах техніки найбільші значення отримано при знищення танків, БТР і літаків. Також більш високі обсяги утворення порівняно з іншими сполуками отримано по викидах Ni та Cd .

Мінімальні значення серед усіх ЗР, що розглядаються, відзначаються по викидам бенз(а)пірену (рис. 3.19) – не більше $1,34 \cdot 10^{-7}$. За видами техніки, як у переважній більшості максимальні обсяги утворюються при знищенні танків, БТР і літаків.

Узагальнені відомості щодо надходження ЗР у повітряний басейн, утворених внаслідок знищення бойової техніки станом на серпень 2023 р., наведено у табл. 3.3. Як видно, всі речовини були розподілені на 4 групи за обсягами утворення (від максимальних значень до мінімальних): до I групи було віднесено CO_2 , до II групи - NO_x , CO , НМЛОС, тверді частинки і Zn , до

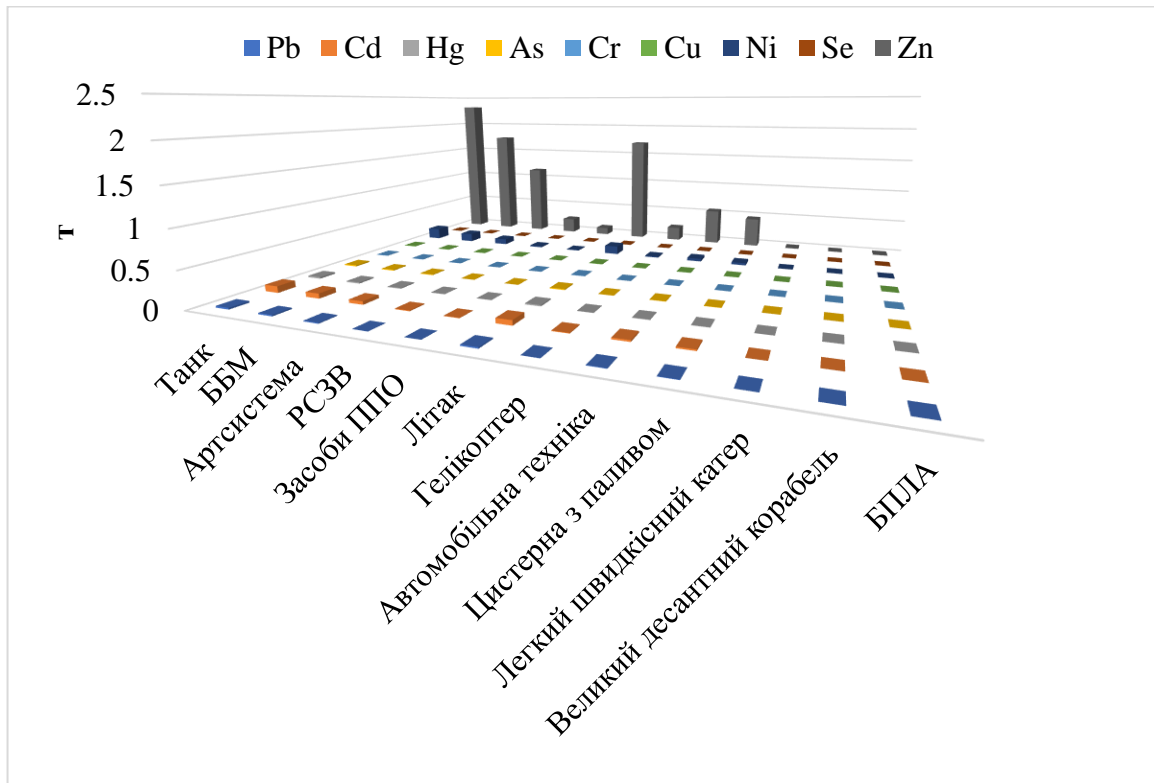


Рисунок 3.18 – Обсяги викидів окремих металів і неметалів внаслідок знищення бойової техніки

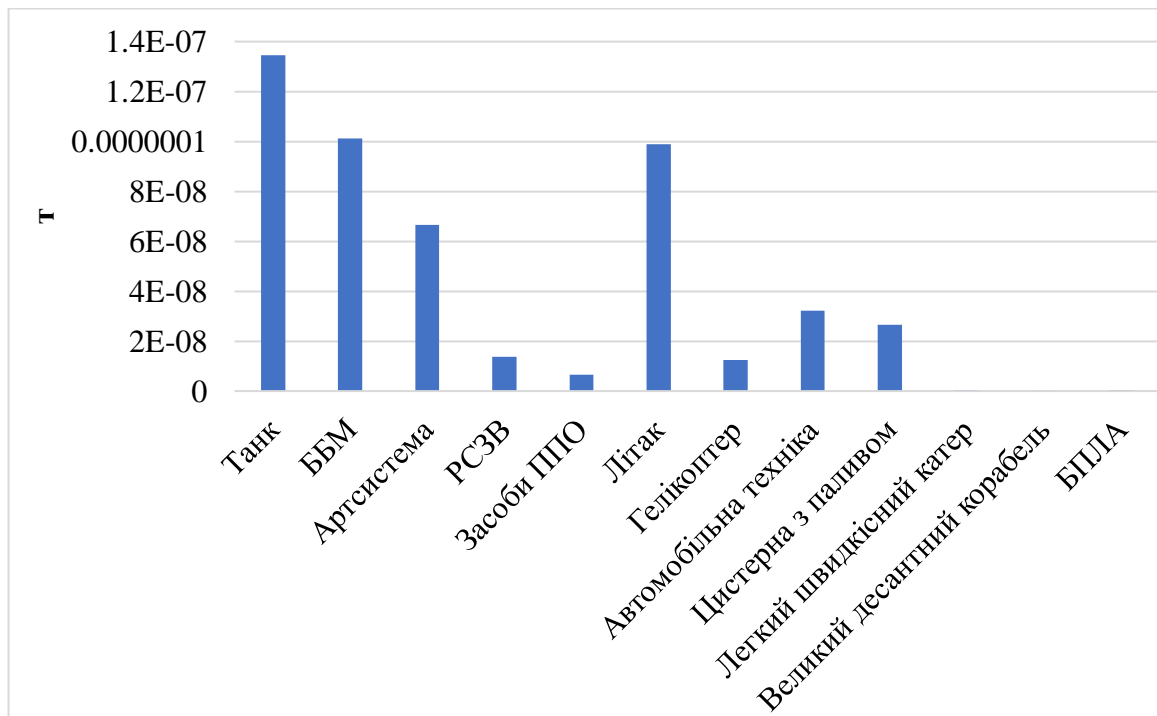


Рисунок 3.19 – Обсяги викидів бенз(а)пірену внаслідок знищення бойової техніки

Таблиця 3.3 – Сумарні обсяги надходження ЗР, утворених внаслідок знищення бойової техніки (станом на серпень 2023 р.)

Речовина	Обсяг надходження, т	Речовина	Обсяг надходження, т
NO_x	22,92271	Hg	0,076955
NH_3	0,04912	As	0,062219
SO_x	0,00039	Cr	0,021285
CO_2	56485,13	Cu	0,026197
CO	103,1522	Ni	0,622188
НМЛОС	29,47205	Se	0,007041
$PM_{10} + PM_{2,5}$ (сажа)	42,57074	Zn	8,514148
Pb	0,080229	Бенз(а)пірен	$4,94 \cdot 10^{-7}$
Cd	0,327467		

III групи – NH_3 , Pb , Cd , Hg , As , Cr , Cu та Ni , до IV групи – SO_x , Se та бенз(а)пірен.

Наступним етапом роботи було розрахунок шкоди повітряному басейну внаслідок потрапляння ЗР в атмосферне повітря через знищення бойової техніки відповідно до Методики (п. 2.2). У табл. 3.4 наведено ставки екологічного податку за викиди окремих ЗР в атмосферне повітря відповідно до Закону України «Про запобігання фінансової катастрофи та створення передумов для економічного зростання в Україні» [18] та Податкового кодексу України [19].

Розмір шкоди, що була заподіяна атмосферному повітря, визначався згідно з формулою (2.4). При цьому з урахуванням відсутності достовірної інформації щодо тривалості і масштабу подій, а також з урахуванням пошкоджень під час військових дій, були прийняті такі значення окремих коефіцієнтів:

- $K_v = 3$ (у разі не визначення тривалості подій);

Таблиця 3.4 – Розмір екологічного податку за викиди окремих ЗР, грн./т

Речовина	Сума екоподатку	Речовина	Сума екоподатку
NO_x	2574,43	Hg	109127,84
NH_3	482,84	As	4216,92
SO_x	2574,43	Cr	69113,38
CO_2	30,0	Cu	4216,92
CO	96,99	Ni	103816,62
НМЛОС	145,5	Se	103816,62
$PM_{10} + PM_{2,5}$ (сажа)	96,99	Zn	628,32
Pb	109127,84	Бенз(а)пірен	3277278,63
Cd	20376,23		

– $K_{mn} = 1,2$ (у разі не визначення або до 50 га);

– $K_{nn} = 10$ (воєнний стан).

Результати розрахунку розміру шкоди повітряному басейну внаслідок знищення бойової техніки наведено у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Розмір шкоди, завданої неорганізованими викидами ЗР в атмосферне повітря внаслідок знищення бойової техніки, грн.

Речовина	Розмір шкоди	Речовина	Розмір шкоди
NO_x	6373393,71	Hg	1511624,04
NH_3	1707,63	As	37781,51
SO_x	108,56	Cr	264798,71
CO_2	122007870,62	Cu	15908,00
CO	720340,57	Ni	9301454,00
НМЛОС	308749,22	Se	23335,07
$PM_{10} + PM_{2,5}$ (сажа)	445925,11	Zn	577757,85
Pb	1575948,47	Бенз(а)пірен	291,21
Cd	1201058,62		

Як видно з наведеної таблиці, всі речовини за розміром завданої шкоди були розподілені на 5 груп. Максимальні збитки більше 122 млн. грн. були завдані атмосферному повітрю в результаті викидів CO_2 , мінімальні – в результаті викидів SO_x та бенз(а)пірену. Також суттєвої шкоди повітрю було завдано через надходження NO_x , Pb , Cd , Hg і Ni .

Без урахування викидів CO_2 , для якого і обсяги викидів, і розміри збитків є максимальними, було проаналізовано співвідношення цих двох параметрів по інших ЗР (рис. 3.20). Як видно, при значних викидах CO розмір шкоди є низьким. В той же час при незначних викидах NO_x та окремих важких металів, в першу чергу Ni , отримані значення розмірів шкоди є високими (1 млн. грн. і більше).

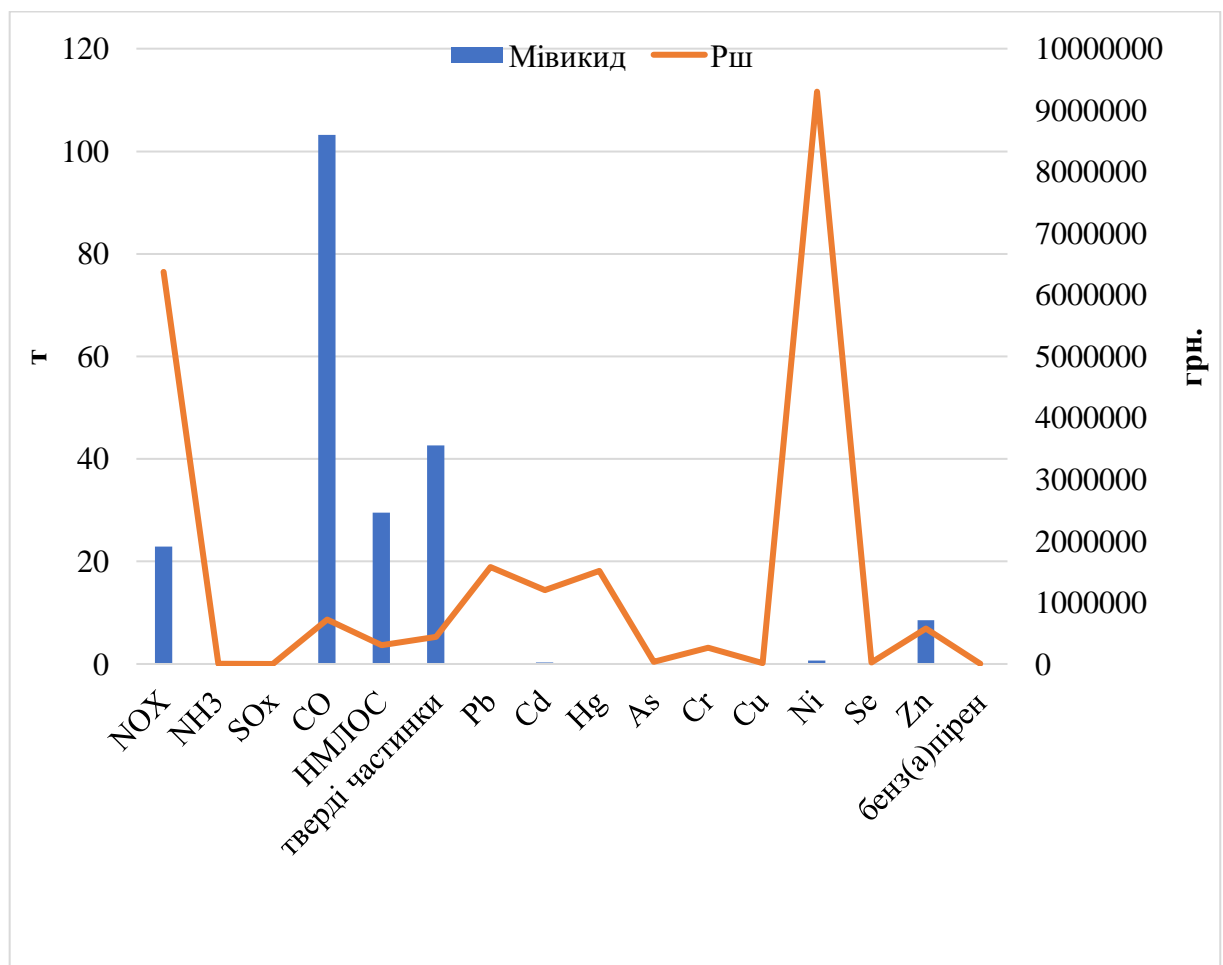


Рисунок 3.20 – Викиди ЗР та заподіяна шкода атмосферному повітрю в результаті знищення бойової техніки

Окремі результати розрахунків щодо оцінки збитків атмосферному повітрю внаслідок знищення бойової техніки наведено у публікаціях автора, в т.ч. зі співавторами [20, 21].

ВИСНОВКИ

Метою кваліфікаційної роботи магістра було оцінка впливу військової діяльності на стан повітряного басейну, в тому числі збитків, завданих атмосферному повітрю, а саме внаслідок знищення різних видів бойової техніки.

В результаті виконаних досліджень можна зробити такі висновки:

1. За даними Міжнародних експертів станом на березень 2023 р. визначено, що загальна вартість реконструкції та відновлення в Україні становила вже 411 млрд. доларів США. Найбільші потреби очікуються в транспортній галузі (22 %), житловому секторі (17 %), енергетиці (11 %), соціальному захисті (10 %), у боротьбі з вибухонебезпечними речовинами (9 %) і сільському господарстві (7 %). По регіонах України найбільше потребують капіталовкладень Донецька, Харківська, Луганська і Херсонська області.
2. Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України з метою оперативного реагування і запобігання техногенних катастроф було розроблено офіційний вебресурс ЕкоЗагроза, який дозволяє визначити обсяги надходжень ЗР у довкілля, а також збитки довкіллю внаслідок військової агресії РФ.
3. Оцінки викидів ЗР за результатами звернень показали, що загальний обсяг викидів ЗР внаслідок збройної агресії РФ складає 6430661 т. Ці дані є досить орієнтовними і приблизними. Розрахувати суму збитку не представляється можливим через відсутність детальної інформації про склад викидів ЗР, тривалість подій та ін.
4. Аналіз показників знищення одиниць бойової техніки за видами та сумарних обсягів викидів від них (станом на серпень 2023 р.) показав, що найбільші значення відзначаються по таких видах як ББМ, автомобільна техніка, танки, артсистеми і БПЛА. Максимальні обсяги

викидів відзначаються при знищенні танків, ББМ і артсистем. При цьому при дуже значній кількості знищення автомобільної техніки обсяги викидів у повітряний басейн є досить низькими.

5. Визначення обсягів викидів окремих ЗР при знищенні одиниці певного виду бойової техніки показало, що найбільші показники викидів на 1 одиницю відзначаються для CO_2 (більше 100 т). Для інших видів бойової техніки показники варіюються в межах від $9,06 \cdot 10^{-10}$ т для бенз(а)пірену до 0,19 т для CO .
6. Максимальна кількість ЗР надходить у повітряний басейн при знищенні цистерн з паливом і літаків. Мінімальні показники відзначаються при знищенні автомобільної техніки та БПЛА.
7. Було розраховано надходження окремих ЗР у повітряний басейн в результаті військової агресії РФ. Всі ЗР були розподілені на 4 групи за обсягами утворення (від максимальних значень до мінімальних). До I групи було віднесено CO_2 , до II – NO_x , CO , НМЛОС, тверді частинки і Zn , до III – NH_3 , Pb , Cd , Hg , As , Cr , Cu та Ni , до IV – SO_x , Se та бенз(а)пірен.
8. За розміром завданої шкоди ЗР були розподілені на 5 груп. Максимальні збитки (більше 122 млн. грн.) були завдані в результаті викидів CO_2 , мінімальні – в результаті викидів SO_x та бенз(а)пірену. Також суттєвої шкоди повітрю було завдано через надходження NO_x , Pb , Cd , Hg і Ni .

Отримані дані є основою для розробки державних і місцевих природоохоронних програм, уточнення розмірів шкоди із застосуванням оновлених даних з метою стягнення компенсації з країни-агресора за шкоду навколишньому середовищу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кришевич О.В., Мостепанюк Л.О. Кваліфікація злочинів проти довкілля / Мультимедійний підручник з навчальної дисципліни «Кваліфікація окремих видів злочинів». 2016. URL: https://arm.naiu.kiev.ua/books/kval-ok-zlochuniv-25-04-207/lectures/lecture_6.html (дата звернення: 11.06.2023).
2. Додатковий протокол до Женевських конвенцій від 12 серпня 1949 року, що стосується захисту жертв міжнародних збройних конфліктів (Протокол I), від 8 червня 1977 року. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_199#Text (дата звернення: 11.06.2023).
3. Декларація Ріо-де-Жанейро про навколишнє середовище і розвиток. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MU92340> (дата звернення: 11.06.2023).
4. Садова Т.С. Щодо поняття воєнних злочинів проти довкілля в Міжнародному кримінальному праві. *Право і суспільство*. 2021. № 4. С. 252 – 257.
5. Електронний ресурс. URL: https://kodeksy.com.ua/kriminal_nij_kodeks_ukraini/statja-441.htm (дата звернення: 17.06.2023).
6. Екоцид. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D1%86%D0%B8%D0%B4> (дата звернення: 17.06.2023).
7. Увага: Екоцид в Україні! URL: <http://www.soippo.edu.ua/index.php/storinka-metodysta/45-2010-11-24-15-06-39/5460-uvaga-ekotsid-v-ukrajini> (дата звернення: 17.06.2023).
8. Україна: швидка оцінка завданої шкоди та потреб на відновлення – серпень 2022. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/>

- 099545009082226957/pdf/P1788430ed0fce0050b9870be5ede7337c6.pdf
(дата звернення: 17.06.2023).
9. Ukraine Rapid Damage and Needs Assessment. February 2022 – February 2023. URL: <https://reliefweb.int/report/ukraine/ukraine-rapid-damage-and-needs-assessment-february-2022-2023-enuk> (дата звернення: 18.06.2023).
 10. До і після. Наслідки повномасштабної війни для екології України. Погляд з супутника. 25 лютого 2023. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/skhemy-ekolohiya-viyna/32284610.html> (дата звернення: 18.06.2023).
 11. Підрив Каховської ГЕС: трагедія, яка змінить сільське господарство півдня та всієї України. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3721075-pidriv-kahovskoi-ges-tragedia-aka-zminit-silске-gospodarstvo-pivdna-ta-vsiei-ukraini.html> (дата звернення: 13.07.2023).
 12. Наслідки підризу Каховської ГЕС та масштаб катастрофи для України. URL: <https://tsn.ua/ukrayina/naslidki-pidrivu-kahovskoyi-ges-ta-masshtab-katastrofi-dlya-ukrayini-2351506.html> (дата звернення: 13.07.2023).
 13. Дідух Я.П. Екосистемний підхід до оцінки збитків, завданих військовими діями. *Вісник НАН України*. 2022. № 6. С. 17 – 26.
 14. Методика розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0433-22#Text> (дата звернення: 29.10.2022).
 15. Електронний ресурс. URL: <https://mepr.gov.ua/> (дата звернення: 29.10.2022).
 16. ЕкоЗагроза. URL: <https://ecozagroza.gov.ua> (дата звернення: 13.07.2023).
 17. Чугай А.В., Клімов І.О. Вплив військової діяльності на стан повітряного басейну. *Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Довкілля. Енергозбереження»*. Полтава: НУ «Полтавська політехніка», 2022. С. 312 – 314.

18. Закон України «Про запобігання фінансової катастрофи та створення передумов для економічного зростання в Україні». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1166-18#Text> (дата звернення: 16.07.2023).
19. Податковий кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#n5993> (дата звернення: 16.07.2023).
20. Клімов І.О. Аналіз впливу на стан повітряного басейну викидів від бойової техніки. *Матеріали XXII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ*. Одеса: ОДЕКУ, 2023. С. 166.
21. Чугай А.В., Чернякова О.І., Клімов І.О. Аналіз впливу військової діяльності в Україні на стан атмосферного повітря. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 4 (49). С. 26 – 31.

ДОДАТКИ

Додаток А

Перелік ЗР, ГДК, клас небезпеки та питомі викиди

№ з/п	Назва ЗР або суміші таких речовин	ГДК, мг/м ³		Клас небезпеки	Питомі викиди		
		ГДК _{мр}	ГДК _{сд}		коефіцієнт при спалювання нафти, нафтопродуктів та газу, т/т	середній коефіцієнт при згорянні об'єктів, відходів та інших речовин, т/т	коефіцієнт при лісових пожеж та інших насаджень, т/Га
1	Оксиди азоту (у перерахунку на азоту діоксид [$NO + NO_2$])	0,2	0,04	3	0,0014	0,001071	0,1
2	Аміак	0,2	0,04	4	0,000003	0,000003	0,02
3	Ангідрид сірчистий	0,5	0,005	3	0,000013	0,000087	0,02
4	Бенз(а)пирен	-	0,1 мкг / 100 м ³	1	3,02E-11	8,40E-12	0,000005
5	Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС)	1	-	4	0,0018	0,0000059	0,3
6	Вуглецю оксид	5	3	4	0,0063	0,000041	3
7	Вуглецю діоксид	-	-	-	3,4498184	2,64	712,8
8	Тверді речовини	-	-	-	0,0026	0,000003	5,4
8.1	Пил недиференційований за складом	0,5	0,15	3			
8.2	Сажа	0,15	0,05	3			
9	Метали та його сполуки, з них:	-	-	-	0,00000182	0,000115	-
9.1	Кадмій та його сполуки (у перерахунку на кадмій)	-	0,0003	1	0,00002	0,000000005	0,000008

Продовження додатку А

№ з/п	Назва ЗР або суміші таких речовин	ГДК, мг/м ⁻³		Клас небезпеки	Питомі викиди		
		ГДК _{мр}	ГДК _{сд}		коефіцієнт при спалювання нафти, нафтопродуктів та газу, т/т	середній коефіцієнт при згорянні об'єктів, відходів та інших речовин, т/т	коефіцієнт при лісових пожеж та інших насаджень, т/Га
9.2	Міді оксид (у перерахунку на мідь)	-	0,002	2	0,0000016	0,000000014	0,000099
9.3	Миш'як, неорганічні сполуки (у перерахунку на миш'як)	-	0,0003	3	0,0000038	0,000000006	0,000044
9.4	Нікелю оксид (у перерахунку на нікель)	-	0,001	2	0,000038	0,000000022	0,000067
9.5	Ртуть та її сполуки (у перерахунку на ртуть)	-	0,0003	1	0,0000047	0,000000019	0,000007
9.6	Селену діоксид (у перерахунку на селен)	0,1 мкг/м ⁻³	0,05 мкг/м ⁻³	1	0,0000004	0,000000012	0,000006
9.7	Свинець і його неорганічні сполуки (у перерахунку на свинець)	0,001	0,0003	1	0,0000049	0,000000058	0,000097
9.8	Хром шестивалентний (у перерахунку на триоксид хрому)	0,0015	0,0015	1	0,0000013	0,000000016	0,000042
9.9	Цинку оксид (у перерахунку на цинк)	-	0,05	3	0,00052	0,000000025	0,00085

Додаток Б**Показники середньої щільності речовин**

Назва речовин	Середня щільність, кг/м³
Бензин	680
Гас	780
Мазут, мастило (оливи)	950
Нафта	880
Дизельне паливо	780
Моторне паливо	900
Авіаційне (реактивне) паливо	790
Пічне побутове паливо	955
Природний газ (газоподібний)	0,71
Скраплений газ (рідкий)	600
Інші речовини	300

Додаток В

**Показник коефіцієнту небезпеки ЗР або суміші таких речовин
(Кнеб)**

Перелік ЗР або суміші таких речовин		Кнеб
<i>NO_x</i>	Азоту діоксид	3
<i>NH₃</i>	Аміак	2
<i>SO_x</i>	Ангідрид сірчистий	3
<i>CO₂</i>	Вуглецю діоксид	2
<i>CO</i>	Вуглецю оксид	2
NMVOС	НМЛОС	2
ОКВЧ + <i>PM₁₀</i> + <i>PM_{2,5}</i> (Сажа)	Тверді речовини (пил + сажа)	3
<i>Pb</i>	Свинець і його неорганічні сполуки (у перерахунку на свинець)	5
<i>Cd</i>	Кадмію оксид (у перерахунку на кадмій)	5
<i>Hg</i>	Ртуті оксид (у перерахунку на ртуть)	5
<i>As</i>	Миш'як, неорганічні сполуки (у перерахунку на миш'як)	4
<i>Cr</i>	Хром шестивалентний (у перерахунку на триоксид хрому)	5
<i>Cu</i>	Міді оксид (у перерахунку на мідь)	4
<i>Ni</i>	Нікелю оксид (у перерахунку на нікель)	4
<i>Se</i>	Селену діоксид (у перерахунку на селен)	5
<i>Zn</i>	Цинку оксид (у перерахунку на цинк)	3
Benzo(a)pyrene	Бенз(а)пірен	5

Показник коефіцієнту впливу (K_v)

Тривалість подій, годин	K_v
у разі не визначення тривалості подій	3
до 12	4
від 12 до 24	5
більше 24	6

Додаток Д

Показник коефіцієнту масштабу подій (*K_{мп}*)

Масштаб події, т або га	<i>K_{мп}</i>
у разі не визначення або до 50	1,2
від 50 до 150	2
від 150 до 500	3
від 500 до 1000	4
від 1000	5

Додаток Е

Показник коефіцієнту характеру подій (K_{np})

Характер походження події	K_{np}
Надзвичайна ситуація	3
Надзвичайна ситуація, що призвело до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності	6
Воєнний стан	10

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА**

1. Чугай А.В., Клімов І.О. Вплив військової діяльності на стан повітряного басейну. *Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Довкілля. Енергозбереження»*. Полтава: НУ «Полтавська політехніка», 2022. С. 312 – 314.
2. Клімов І.О. Аналіз впливу на стан повітряного басейну викидів від бойової техніки. *Матеріали XXII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ*. Одеса: ОДЕКУ, 2023. С. 166.
3. Чугай А.В., Чернякова О.І., Клімов І.О. Аналіз впливу військової діяльності в Україні на стан атмосферного повітря. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 4 (49). С. 26 – 31.