

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

**«Аналіз впливу військових дій на стан атмосферного повітря та
земельного фонду України»**

Войцешко Дарина Михайлівна

Київ 2025

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри

Ткаченко Т.М. _____

„___” _____ 2025 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

«Аналіз впливу військових дій на стан атмосферного повітря
та земельного фонду України »»

Виконав студент групи ЕК-20

Спеціальність: 101 «Екологія»

Войцешко Дарина

Михайлівна

Керівниця: д.т.н., професорка

Ткаченко Т.М.

Київ 2025

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології
Кафедра: технологій захисту навколишнього середовища та охорони
праці Освітній рівень: магістр
Спеціальність: 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувачка кафедри
Ткаченко Т.М.

„_____” _____ 2025 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ
РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ
МАГІСТРА**

Войцешко Дарина Михайлівна

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи: Аналіз впливу військових дій на стан атмосферного
повітря та земельного фонду України »

затверджена _____ наказом ректора КНУБА №___ від
«_____» _____ 20__ р.

2. Керівники роботи: Ткаченко Т.М. д.т.н., професор

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

3. Строк подання студентом роботи до захисту

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Вступ. Детальний аналіз причин і наслідків впливу військових дій та
екологічних змін на стан атмосферного повітря та земельного фонду
України .

6. Календарний план виконання роботи:

а) наукова частина;

б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	
Аналіз екологічних наслідків військових дій на атмосферне повітря та земельний фонд України »	
Перелік та характеристика основних природних ресурсів, що постраждали	
Аналіз даних про рівень забруднення	
Оцінка екологічних збитків земельному фонду України під час війни	
Рекомендації щодо відновлення та запобігання збиткам	
Висновки	
Список використаної літератури	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			

8. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри	_____	<u>Ткаченко Т.М.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівниця	_____	<u>Ткаченко Т.М.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Студентка	_____	<u>Войцешко Д.М.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Реферат

Робота викладена на 92 сторінках друкованого тексту, містить 8 рисунків та 14 таблиць. Перелік посилань включає 46 джерел.

Оцінка екологічних збитків, завданих атмосферному повітрю та земельному фонду під час війни, є надзвичайно важливою для визначення масштабів екологічної катастрофи та розроблення стратегій щодо відновлення пошкоджених територій. Це дослідження передбачає застосування комплексного підходу, що включає аналіз змін у стані природних ресурсів, визначення джерел забруднення, а також вивчення довготривалих екологічних наслідків для екосистем. З урахуванням масштабу та глибини наслідків війни, робота спрямована на вивчення екологічних та санітарно-гігієнічних критеріїв забруднення з метою розробки рекомендацій щодо відновлення та покращення стану довкілля.

Метою роботи є комплексна оцінка збитків в атмосферному повітрі та земельному фонду України.

Предметом дослідження є геологічне середовище, приземний шар атмосфери, поверхнева гідросфера, водоносні горизонти зони аерації, індикаторні важкі метали, еколого-геохімічні та санітарно-гігієнічні критерії забруднення.

Ключові слова: війна, пошкодження, катастрофа, забруднення, інфраструктура, довкілля.

Зміст

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УКРАЇНИ.....	11
1.1. Перелік та характеристика основних природних ресурсів, що постраждали.....	11
1.2 Аналіз даних про рівень забруднення.....	20
1.3. Визначення головних джерел забруднення та їх вплив на довкілля	32
1.4 Динаміка змін атмосферного повітря в Україні внаслідок військових дій (2021–2024 рр.).....	43
1.5. Активізація екзогенних геологічних процесів внаслідок воєнних дій.....	54
РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗБИТКІВ ЗЕМЕЛЬНОМУ ФОНДУ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙНИ.....	67
2.1. Критерії оцінки.....	67
2.2. Методики оцінки.....	68
2.3. Результати оцінки.....	69
2.4. Рекомендації щодо відновлення та запобігання збиткам.....	79
ВИСНОВКИ.....	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	84
ДОДАТКИ.....	89

ВСТУП

Сучасний етап розвитку України супроводжується безпрецедентними викликами, що зумовлені тривалими збройними конфліктами на значній частині її території. Наслідки військової агресії охоплюють не лише масштабні людські втрати та суттєві соціально-економічні руйнування, але й значне погіршення екологічного стану держави. Військові дії спричиняють інтенсивний антропогенний вплив на довкілля, який виявляється у забрудненні атмосфери, деградації земельного фонду та порушенні функціонування природних екосистем. У контексті післявоєнного відновлення особливого значення набуває питання оцінки екологічної шкоди, спричиненої військовими діями. Це обумовлено тим, що стан атмосферного повітря та земельних ресурсів має безпосередній вплив на здоров'я населення, забезпечення продовольчої безпеки і перспективи сталого розвитку країни. Забруднення, спричинене вибухами, пожежами на промислових об'єктах, знищенням інфраструктури та використанням військової техніки, створює довготривалі негативні наслідки, які можуть залишатися актуальними протягом десятиліть.

Найбільш серйозних екологічних збитків зазнали регіони активних бойових дій і прифронтові території, зокрема області Донецька, Луганська, Харківська, Запорізька та Херсонська. У зазначених регіонах спостерігаються критичне погіршення якості атмосферного повітря, забруднення ґрунтів токсичними речовинами, руйнування структури земель і зниження їх родючості. Додатково мінування територій і фізичне пошкодження ґрунтового покриву значно обмежують можливості використання земельного фонду для господарських потреб. Таким чином, постає необхідність у проведенні комплексного аналізу чинників впливу військових дій на якість атмосферного повітря та стан земельного ресурсу України, а також у науково обґрунтованій оцінці змін у стані природних ресурсів і доступності цих ресурсів. Здійснення такого аналізу є фундаментальною умовою для

впровадження дієвих заходів з екологічного моніторингу, відновлення постраждалих територій та мінімізації довготривалих екологічних ризиків.

Метою дипломної роботи є комплексний аналіз впливу військових дій на стан атмосферного повітря та земельного фонду України з визначенням основних екологічних наслідків і напрямів їх подолання.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачено розв'язання таких завдань:

- проаналізувати основні джерела забруднення атмосферного повітря в умовах військових дій;
- дослідити характер і масштаби деградації земельного фонду України;
- визначити регіональні особливості екологічних збитків у найбільш постраждалих зонах;
- оцінити зміни у якості та доступності природних ресурсів;
- обґрунтувати напрями екологічного відновлення та зниження негативного впливу військових дій на довкілля.

Об'єктом дослідження є екологічний стан атмосферного повітря та земельного фонду України.

Предметом дослідження є процеси та наслідки впливу військових дій на якість атмосферного повітря й стан земельних ресурсів.

Проблема впливу військових дій на якість атмосферного повітря та стан земельного фонду набула значного розвитку у сучасних наукових дослідженнях, що охоплюють як український, так і зарубіжний науковий дискурс. У роботах українських учених, таких як Кононенко В.П. і Новікова Л.В. 2019, Денисов Н. зі співавторами 2021, Кучер В.О. разом із колегами 2021 та Сак Т.В. 2022, детально проаналізовано екологічні наслідки воєнних конфліктів. Особливу увагу приділено забрудненню атмосферного повітря продуктами вибухів, пожеж та руйнування промислової інфраструктури, а також деградації ґрунтового покриву в зонах інтенсивних бойових дій.

У цих дослідженнях наголошується, що бойові дії спричиняють різке зростання концентрацій дрібнодисперсних частинок пилу, оксидів азоту, сірки, важких металів та інших токсичних речовин в атмосферному повітрі. Наслідком є значне погіршення здоров'я населення та зниження екологічної безпеки постраждалих територій. Крім того, висвітлено питання порушення структури земельного покриву, виснаження родючого шару ґрунту та накопичення забруднюючих речовин у ґрунтах сільськогосподарського призначення. Тема екологічних наслідків військових конфліктів також активно досліджується зарубіжними науковцями. Зокрема, у працях Rawtani D. 2022 та Zalakeviciute R. 2022 розглядається вплив повномасштабного вторгнення Російської Федерації на Україну з акцентом на аналізі зміни якості повітря в перші місяці бойових дій. У їхніх висновках зафіксовано значне погіршення атмосферного повітря в регіонах з інтенсивними обстрілами, що супроводжувалося підвищенням екологічних ризиків для населення.

Практичне значення виконаної дипломної роботи полягає у можливості застосування отриманих наукових результатів для оцінки та зменшення негативного впливу військових дій на якість атмосферного повітря та стан земельних ресурсів України. Узагальнені аналітичні дані, представлені в дослідженні, можуть бути використані державними органами та органами місцевого самоврядування при розробці програм екологічного моніторингу, створенні планів відновлення постраждалих територій, а також для впровадження ефективних заходів, спрямованих на забезпечення екологічної безпеки. Результати проведеного аналізу можуть слугувати основою для здійснення екологічної експертизи та оцінки завданих екологічних збитків у регіонах, які зазнали впливу активних воєнних дій. Зокрема, вони можуть бути використані для визначення рівня забруднення атмосферного повітря та ступеня деградації земельних ресурсів.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УКРАЇНИ

1.1. Перелік та характеристика основних природних ресурсів, що постраждали

Військові конфлікти завжди супроводжуються не тільки соціально-економічними та політичними наслідками, але й впливом на природне середовище. Зокрема, екологічні наслідки таких конфліктів можуть мати довгострокові та непередбачувані наслідки, особливо для геологічного середовища. Отже, природні екосистеми стали об'єктом безпосереднього та опосередкованого втручання в результаті воєнних конфліктів. Відчуваючи різні аспекти впливу, зазнали ушкоджень як самі екологічні системи, так і їх індивідуальні елементи (грунтовий покрив, водойми, лісовий фонд і ін.).

Екосистеми формуються двома тісно пов'язаними підсистемами - сукупністю живих організмів (біоценоз) та неживим оточенням (біотоп). Ізоляція всіх елементів екосистеми включає в себе втрату рослинності, фауни, мікроорганізмів, руйнування верхнього родючого шару ґрунту, а іноді - зміну мікрорельєфу [16, с.187].

Пошкодження конкретних елементів екосистеми може призвести до їх деградації або повної зміни. Непосередній удар по природним угрупованням спричиняє фізичне виведення екосистем чи їх частин з ладу, внаслідок чого руйнується рослинність, дикоросла природа та їхні місця проживання в зоні дії. Зміни в мікрорельєфі та запровадження забруднюючих елементів, а також температурні коливання через пожежі - також часті наслідки.

Атаки на промислові об'єкти та інфраструктурні споруди викликають вогні, що призводять до додаткового забруднення атмосфери, ґрунту та водних об'єктів. Димові викиди містять отруйні гази та тверді частинки. Такі

місця також є свідченням забруднення ґрунту та водою. Території, де застосовувалися засоби для боротьби з вогнем, можуть містити залишки вогнестійких речовин. Пошкодження комунікаційних мереж, підприємств та інших об'єктів із підвищеним екологічним ризиком є важливим фактором, адже за умов відсутності контролю та неможливості розв'язання цих проблем ситуація може суттєво погіршитися [25, с.22].



Рис 1.1. Приклади наслідків бойових дій – Кінбурнський півострів, Миколаївська область

Джерело: [4]

Упродовж першого року після початку військових дій було зафіксовано 131 випадок пожеж на території Кінбурнського півострова, який охоплює землі Херсонської та Миколаївської областей. Ці масштабні пожежі спричинили знищення понад 5000 гектарів території, що належить до національного природного парку, а також призвели до загибелі близько 4 мільйонів дерев, що істотно вплинуло на екосистему півострова. На тлі війни оцінено, що збитки зазнало близько 20% природно-заповідного фонду України. Міністерство захисту довкілля проводить систематизований моніторинг і облік завданих екологічних втрат. Кінбурнський півострів визнано одним із ключових екологічних регіонів країни, який має стратегічне значення для збереження біорізноманіття. На його території розташовані такі природоохоронні комплекси, як Чорноморський біосферний заповідник,

національний природний парк «Білобережжя Святослава», регіональний ландшафтний парк «Кінбурнська коса», а також водно-болотні угіддя міжнародного значення «Ягорлицька затока».



Рис 1.2. Залишки боєприпасів внаслідок обстрілів

Джерело: [4]

Військові операції російських сил спричиняють значні пошкодження морської інфраструктури вздовж узбережжя Чорного та Азовського морів, а також корабельних комплексів, розташованих на рейдах. Наслідком таких дій є засмічення акваторій і викиди небезпечних речовин у морське середовище. Потрапляння нафтопродуктів у водну екосистему призводить до утворення поверхневих нафтових плівок, які негативно впливають на процеси газообміну, теплообміну та випаровування між водною масою та атмосферою. Цей вплив обумовлює несприятливі зміни фізико-хімічних властивостей води, порушення гідробіологічних показників, а також масову загибель морських організмів, включаючи рибу, морських птахів і планктон. Крім того, нафта в морському середовищі має властивість розчиняти токсичні сполуки, такі як важкі метали й пестициди, що значно посилює їхній шкідливий вплив.

На суходолі переміщення військової техніки та її пошкодження провокують забруднення ґрунтового покриву різними типами нафтопродуктів. Уражені ґрунти, накопичуючи значні обсяги паливно-мастильних матеріалів, втрачають здатність до ефективного водопроникнення. Це спричиняє дефіцит кисню, зміну мікробіологічних характеристик і порушення балансу повітряно-водного режиму ґрунту. В результаті коренева система рослин зазнає істотного негативного впливу, що проявляється пригніченням їх росту, зниженням біологічної продуктивності та повним відмиранням рослинності за умови високої концентрації забруднюючих речовин на уражених територіях.

Війна виступає значним фактором ризику для навколишнього природного середовища України, спричиняючи дисбаланс у функціонуванні природних екосистем. У випадках влучання ракет або застосування інших військових засобів у важливі промислові регіони, зокрема енергетичні об'єкти, хімічні заводи та гірничо-видобувні комплекси, виникає загроза екологічних катастроф. Зокрема, пошкодження електромереж через бойові дії часто призводить до порушення електропостачання на вугледобувних підприємствах, що затримує процес водовідведення у шахтах і провокує їхнє затоплення. Це не лише зумовлює втрату цінних ресурсів, але й становить серйозну загрозу для підземних водоносних горизонтів, оскільки шахтні води часто характеризуються високим вмістом токсичних речовин.

Особливо вразливими до таких екологічних загроз є економічно розвинені промислові регіони Східної та Південної України, де розташовані критично важливі енергетичні об'єкти держави. Аварії на атомних, гідроелектричних і теплових станціях, а також хімічних підприємствах можуть мати надзвичайно руйнівні наслідки як для локальних екосистем, так і для здоров'я населення.

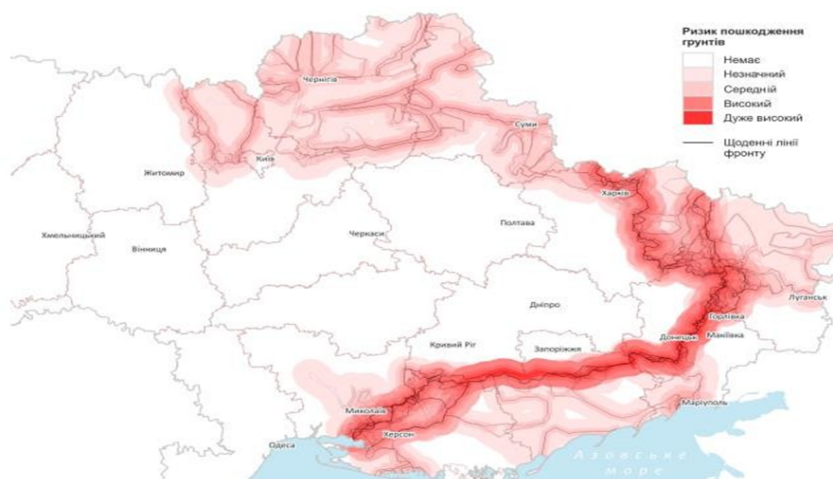


Рис 1.3. Ризик пошкодження ґрунтів

Джерело: [22]

Станом на 24 лютого 2022 року було зафіксовано низку аварійних ситуацій, пов'язаних із функціонуванням гідротехнічних споруд та систем водопостачання, що спричинило несанкціоновані викиди забруднювальних речовин у водні об'єкти. В умовах активних військових дій управління твердими побутовими відходами у районах поблизу лінії фронту стало значним викликом. До традиційного змісту сміття додалися залишки військової техніки, уламки будівельних споруд та інші елементи пошкодженої інфраструктури, утилізація яких є ускладненою без проведення попередніх заходів з розмінування. Через бойові дії та вибухи було пошкоджено або інтенсивно забруднено 188 тисяч квадратних кілометрів ґрунтів, із яких 105 тисяч квадратних кілометрів розташовані в безпосередній близькості до п'яти кілометрів від лінії фронту і характеризуються високим рівнем забруднення. Подальше використання цих територій вимагатиме реалізації комплексних заходів із рекультивації, включаючи розмінування та очищення від боєприпасів і токсичних речовин.

Природна спадщина України зазнала серйозного впливу через військові дії, що спричинили забруднення і деградацію екосистем. Значною мірою постраждали 393 об'єкти природно-заповідного фонду та Смарагдової мережі, які складають понад 33 % природоохоронних ресурсів країни.

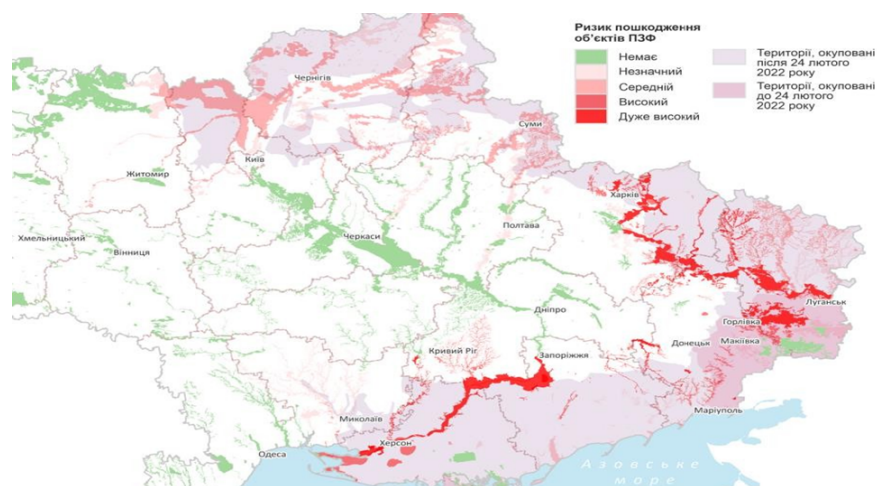


Рис 1.4. Ризик пошкодження об'єктів ПЗФ

Джерело: [15].

Серед них 347 об'єктів опинилися під окупаційним контролем, а 257 знаходяться в межах п'яти кілометрів від зон активних боїв. Загалом близько 46 тис. км² захищених територій та об'єктів Смарагдової мережі опинилися під загрозою, що становить приблизно 43% загальної площі цих зон в Україні.

Зупинка фінансування і відсутність належної охорони ускладнили функціонування природоохоронних об'єктів. Це призвело до збільшення незаконної діяльності, включно з вирубкою лісів, нелегальним видобутком природних ресурсів та виникненням численних пожеж. Наукові й екологічні організації, такі як КШЕ і Zoі Environment Network, активно працюють над створенням методик для об'єктивної оцінки шкоди, заподіяної ґрунтам, особливо у природоохоронних зонах. Серйозного ушкодження зазнали також лісові екосистеми, зокрема ліси та протиерозійні насадження. До основних загроз для цих територій належать пожежі, які виникають внаслідок вибухів або цілеспрямованих підпалів, що нерідко використовуються як елемент військової тактики. Крім того, інтенсивне пересування військової техніки та детонація боєприпасів спричиняють механічні пошкодження лісових масивів, значно знижуючи їх здатність до відновлення.

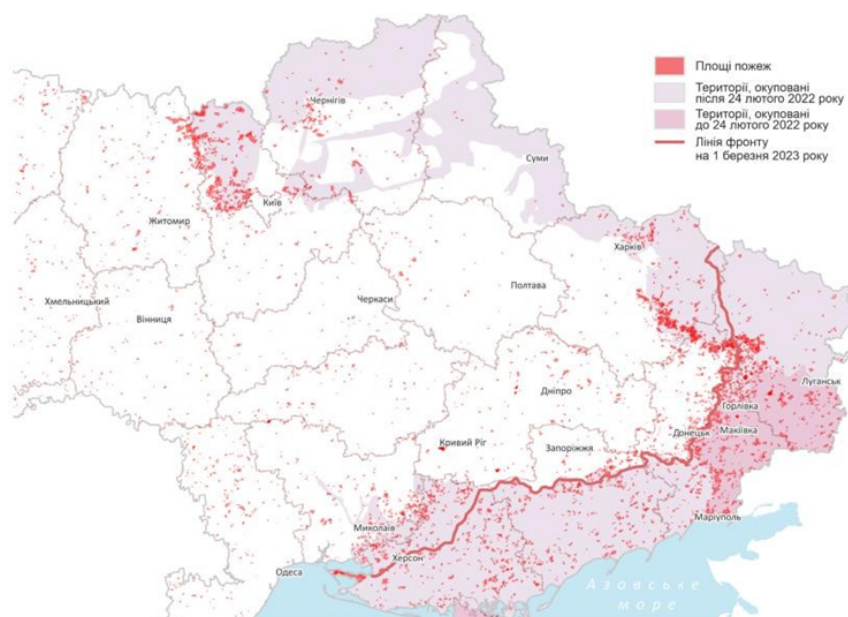


Рис 1.5. Карта пожеж

Джерело: [22]

Аналіз розподілу лісових та трав'янистих пожеж в районах активних військових конфліктів демонструє, що дії по гасінню пожеж та відновленню лісів в прифронтових зонах стають особливо ризикованими через постійну загрозу від бойових дій та залишкових вибухонебезпечних предметів. Це, в свою чергу, призводить до продовження тенденції зменшення лісових площ в Україні. Спостереження від Zoї Environment Network підтверджують наявність 298 тис. гектарів пошкоджених лісових масивів і 1438 тис. гектарів територій, постраждалих від трав'яних пожеж. Ці пожежі, сполучені з горінням нафтових продуктів, вносять внесок у високий рівень забруднення атмосфери. Згідно з даними КШЕ, військова активність на території України призвела до викиду в атмосферу приблизно 5,5 млн. тонн забруднюючих елементів, що погіршує екологічний стан та впливає на здоров'я населення[19].

Економічна оцінка збитків від забруднення атмосферного повітря свідчить про надзвичайно високі втрати, які становлять приблизно 25,8 мільярда доларів.

Таблиця 1.1.

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря[19]

Забруднюючі речовини	Викиди, т	Шкода, млн. \$
Оксиди азоту	76857	2651,07
Оксид вуглецю	2145133	1849,76
Неметанові леткі органічні сполуки	197765	255,73
Оксиди сірки	16168	559,37
Пил	1391182	1799,09
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок більше 2,5 мкм та менше 10 мкм	900197	1164,15
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок 2,5	736535	16855,06
Свинець	0,470	1,409
Кадмій	0,020	0,011
Ртуть	2,347	7,044
Миш'як	0,047	0,004
Хром	7,824	14,87
Мідь	5,165	0,479
Нікель	0,203	0,465
Селен	0,047	0,023
Цинк	16,43	0,170
Поліхлоровані дибензо-пара-діоксини та дибензофурани	4,872	439,84
Бенз(а)пірен	2,126	191,77
Всього	5 463 879	25 790

Джерело: [11].

З цієї суми близько 15 мільярдів доларів спричинені лісовими пожежами, 10 мільярдів доларів пов'язані із займанням трав'яних масивів, а 752 мільйони доларів результат втрат через горіння нафтових ресурсів. Крім того, для відновлення складових житлово-комунальної інфраструктури та транспортних мереж прогнозується додатковий обсяг викидів забруднювальних речовин в атмосферу, витрати на що можуть сягнути 1,1 мільярда доларів.



Рис 1.6. Обсяги збитків від викидів забруднення речовин в атмосферне повітря

Джерело: [14].

Варто наголосити, що покриття цих втрат потребує належної компенсації, яка повинна бути спрямована як на заходи з очищення екосистеми, так і на впровадження ініціатив для зменшення впливу на клімат і адаптації до можливих його змін.

Військові дії в Україні значно вплинули на природоохоронну діяльність країни, спричинивши руйнування систем моніторингу екології в зонах конфлікту, втрату даних щодо екологічного стану регіонів, зупинку надання екосистемних послуг та обмеження заходів з адаптації до зміни клімату. Для контролю та мінімізації такого негативного впливу варто приділити увагу заходам з рекультивації територій, висадки лісів, очищення водних ресурсів, ліквідації мін та іншої вибухонебезпечної техніки, а також запобіганню додатковому забрудненню довкілля.

Від початку конфлікту площа в розмірі близько 270,000 км² на території України зазнала впливу військових дій, включаючи мінування, артилерійські обстріли та прямі бойові зіткнення. Вибухонебезпечні території, зокрема через міни та інші небезпечні предмети, становлять загрозу для життя громадян та господарської діяльності. За інформацією

ДСНС, близько 185,000 км² потребує ретельного обстеження та розмінування. На цей момент було обстежено та очищено 704 км² території, переважно в Київській та Чернігівській областях. За цей період знешкоджено близько 200 тисяч вибухонебезпечних предметів, що відповідає середній щільності 284 вибухонебезпечних об'єкти на кожен очищений квадратний кілометр. З огляду на нинішню ситуацію, підвищення уваги міжнародної спільноти до екологічних ризиків та наслідків війни в Україні має вирішальне значення для подальших процесів відновлення.

1.2 Аналіз даних про рівень забруднення

Російська збройна агресія проти України спричинила серйозні екологічні наслідки в низці регіонів, серед яких найбільше постраждали Донецька, Луганська, Запорізька, Херсонська, Київська, Чернігівська та Сумська області. У цьому розділі особливу увагу буде зосереджено на аналізі впливу війни на стан навколишнього середовища у Миколаївській області. У 2023 році в атмосферу області було викинуто близько 15 тисяч тонн забруднюючих речовин зі стаціонарних джерел. Основну частку викидів створюють газові та переробні підприємства, серед яких АТ «Оператор газорозподільної системи «Миколаївгаз», ТОВ «Миколаївський глиноземний завод», ТОВ «Оператор газотранспортної системи України» та підприємство «ЮГ цемент», що є підрозділом ПрАТ «ДІКЕРГОФФ ЦЕМЕНТ УКРАЇНА». Для порівняння, у 2022 році загальний обсяг викидів становив 2,235 тисяч тонн забруднюючих речовин, що відображає зниження на 44% порівняно з 2021 роком. Значне скорочення рівня викидів у 2022 році, ймовірно, зумовлене воєнними діями та відповідними перебоями у виробничих процесах, що суттєво вплинули на діяльність промислових підприємств регіону.

Таблиця 1.2.

Динаміка обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря за період 2020-2022 роки[24]

Показники	2020 рік	2021 рік	2022 рік
Загальна кількість (одиниць) дозволів на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, виданих у поточному році суб'єкту господарювання, об'єкт якого належить до:	183*	137*	57*
першої групи	**	**	**
другої групи	36	22	10
третьої групи	147	115	47
Викиди забруднюючих речовин та парникових газів стаціонарних джерел, тис. т		12,186	***
Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарних джерел у розрахунку на км ² , т	0,456	0,496	***
Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарних джерел у розрахунку на одну особу, кг	10,1	11,08	***

Джерело: дані з Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища

Згідно з даними головного управління статистики, інформація про викиди забруднюючих речовин від фіксованих джерел за 2022 рік наразі не надана. Відомості про ці викиди будуть опубліковані після того, як підприємства нададуть звіти у тримісячний термін після завершення воєнного стану або призупинення військових дій.

Таблиця 1.3.

**Рівні забруднюючих речовин в атмосферному повітрі в зоні та
агломерації (агломераціях) за 2022 рік**

Назва забруднюючої речовини ²	Номер пункту спостережень	Річне середнє значення забруднюючої речовини, мг/м ³	Зафіксовані перевищення граничних рівнів або цільових показників забруднюючих речовин у відсотках в загалом за рік (ГДК м.р.)	Зафіксовані перевищення інформаційні або порогів небезпеки забруднюючих речовин (ВЗ та ЕВЗ)*
Пил	м. Миколаїв	0,08	0	Відсутні
Діоксид сірки		0,007	0	Відсутні
Оксид вуглецю		2	0,6	Відсутні
Діоксид азоту		0,04	0	Відсутні
Оксид азоту		0,02	0	Відсутні
Фтористий водень		0,002	0	Відсутні
Формальдегід		0,014	3,0	Відсутні
Важкі метали, мкг/м ³				
Залізо	м. Миколаїв	0,721	0	Відсутні
Марганець		0,028	0	Відсутні
Мідь		0,027	0	Відсутні
Нікель		0,031	0	Відсутні
Свинець		0,019	0	Відсутні
Хром		0,038	0	Відсутні
Цинк		0,045	0	Відсутні
Кадмій		0,005	0	Відсутні

Джерело: дані з Національною доповіді про стан навколишнього середовища.

Відповідно до таблиці «Рівні забруднюючих речовин в атмосферному повітрі», забруднення атмосферного повітря в Миколаївській області в 2022 році характеризується наступним чином:

Оксид вуглецю:

-Річне середнє значення: 2 мг/м³.

-Зафіксовані перевищення граничних рівнів: 0,6%. Це означає, що лише в декількох випадках протягом року рівень оксиду вуглецю в атмосфері був вищий за встановлені норми.

Формальдегід:

-Річне середнє значення: 0,014 мг/м³.

-Зафіксовані перевищення граничних рівнів: 3,0%. Це свідчить про те, що у декількох випадках протягом року концентрація формальдегіду в атмосфері перевищувала допустимі норми.

Оксид вуглецю може спричиняти ефект парникового ефекту, проте його основний вплив полягає у взаємодії з організмами.

Формальдегід може взаємодіяти з іншими речовинами у атмосфері, формуючи смог та інші забруднювачі.

У 2022 році в Миколаївській області спостерігалися перевищення рівнів оксиду вуглецю та формальдегіду, що може вказувати на потребу в додатковому контролі та вжитті заходів щодо зменшення викидів цих речовин. Миколаївська область розташована у трьох водних басейнах: Південного Буга (59,5%), Іпра (23,5%) та Ічок, що впадають у Чорне море (17%). Водойми покривають 150,5 тис. га, або 6,1% території області[10, с.30]. Підземні води області різноманітні за своїм віком та походженням, починаючи від кристалічного фундаменту до сучасних відкладень. Прогнозні запаси води у водоносних горизонтах становлять 441,6 тис.м³/добу, при цьому 79,23% мають мінералізацію до 1,5 г/дм³, а 20,77% - від 1,5 до 3,0 г/дм³[10,с.31].

Але відзначимо, що в умовах війни, Миколаївська область стикається із викликами у забезпеченні населення якісною питною водою. В

порівнянні з іншими регіонами, її ресурси є одними з найбільш обмеженими. На душу населення припадає лише 0,09 м³/добу, що є критично низьким показником порівняно з сусідніми областями.

Місцеві ресурси значною мірою залежать від вод, які надходять з інших територій. Основними споживачами води є промисловість і енергетика, які разом використовують близько половини всіх водних ресурсів. Сільське господарство та комунальні служби також відіграють важливу роль у споживанні води.

Одним із серйозних проблем є скид забруднених стічних вод, що виникає через неефективність комунальних очисних споруд. Приблизно 28% усіх вод, що скидаються в поверхневі водойми, є забрудненими. В умовах військового конфлікту проблема може стати ще гострішою через пошкодження інфраструктури та неможливість проведення ефективного моніторингу водних ресурсів.

Таблиця 1.4.

Дозвільна діяльність у сфері водокористування

Дозволи на спеціальне водокористування	За роками		
	2020 рік	2021 рік	2022 рік
Видано	223	174	61
анульовано*	36	38	12

Джерело: дані з Національною доповіді про стан навколишнього середовища

Таблиця 1.5.

Водні об'єкти регіону

Водні об'єкти	Кількість одиниць	Примітка
Усього	2558*	421 річок та струмків, 45 водосховищ, 1100 ставків, 978 озер, 7 лиманів, 7 інших водойм (пожежні водойми тощо).
з них передано в оренду, зокрема:	298	
водосховищ (крім водосховищ комплексного призначення)	15	
ставків	283	
озер	-	
замкнених природних водойм	-	

Джерело: дані з Національною доповіді про стан навколишнього середовища.

У 2022 році, на фоні війни, спостерігається істотне зниження скидань забруднюючих речовин у поверхневі водні об'єкти Миколаївської області порівняно із 2020 та 2021 роками. Зокрема, обсяги скидань ХСК, сухого залишку, та БСК5 значно зменшилися. Це може бути пов'язано зі зменшенням промислової активності та економічного спаду в регіоні, викликаного військовими діями. Такі зміни вимагають додаткового аналізу щодо їх впливу на екологічну ситуацію в області та розвиток методів відновлення екосистем.

Миколаївська область, яка традиційно відзначалася як одна з ключових землекористувальних територій України, в останні роки стала предметом збільшеного інтересу через війну. Цей небажаний фактор має потенційні наслідки для стабільності та продуктивності регіону.

Таблиця 1.6.

Динаміка водокористування за період 2020-2022 роки

Показники	Од. вим.	2020 рік	2021 рік	2022 рік
Забрано води з природних джерел, усього	млн м ³	263,810	204,807	95,693
у тому числі: поверхневої	млн м ³	253,195	193,159	69,957
підземної	млн м ³	10,615	11,648	8,019
Морської (лиманської)	млн м ³	-	-	17,717
Використано свіжої води, усього	млн м ³	227,21*	169,108*	94,978*
у тому числі на потреби: питні і санітарно-гігієнічні	млн м ³	27,557	26,821	19,444
виробничі	млн м ³	92,947	87,139	69,962
зрошення	млн м ³	105,515	53,595	4,713
Втрачено води при транспортуванні	млн м ³	83,696	57,492	14,167
	% до забраної води	32%	28%	14%
Скинуто зворотних вод, усього	млн м ³	72,578	76,621	51,487
Скинуто зворотних вод у поверхневі водні об'єкти, усього	млн м ³	69,161	72,314	48,078
з них: нормативно очищених, усього	млн м ³	1,981	2,101	0,762
у тому числі: на спорудах біологічного очищення	млн м ³	1,862	1,878	0,548
на спорудах фізикохімічного очищення	млн м ³	-	-	-
на спорудах механічного очищення	млн м ³	0,119	0,224	0,215
нормативно чистих без очистки	млн м ³	46,489	49,972	34,029
забруднених, усього	млн м ³	20,691	20,241	13,287
у тому числі: недостатньо	млн м ³	20,628	19,384	

Показники	Од. вим.	2020 рік	2021 рік	2022 рік
очищених				11,944
без очищення	млн м ³	0,063	0,857	1,343

Джерело: дані з Національною доповіді про стан навколишнього середовища.

Таблиця 1.7.

Скидання забруднюючих речовин із зворотними водами у поверхневі водні об'єкти

Забруднююча речовина, що скидається із зворотними водами	2020 рік	2021 рік	2022 рік
	обсяг забруднюючих речовин, тис. т	обсяг забруднюючих речовин, тис. т	обсяг забруднюючих речовин, тис. т
БСК5	0,326	0,296	0,169
ХСК	1,518	1,443	0,831
завислі речовини	0,407	0,330	0,257
N (сума мінеральних форм)	0,144	0,394	0,203
фосфати	0,115	0,108	0,057
сухий залишок	19,14	17,657	10,765
нафтопродукти	0,006	0,006	0,004

Джерело: дані з Національною доповіді про стан навколишнього середовища.

Таблиця 1.8.

Основні водоносні горизонти

Геологічний індекс водовмісних порід	Кількість прогнозних запасів, тис. м ³ /добу	Кількість експлуатаційних запасів, тис. м ³ /добу
aP I-II	62,2	59,3
N	242,8	26,113
P (палеогенова система)	61,2	6,2
K	31,8	6,4
AR-PR	43,6	4,869
Разом	441,6	102,882

Джерело: дані з Національною доповіді про стан навколишнього середовища.

Станом на 01.01.2024 року, обсяг земельного фонду Миколаївщини був 2458,5 тис. га. Значущий сегмент 1994,7 тис. га, або 81,1% припадає на сільськогосподарські угіддя. Ці дані свідчать про величезний аграрний потенціал області, який може бути під загрозою через військовий конфлікт.

Географічні особливості області виявляються в підвищеній розораності сільськогосподарських угідь, що варіюється в межах від 60 до 85% в різних районах. Грунтова структура Миколаївщини характеризується переважанням чорноземів на півночі, які змінюються південними чорноземами на південних територіях. Суттєвим індикатором якості ґрунту є вміст органічної речовини, зокрема гумусу. Згідно з дослідженнями Миколаївського обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунту «Облдержродючість», середній показник гумусу у ґрунтах регіону становить 2,9%. Високий вміст гумусу (3,3-4,1%) спостерігається на півночі області.

Відзначимо, що військова діяльність може суттєво вплинути на якість земель, їхню родючість і, як наслідок, на економічну ефективність сільського господарства області. Тому забезпечення стабільності та безпеки земельних ресурсів Миколаївщини в умовах конфлікту є важливим пріоритетом для регіонального уряду та аграрної спільноти.

Таблиця надає інформацію про структуру земельного фонду регіону в умовах стабільності у 2020-2021 роках та на фоні війни у 2022 році. Декілька ключових аспектів та висновків можна виділити:

1. Незважаючи на війну, загальна площа земель у регіоні залишилася незмінною, що може свідчити про те, що зміни в земельному фонді ще не були офіційно зафіксовані.
2. Площа цих земель залишилася стабільною, але слід мати на увазі, що реальна продуктивність може бути зашкоджена через військові дії, знищення інфраструктури та втрати в аграрному секторі.
3. Хоча ці землі займають невеликий відсоток, можливі зміни в їхньому використанні внаслідок руху військової техніки та інших військових операцій.

Таблиця 1.9

Структура земельного фонду регіону за період 2020 -2022 роки

Категорії земель та види земельних угідь	2020 рік		2021 рік		2022 рік	
	Усього, тис. га.	% до загальної площі території	Усього, тис. га.	% до загальної площі території	Усього, тис. га.	% до загальної площі території
Види земельних угідь						
Загальна площа земель	2458,55	100	2458,55	100	2458,55	100
з них:						
Сільськогосподарські угіддя, з них:	1994,7	81,1	1994,7	81,1	1994,7	81,1
рілля	1703,7	69,3	1703,7	69,3	1703,7	69,3
перелоги	3,4	0,1	3,4	0,1	3,4	0,1
сіножаті та пасовища, парники, оранжереї, теплиці	254,2	10,3	254,2	10,3	254,2	10,3
багаторічні насадження	33,4	1,4	33,4	1,4	33,4	1,4
Землі без рослинного покриву	45,43	1,9	45,43	1,9	45,43	1,9
або з незначним рослинним покривом, з них:						
болота	19,4	0,8	19,1	0,8	19,1	0,8
Чагарникова рослинність природного походження						
Ліси та інші лісовкриті землі, з них:	134,34	5,5	134,37	5,5	134,37	5,5
земельні лісові ділянки, вкриті лісовою рослинністю	121,4	4,9	121,4	4,9	121,4	4,9
Інші землі	2,18	0,1	2,18	0,1	1,8	0,1
Води	125,8	5,1	125,8	5,1	125,8	5,1
Забудовані землі	156,1	6,3	156,1	6,3	156,1	6,3

Джерело: дані з доповіді Миколаївської обласної ради.

4. Військова активність може вплинути на збереженість лісових масивів, особливо у разі ведення бойових дій в цих територіях.

5. Незначне зменшення в категорії «Інші землі» у 2022 році може бути пов'язане з переходом деяких земельних ділянок під військове використання або їх знищенням.

6. Води та забудовані землі: Відсутність змін у цих категоріях може свідчити про те, що основні військові дії не торкалися великих населених пунктів та водних ресурсів, або ці дані ще не відображають реальної ситуації на місці.

Загалом, хоча таблиця не показує радикальних змін у структурі земельного фонду регіону після початку війни, реальні умови можуть значно відрізнятися від представлених статистичних даних через наслідки війни та її вплив на землекористування.

Таблиця 1.10

Рекультивация порушених земель за період 2020-2022 роки

Рік	Всього порушених земель		Всього відпрацьованих земель		Здійснено рекультивацию, га		Перебувають у стадії рекультивации, га	
	тис. га.	% до загальної площі	регіону, тис. га.	% до загальної площі регіону	тис. га.	% до загальної площі регіону	тис. га.	% до загальної площі регіону
2020	0,02	0,0008	-	-	-	-	-	-
2021	3,198	0,13	1,257	0,05	0	0	0	0
2022	3,198	0,13	1,257	0,05	0	0	0	0

Джерело: дані з доповіді Миколаївської обласної ради.

Отже, 1,257 га земель пройшли рекультивацию у 2021 та 2022 роках. Проте, незважаючи на військові події, немає змін у стадії рекультивации, що може вказувати на те, що процес рекультивации не було призупинено або зірвано через військові дії. Незважаючи на зростання обсягу порушених

земель у 2021 році, відсоток відпрацьованих земель залишається низьким. Враховуючи військові дії, можна припустити, що здійснення процесу рекультивації було ускладнено, але дані таблиці свідчать, що регіон продовжував здійснювати ці процедури, незважаючи на конфлікт.

Таблиця 1.11

**Поширеність небезпечних екзогенних геологічних процесів за період
2018-2022 роки**

Рік	Підтоплення		Карст/ Ерозія			Зсуви					
	Площа, тис. м ²	% від площі терито- рії регіон у	площа поширення порід, здатних до карстування/ ерозії, тис.км ²	%	Кіль- кість проя- вів	Загальн а кількіст ь	Площа , км ²	%	Кількіс- ть активни- х	Пло- ща акти- вних, км ²	%
2018	1703,3	69	8200	33,3	-	1153	9,04	0,03 7	47	-	-
2019	996,7	4	8200	33,3	-	1153	9,04	0,04	48	-	-
2020	996,7	4	8200	33,3	-	1153	9,04	0,04	48	-	-
2021	996,7	4	8200	33,3	-	1153	9,04	0,04	48	-	-
2022	996,7	4	8200	33,3	-	1153	9,04	0,04	48	-	-

Джерело: Інформаційний звіт з моніторингу, обліку поширення і активізації екзогенних геологічних процесів Миколаївської області

Спостерігається раптове зниження площі території, яка піддавалася підтопленню з 69% в 2018 році до лише 4% в наступних роках (2019-2022). Це може бути результатом ефективних заходів по захисту території від підтоплень, або зміни кліматичних умов. Площа поширення порід, які піддаються карстуванню та ерозії, стабільно дорівнює 33,3% території регіону (8200 тис.км²) протягом всього аналізованого періоду [12]. Під час військових дій в Україні основною екологічною проблемою стало забруднення ґрунту, атмосфери та водойм. Сталі військові дії у міських та

інших населених районах викликали велике вивільнення шкідливих речовин в довкілля. Ці речовини пошкодили якість ґрунту, води та повітря, що призвело до ряду медичних проблем серед місцевих жителів, зокрема до захворювань дихальних шляхів, шкірних реакцій та онкологічних захворювань.

Поряд з цим, війна призвела до значного спустошення лісів і середовищ проживання дикої природи. Внаслідок військових дій багато рослинних та тваринних видів втратили своє природне середовище, що негативно позначилося на біологічному різноманітті цієї території. Місцеві спільноти, які тісно пов'язані з лісами, втратили доступ до ключових ресурсів, таких як харчі, паливо та інше. Війна також пошкодила важливі інфраструктурні об'єкти країни, такі як заводи, енергетичні об'єкти та підприємства нафтохімічної промисловості. Із зруйнованих об'єктів в середовище потрапили різноманітні шкідливі речовини, включаючи нафту, хімічні реагенти та радіоактивні матеріали. Це посилює забруднення і погіршило стан здоров'я громадян. Додатково, тривалий конфлікт ускладнив зусилля, спрямовані на реагування на екологічні виклики. Нестабільність ситуації збільшила ризик для діяльності екологічних організацій, а доступні ресурси було спрямовано на невідкладні потреби, такі як медична допомога та продовольство.

1.3. Визначення головних джерел забруднення та їх вплив на довкілля

Аналіз наукових публікацій дозволив виокремити основні фактори, що впливають на екосистему (рис. 1.7). Серед них: акустичне забруднення від авіації, ракет і вибухів, яке спричиняє первинні, вторинні та третинні наслідки для біорізноманіття; пошкодження флори та фауни через вибухи й розкидання осколків; військова діяльність та пересування підрозділів, що погіршують якість повітря; руйнівна дія поблизу лісових масивів, яка призводить до знищення дерев, виникнення пожеж і порушень природного

ландшафту; утворення кратерів та деградація ґрунтів через ракетні удари; міновані території, що стають непридатними для проживання. Крім цього, функціонування військових об'єктів викликає забруднення ґрунтів, їх ерозію і впливає на водні ресурси. Також у майбутньому доведеться вирішувати проблему утилізації залишків військової техніки та зброї.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, тривалий вплив шуму понад 85 дБ може спричинити незворотню втрату слуху. Під час ланцюгових вибухів ракетних установок рівень шуму здатен досягати 130-140 дБ, що значно перевищує безпечний поріг. Унаслідок обстрілів в одному з районів Миколаївської області було знищено приблизно 300 гектарів лісу, що призвело до економічних збитків у розмірі понад 2 мільйони гривень.

За результатами досліджень екологів, у деяких регіонах чисельність птахів скоротилася на 60%, а окремі види земноводних і рептилій взагалі зникли. Аналізи ґрунтів після ракетних ударів в окремих місцевостях показали зростання концентрації важких металів на 300%. Зокрема, вміст свинцю перевищував граничні норми в 5 разів, а цинку в 3 рази. На сьогодні в Україні накопичено понад 100 тисяч тонн непридатної військової техніки та боєприпасів, утилізація яких вимагатиме значних фінансових ресурсів і застосування спеціалізованих технологій. Ці факти наголошують на винятковій важливості розробки ефективних стратегій з метою відновлення та збереження екосистем у зонах військових конфліктів.

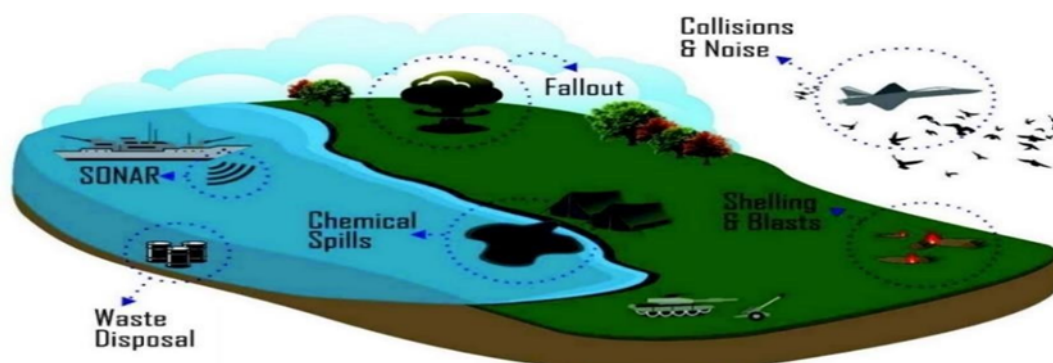


Рис. 1.7. Негативний вплив військових дій на довкілля Джерело: [18]

Відповідно до даних, розміщених на офіційному сайті Міністерства екології та природних ресурсів України в рамках проєкту «ЕкоЗагроза», станом на початок березня 2024 року Державна екологічна інспекція оцінила збитки на суму 1902 млрд грн. Найбільша частка цієї суми припадає на забруднення повітря – 988,939 млрд грн, тоді як ґрунти зазнали шкоди на 12 млрд грн, а збитки від відходів оцінені у 844 млрд грн. Агресивні дії ворога спрямовані на руйнування життєво важливих систем водовідведення, електро- та теплопостачання по всій території України. Такі дії відповідають визначенню тероризму, наведеному у статті 1 Закону України «Про боротьбу з тероризмом», яка трактує тероризм як заходи, спрямовані на створення атмосфери страху серед населення, а також кримінальні дії, що становлять небезпеку для життя чи здоров'я мирних громадян. Одним із проявів терористичної діяльності є здійснення терористичних актів із застосуванням вогнепальної зброї, вибухів чи підпалів, як зазначено у статті 258 Кримінального кодексу України.

Руйнівальні наслідки для довкілля включають масове хімічне забруднення територій, де активно застосовувалася військова техніка та озброєння. Техногенні катастрофи, спричинені ракетними обстрілами й атаками на стратегічно важливі підприємства, завдають значних екологічних втрат. Російські ракетні удари далекої дії провокують надзвичайні техногенні ситуації по всій Україні, особливо у промислових районах, де розташовані основні підприємства енергетичної, хімічної, гірничодобувної та переробної галузей економіки. Окрім цього, Україні притаманна роль ключової аграрної держави. Сільськогосподарський сектор посідає важливе місце в економіці країни завдяки виробництву та експорту агропродукції. При цьому близько 70,5% території країни використовується для сільськогосподарських потреб, із яких 57% займають орні землі.

Збройні конфлікти на території України спричинили масштабні механічні пошкодження сільськогосподарських угідь, а також тривале забруднення родючих ґрунтів хімічними та біологічними речовинами. Поля

та підземні води перетворилися на джерела довготривалого забруднення важкими металами, як-от залізо, алюміній, мідь та їхні сполуки. Основними причинами цього виступають тисячі вибухів і розривів снарядів, які залишили сліди на території [12].

Окрім забруднень, пов'язаних зі складними хімічними сполуками зі складу боєприпасів, неконтрольоване застосування зброї спричиняє додаткові наслідки у вигляді руйнувань і пожеж на будівлях, промислових об'єктах та критичній інфраструктурі. Аналіз техногенних катастроф, спричинених обстрілами та іншими інцидентами в Україні, особливо внаслідок російської агресії, свідчить, що основними об'єктами нападів Російської Федерації є нафтосховища, електростанції, комунікаційна інфраструктура та великі промислові підприємства, які мають важливе стратегічне значення для економіки й оборони країни. Пожежі й вибухи на таких об'єктах створюють значні екологічні кризи. Наприклад, вибухи електротехнічного обладнання на підприємствах призводять до забруднення довкілля токсичними речовинами, такими як поліхлоровані біфеніли (ПХБ) і діоксини. Останні утворюються при термічному впливі на поліхлоровані біфеніли за температури нижче 1000 °C. До найбільш шкідливих з них належать поліхлоровані дибензофурані (ПХДФ) і ті ж поліхлоровані біфеніли. Ці стабільні токсичні речовини мають негативний вплив на здоров'я людини, викликаючи імунотоксичні реакції шкіри, порушення репродуктивної функції, тератогенні ефекти, ураження нервової системи та онкологічні захворювання.

Діоксини, як і поліхлоровані біфеніли (ПХБ), характеризуються значною адсорбційною здатністю, тобто здатністю ефективно взаємодіяти з поверхнями різноманітних матеріалів та утримуватися на них. При низьких температурах навколишнього середовища ці токсичні сполуки більш інтенсивно адсорбуються на домішках, присутніх у повітрі, що спричиняє суттєве зменшення їхньої концентрації в атмосфері. У водних системах діоксини та ПХБ завдяки своїй гідрофобності мають схильність до адсорбції

на твердих частинках, що спрямовує їх до осадів у водоймах. Важливим аспектом є те, що ці небезпечні речовини легко потрапляють у харчові ланцюги, передаючись від водоростей до планктону, риб, і зрештою до організму людини, або через ґрунт — від рослин до тварин і також до людини. Період напіврозпаду діоксинів у ґрунті становить 8–10 років, тоді як для ПХБ цей показник сягає 5 років. У свою чергу, період часткового виведення цих сполук з організму людини коливається в межах 3–8 років.

До значного внеску в забруднення довкілля додаються масштабні викиди хімічних речовин з пошкоджених промислових заводів або резервуарів для їхнього зберігання. Таким чином, кожен боєприпас, що використовується, ускладнює екологічну ситуацію, а руйнування великих промислових комплексів може спричинити масштабні екологічні катастрофи. Одним із джерел забруднень є військовий арсенал, вибухи та хімічні сполуки. До токсичного складу капсул боєприпасів, які застосовуються для активації вогнепальної зброї чи вибухових матеріалів, входять речовини, що ініціюють детонацію. Вони використовуються для активації бризантних вибухових речовин, здатних ефективно руйнувати об'єкти в зоні вибуху. Ініціюючі сполуки вирізняються здатністю детонувати навіть під впливом незначного первинного імпульсу удару, тертя, тиску або електричної іскри. Наприклад, запал гранати після активації провокує малий вибух для ініціації детонації основних вибухових матеріалів у корпусі гранати. У випадку патронів капсула після удару спричиняє вибух пороху, що призводить до пострілу кулею.

Хімічний склад капсул зазвичай включає спеціальну ударно-запалювальну суміш різних компонентів. Так, для гвинтівочного калібру це гримуча ртуть ($\text{Hg}(\text{ONC})_2$), антимоній (Sb_2S_3) та бертолетова сіль (KClO_3) у пропорції 6,7 : 27,8 : 55,5% за масою. Для патронів револьверного і пістолетного калібрів вміст суміші змінюється на 25,0 : 37,5 : 37,5% за масою. У запалах гранат з алюмінієвим корпусом використовують азид свинцю ($\text{Pb}(\text{N}_3)_2$) у кількості 0,2 г та тринітрорезорцинат свинцю

($C_6H(NO_2)_3O_2Pb$) в обсязі 0,1 г. Натомість у капсуль-детонаторах з мідним корпусом ударна суміш включає гримучу ртуть у кількості 0,5 г (із яких 0,41 г це ртуть).

Ці ракети становлять серйозну загрозу не лише через їхню руйнівну силу, але й через використання токсичного палива. Вони оснащені двигунами, які працюють на твердому або рідкому паливі. Ракети на твердому паливі характеризуються довгим терміном зберігання і надійністю запуску, однак поступаються у продуктивності та призначені для використання на обмежених відстанях. Утилізація чи спалювання палива, що застосовується в ракетних системах залпового вогню (РСЗВ), супроводжується виділенням токсичних речовин, серед яких оксид вуглецю (CO), ціаністий водень (HCN), оксиди азоту (NO, NO₂) та інші. Крім того, горіння чи вибух палива призводять до утворення аерозолів свинцю та його оксиду (PbO). Загалом, при цьому виникають значні кількості шкідливих сполук: до 416,2 г/кг CO, 86,4 г/кг C, 6,7 г/кг Pb, 1,8 г/кг PbO, 161,6 г/кг NO, 2,9 г/кг NO₂, 55,0 мг/кг CH₄, 0,3 г/кг NH₃, 0,4 г/кг HNO₂ та 5,2 г/кг HCN. Окрім цього, додаються токсини із вибухових матеріалів ракет і продуктів горіння їхньої електроніки.

У складніших моделях зенітних ракет використовують паливо на основі амонію перхлорату (NH₄ClO₄). Під час його горіння утворюються хлор Cl₂, кисень O₂, вода H₂O, оксиди азоту й інші сполуки. Крім того, згоряють гумові компоненти, утворюються оксиди металів і продукти згоряння електронного обладнання. Окремо слід зазначити використання білого фосфору в російських боєприпасах. При горінні ця речовина виділяє білий дим із токсичними сполуками, які негативно впливають на навколишнє середовище. Російська армія застосовує різноманітні види ракет у конфлікті на території України. Це створює значну екологічну небезпеку через кілька аспектів. По-перше, вибухівка в ракетах при детонації спричиняє масові руйнування й шкідливий вплив на довкілля.

По-друге, паливо, що застосовується в ракетах, може бути шкідливим і чинити суттєвий негативний вплив на довкілля. Зокрема, деякі ракети працюють на твердому паливі, під час запуску якого утворюються токсичні викиди. Інші ж використовують рідке паливо, яке також являє собою загрозу для навколишнього середовища, особливо у випадках аварій, вибухів чи загорянь ракет після старту. По-третє, утилізація або спалювання залишків боєприпасів і ракетного палива також супроводжуються виділенням токсичних речовин, які забруднюють ґрунти й водойми. Це може спричинити серйозні екологічні проблеми та створити загрозу для здоров'я людей і тварин. Таким чином, використання ракетної техніки на території України має значний вплив на довкілля і потребує уважного контролю та впровадження заходів для зниження її негативних наслідків.

Оцінка рівня забруднення ґрунтів важкими металами починається з етапу відбору зразків, який є ключовим для визначення ступеня забруднення. Процес здійснюється відповідно до встановлених стандартів, що регулюють складання програми відбору, методи проведення процедури та забезпечення її безпечності. Частота відбору ґрунтових зразків і аналізу змісту важких металів залежить від призначення сільськогосподарських угідь. Наприклад, у випадку земель, які використовуються для вирощування продукції для дитячого та дієтичного харчування або овочевих культур, аналіз рухомих форм важких металів слід здійснювати щонайменше раз на три роки, а валових форм один раз на десять років.

Вибір конкретних важких металів для моніторингу здійснюється з урахуванням низки важливих критеріїв, включаючи ступінь їх токсичності, потенціал міграції у природних водах і рослинності, масштаби антропогенного внеску у викиди до ґрунту, а також рівень небезпеки відповідно до їхньої класифікації. Ці фактори відіграють вирішальну роль у побудові ефективної системи контролю за забрудненням важкими металами. Щодо методології відбору проб, при локальному забрудненні ґрунту важкими металами застосовується метод концентрованих кіл, який

передбачає авторитетну локалізацію точок за допомогою нумерації кіл і визначення азимуту. Зразки беруться з кожного горизонту ґрунтового профілю, а об'єднана проба формується з щонайменше п'яти індивідуальних зразків, кожен із яких має масу не менше 1 кг.

Для дослідження ґрунтів на сільськогосподарських угіддях поблизу автомобільних магістралей використовуються інструменти, виготовлені з матеріалів, що не містять металів, виключаючи ті із допустимим вмістом легуючих компонентів, зокрема хрому, нікелю та марганцю. Інструменти можуть бути виготовлені із сталі із кремній-вуглецевим гартом, поліетилену або полістиролу. Таким чином, ретельний відбір і аналіз ґрунтового матеріалу щодо вмісту важких металів є засадничими етапами оцінки рівня екологічного забруднення території та забезпечення належної безпеки сільськогосподарських земель. Для визначення концентрацій важких металів у ґрунті та рослинності, які зазвичай перебувають на низькому рівні, застосовуються високочутливі та селективні методи аналізу. Зокрема, використовуються атомно-абсорбційні спектрофотометри (ААС) як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва. Традиційні прилади з полум'яним атомізатором, наприклад такі як С-115 «Сатурн», С-115ПК (виробництво Україна), «Квант-2А» (виробництво Росія), широко використовуються для одноелементного атомно-абсорбційного аналізу проб. Проведення аналізу передбачає використання спеціалізованих спектральних ламп із порожнистим катодом або розрядних ламп. Для підготовки проби необхідне попереднє мінералізування із застосуванням кислот, а визначення кількох елементів потребує встановлення відповідних ламп, що може значно збільшувати тривалість процесу.

Прилади для проведення багатоелементного аналізу, такі як Contr AA300 з полум'яною атомізацією та Contr AA700 з електрохімічною атомізацією (виробництво Німеччина), оснащені однією ксеноновою лампою. Ця лампа забезпечує значно вищу інтенсивність світла порівняно з ЛПК, дозволяючи одночасно визначати кількісний вміст до восьми елементів у

одній пробі. Робота цих приладів базується на методі атомної абсорбції. Метод атомної абсорбції полягає в селективному поглинанні світлових хвиль певної довжини атомами елементів, які перебувають у газоподібному стані. Величина поглинання світла перебуває у прямій залежності від концентрації елементу в пробі. Під час цього процесу електрони у атомах збуджуються і переходять на вищий енергетичний рівень за умов поглинання фотонів світла певної частоти, що описується рівнянням:

$$E^* - E_0 = h * \nu \quad (2.1).$$

Протягом цього переходу інтенсивність світла з відповідною частотою зменшується. У методі атомно-абсорбційної спектрометрії застосовується закон Ламберта-Бугера-Бера:

$$A = k * b * C \quad (2.2),$$

де A — величина, що визначає рівень поглинання світла;

k — коефіцієнт поглинання;

b — товщина шару, в якому відбувається поглинання;

C — концентрація аналізованого елемента.

Ця формула свідчить, що між величиною поглинання світла (A) і концентрацією елемента (C) існує лінійна залежність, при цьому температура атомізатора не впливає на результат. Коефіцієнт k залежить від імовірності конкретного переходу електрона. Наприклад, для натрію основний перехід $3s-3p$ (589 нм) набагато ймовірніший, ніж перехід $3s-4p$ (330 нм), який має імовірність у 100 разів меншу. Це обумовлює вищу межу виявлення натрію за допомогою атомно-абсорбційного методу на лінії 330 нм порівняно з лінією 589 нм. Якщо концентрацію C виразити у молях, то для більшості елементів коефіцієнт поглинання k варіюється в межах 10^7-10^9 .

Щоб перевести пробу у стан атомної пари, необхідна температура у діапазоні від 2000 до 3000 °С. Для точного вимірювання значення A слід дотримуватися двох умов, сформульованих Уолшем:

- Довжина хвилі повинна відповідати максимально ефективному поглинанню атомних парів і збігатися з довжиною хвилі максимальної інтенсивності випромінювання джерела.

-Півширина лінії поглинання атомних парів має бути хоча б удвічі більшою, ніж півширина лінії випромінювання джерела.

Таблиця 1.12

Забруднюючі речовини, що виникають в результаті воєнно-техногенного навантаження (система повітря-грунт-вода) за типами та видами використовуваних систем зброї

Вид зброї, що використовується	Тип зброї, що використовується	Забруднюючі речовини, що виникають у результаті бойової діяльності
Стрілецька зброя	пістолети снайперські гвинтівки автомати кулемети ручні кулемети ротні	Повітря: CO, NO ₂ , SO ₂ , HF, Hg, C _n H _m , CH ₂ O, Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb
		Вода: Cu, Fe, Al, Mn, Zn, Pb, Sn, Mg
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Fe, Mn, Zn, Pb, Sn, Mg, P, Al, хлориди, нітрати
Гранатомети стрілецька зброя ручні гранати	автоматичні (підствольні) ручні станкові протитанкові	Повітря: C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , C ₂₀ H ₁₇ , Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb,
		Вода: Cu, Fe, Al, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Fe, Mn, Zn, Pb; Sn, Mg, P, Al, Hg, Cd, Cr,
Озброєння БМП (БТР): стрілецька зброя ручні гранати	14,5 мм КВТ 73 мм П 30 мм П 14,5 мм ВС	Повітря: C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , CH ₄ , NH ₃ , SO ₂ , H ₂ S, HCl, Cl ₂ , HF, H ₂ SO ₄ , CH ₂ O, Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb,
		Вода: Cu, Fe, Al, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr, нафтопродукти
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr
Озброєння бойових машин піхоти (БМП, БТР), ручні гранати		Повітря: C, C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , CH ₄ , NH ₃ , SO ₂ , H ₂ S, HCl, Cl ₂ , HF, H ₂ SO ₄ , CH ₂ O, C ₂₀ H ₁₇ , Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb,
		Вода: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr, нафтопродукти
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr, нафтопродукти,
Озброєння бойових машин піхоти (БТР) ПТКР (на електронних тренажерах) ручні гранати		Повітря: C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , CH ₄ , NH ₃ , SO ₂ , H ₂ S, HCl HF, H ₂ SO ₄ , Cl ₂ , CH ₂ O, C ₂₀ H ₁₇ , Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb, нафтопродукти
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Pb, Hg, Zn, Cd, Cr, нафтопродукти
Озброєння танків, озброєння САУ стрілецька зброя ручні гранати	23 мм ВЯ 115 мм ТП 125 мм ТП	Повітря: C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , CH ₄ , NH ₃ , O ₂ , C, SO ₂ , H ₂ S, Cl ₂ , HF, HCL, CH ₂ O, H ₂ SO ₄ , C ₂₀ H ₁₇ ; Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb, нафтопродукти, пил
		Вода: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Zn, Hg, Pb, Cd, Cr, P, нафтопродукти

		Ґрунт: Cu, Fe, Mn, Sn, Mg, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr, P, нафтопродукти
Озброєння танків зенітний кулемет танка ручні гранати		Повітря: C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , CH ₄ , NH ₃ , SO ₂ , H ₂ S, HCl, Cl ₂ , HF, HCL, H ₂ SO ₄ , CH ₂ O, C ₂₀ H ₁₇ , Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb,
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Hg, Pb, Zn, Cd, Cr, нафтопродукти
Ствольна артилерія, міномети	76 мм П ЗІС-3; 85 мм П Д-44; 100 мм ПТП МТ-12; 122 мм ГД-30,; 152 мм ПГ Д-20; 152 мм СГ 2С5; 152 мм СГ 2С19; 203,2 мм П 2С7 82 мм БМ-38, 2Б9; 120 мм ПМ; 120 мм М 2С9, 2С12; 240 мм М2С4	Повітря: C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , CH ₄ , NH ₃ , C, SO ₂ , H ₂ S, HCl, Cl ₂ , HF, H ₂ SO ₄ , C ₂₀ H ₁₇ , CH ₂ O, Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb,
		Вода: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Zn, Hg, Pb, Cd, Cr, нафтопродукти
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr нафтопродукти
Ствольна артилерія ПТКР, протитанкова артилерія, бойова стрільба наземної артилерії	-//-, 9К111 9К113 9К149	Повітря: C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , CH ₄ , NH ₃ , C, SO ₂ , H ₂ S, HCl, Cl ₂ , HF, H ₂ SO ₄ , CH ₂ O, C ₂₀ H ₁₇ , Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb,
		Вода: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Pb, Hg, Zn, Cd, Cr, нафтопродукти
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Pb, Hg, Zn, Cd, Cr, нафтопродукти,
Стрільби на гвинтівковому артилерійському комплекті		Повітря: CO, CO ₂ , Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb,
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Cd, Pb, Zn, Cr, Mn, Mg, Hg
Рух самохідноартилерійських і зенітних установок, бойових машин піхоти, колісних, гусеничних бронетранспортерів		Повітря: C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , C ₂₀ H ₁₇ ,
		Вода: Pb, нафтопродукти
		Ґрунт: Pb, нафтопродукти
Рух інженерних машин і автомобілів		Повітря: C _n H _m , Pb, CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , C ₂₀ H ₁₇
		Вода: Pb, нафтопродукти
		Ґрунт: Pb, нафтопродукти
Рух автомобілів, гусеничних тягачів і транспортів		Повітря: C _n H _m , Pb, CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , C ₂₀ H ₁₇ ,
		Вода: Pb, нафтопродукти
		Ґрунт: Pb, нафтопродукти

Враховуючи широкий спектр забруднюючих речовин, важливо звернути увагу на інтегровані підходи до оцінки екологічних збитків, що включають детальний моніторинг довкілля та розробку адаптованих методик відновлення постраждалих територій. Наступний розділ присвячений аналізу інструментарію для таких оцінок та обговоренню потенційних стратегій мінімізації подальших збитків для екосистем.

1.4 Динаміка змін атмосферного повітря в Україні внаслідок військових дій (2021–2024 рр.)

Упродовж останніх років, починаючи з початку повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України, екологічна ситуація в країні зазнала суттєвих змін, зокрема у сфері якості атмосферного повітря. Як уже було сказано раніше у розділі 1.2, військові дії спричинили значні викиди забруднюючих речовин в атмосферу, що стало наслідком руйнування промислових об'єктів, виникнення масштабних пожеж, вибухів, використання озброєння та переміщення важкої техніки. За даними, наведеними в табл. 1.1, обсяг забруднюючих викидів в атмосферу лише у перший рік вторгнення сягнув понад 5,4 млн тонн, а загальний розмір економічної шкоди від цих викидів перевищив 25 млрд доларів США. Ці дані свідчать про безпрецедентну зміну структури та рівня забруднення повітря, що має як короткострокові, так і довгострокові наслідки для екосистем та здоров'я населення. Важливо зазначити, що протягом 2021–2024 років в Україні спостерігається поступова зміна складу та концентрації основних забруднювачів, що зумовлює необхідність системного аналізу динаміки та джерел цього явища.

Починаючи з лютого 2022 року, в Україні активізувались численні джерела забруднення повітря, безпосередньо пов'язані з веденням бойових дій. Одним із перших і наймасовіших джерел забруднення стали масштабні пожежі, зокрема у лісових масивах, степових зонах, а також на територіях промислових і житлових об'єктів. Дані, зібрані від Zoї Environment Network, свідчать про пошкодження понад 298 тис. гектарів лісових масивів, що стало джерелом значних обсягів викиду діоксиду вуглецю, дрібнодисперсного пилу, смол та інших канцерогенних речовин. Крім того, трав'яні пожежі, які супроводжували військові дії в степових районах півдня та сходу України, спричинили додаткові викиди, оцінені на рівні понад 10 млрд доларів екологічних збитків.

Наступним масштабним джерелом забруднення стали вибухи – як внаслідок ракетних ударів, артилерійських обстрілів, так і детонацій боєприпасів. Вибухи спричиняють миттєвий викид у повітря продуктів згоряння вибухових речовин, пилу з будівельних матеріалів та важких металів. Аналіз ґрунтів і повітря поблизу місць вибухів засвідчив перевищення норм вмісту свинцю та цинку у кілька разів, що опосередковано впливає й на якість повітря в приземному шарі атмосфери.

Ще одним важливим джерелом забруднення є масове пересування військової техніки, яка використовує дизельне паливо та бензин, часто з низьким рівнем очищення. В результаті її інтенсивної експлуатації в зонах бойових дій, особливо в Донецькій, Луганській та Запорізькій областях, у повітря викидаються оксиди азоту, чадний газ, сажа та канцерогенні поліциклічні ароматичні вуглеводні. Через значну щільність колон техніки, ці викиди мають локалізований, але тривалий вплив, утворюючи довготривале забруднення в межах транспортних коридорів і навколо військових баз.

Важливим аспектом є також забруднення, спричинене руйнуванням інфраструктури промислових об'єктів, складів пального, хімічних заводів, водоочисних станцій та підприємств енергетичної галузі. Під час знищення таких об'єктів у повітря потрапляють не лише продукти горіння, а й токсичні речовини, зокрема аміак, діоксиди сірки, фтористі сполуки, а в окремих випадках – залишки радіоактивних матеріалів. У підрозділі згадано, що внаслідок обстрілів підприємств у регіонах зі зосередженою промисловістю (як-от Дніпропетровщина чи Харківщина), забруднення атмосферного повітря супроводжувалося не лише токсичним пилом, а й димом, який тривалий час зависав у нижніх шарах атмосфери.

Стан атмосферного повітря в Україні до початку повномасштабних військових дій характеризувався стабільною, хоча й не ідеальною екологічною ситуацією. Вплив промисловості, транспорту та енергетики залишався домінантним у структурі забруднення, однак завдяки державному

моніторингу та впровадженню стандартів якості повітря, в низці регіонів спостерігалися поступові покращення. У великих містах зокрема, Києві, Харкові, Дніпрі, Львові та Одесі щорічно фіксувалися перевищення граничнодопустимих концентрацій (ГДК) деяких речовин, насамперед формальдегіду, діоксиду азоту та зважених частинок пилу. Водночас рівень забруднення залишався в межах, які допускали контроль та планову екологічну політику.

Найбільший вплив на якість повітря в мирний період мали стаціонарні джерела: підприємства хімічної, металургійної та енергетичної галузей, – а також автотранспорт, який особливо інтенсивно впливав на екологію в міських агломераціях. Розподіл джерел забруднення був доволі сталим і піддавався періодичному моніторингу з боку Державної екологічної інспекції України та Центру громадського здоров'я МОЗ. Деякі з основних забруднювачів, зокрема пил (зважені речовини), оксид вуглецю, діоксид азоту, аміак, формальдегід і сірчистий ангідрид, неодноразово перевищували середньорічні нормативи в найбільш індустріалізованих регіонах.

У таблиці 1.1 подано середньорічні показники концентрації основних забруднюючих речовин у повітрі в окремих містах України за 2021 рік останній повноцінний рік до початку воєнних дій. Дані взято з Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища України, підготовленої Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів.

Як видно з таблиці, середньорічна концентрація пилу перевищувала граничнодопустимий рівень у Дніпрі та Харкові, що пов'язано зі значним промисловим навантаженням та інтенсивністю транспорту. Діоксид азоту також сягав граничного рівня у Києві та Дніпрі, свідчачи про серйозне антропогенне навантаження.

Показники формальдегіду перевищували норму практично у всіх містах, незважаючи на його відносно малу концентрацію що особливо небезпечно з точки зору хронічного впливу на здоров'я.

Таблиця 1.13

**Середньорічні концентрації основних забруднювачів у повітрі в містах
України у 2021 році**

Забруднювач	Київ (мг/м ³)	Харків (мг/м ³)	Львів (мг/м ³)	Дніпро (мг/м ³)	Одеса (мг/м ³)	ГДК середньорічна (мг/м ³)
Пил (зважені речовини, РМ10)	0,052	0,059	0,048	0,071	0,060	0,060
Діоксид азоту (NO ₂)	0,039	0,032	0,030	0,046	0,035	0,040
Оксид вуглецю (CO)	1,03	0,84	0,60	1,15	0,75	3,00
Формальдегід	0,014	0,013	0,012	0,015	0,012	0,010
Сірчистий ангідрид (SO ₂)	0,008	0,007	0,006	0,011	0,009	0,050

Сірчистий ангідрид та оксид вуглецю, навпаки, перебували в межах допустимих концентрацій, хоча в окремі дні в центральних районах міст реєструвалися короткочасні пікові перевищення.

Загалом, ситуація з якістю атмосферного повітря в мирний період до 2022 року залишалася контрольованою, з ознаками локальних перевищень нормативів. Водночас така екологічна стабільність була надзвичайно вразливою до будь-яких різких змін, таких як початок широкомасштабної війни, яка зруйнувала більшість систем екологічного моніторингу й суттєво змінила профіль забруднення повітря в країні.

Після початку повномасштабного вторгнення у лютому 2022 року структура та масштаби забруднення атмосферного повітря в Україні зазнали докорінних змін. Якщо в мирний період джерелами основного антропогенного навантаження залишались промисловість і транспорт, то вже з весни 2022 року до них додалися масові пожежі, вибухи, знищення об'єктів критичної інфраструктури та активне пересування військової техніки. Ці фактори спричинили різке зростання концентрацій пилу, діоксиду азоту,

формальдегіду, а також оксиду вуглецю в регіонах з найінтенсивнішими бойовими діями, зокрема в Донецькій, Луганській та Харківській областях.

Особливу стурбованість викликає той факт, що військові дії не лише збільшили загальні викиди, але й зруйнували або вивели з ладу частину систем екологічного моніторингу. Це ускладнило повноцінну оцінку ситуації, однак дані, зібрані міжнародними організаціями, а також частково збереженими українськими екологічними службами, дозволяють зробити репрезентативні висновки про різке погіршення стану атмосферного повітря в окремих регіонах.

Згідно з оцінкою Київської школи економіки (KSE Institute) та проекту «ЕкоЗагроза», у 2022 році найбільше забруднення повітря спостерігалось у Донецькій, Луганській і Харківській областях регіонах, що зазнали найбільшого впливу авіаударів, артилерійських обстрілів та тривалих наземних боїв. Найвищі концентрації пилу та оксидів азоту фіксувалися у районах навколо Сєверодонецька, Лисичанська, Маріуполя, Слов'янська, Ізюма, Балаклії та Куп'янська. У таблиці 1.2 наведено приблизні оцінки середньорічних концентрацій забруднювачів у повітрі в трьох областях у 2022 році, з урахуванням часткових даних моніторингу та відкритих аналітичних джерел.

Таблиця 1.14

Оцінка середньорічної концентрації забруднюючих речовин у повітрі в регіонах активних бойових дій у 2022 році

Забруднювач	Донецька обл. (мг/м ³)	Луганська обл. (мг/м ³)	Харківська обл. (мг/м ³)	ГДК середньорічна (мг/м ³)
Пил (PM10)	0.125	0.113	0.098	0.060
Діоксид азоту (NO ₂)	0.064	0.058	0.053	0.040
Оксид вуглецю	2.42	1.93	1.71	3.00
Формальдегід	0.024	0.022	0.020	0.010
Сірчистий ангідрид (SO ₂)	0.023	0.018	0.015	0.050

Різке зростання концентрацій пилу (у 1,5–2 рази вище норми) є наслідком масштабних руйнувань будівель, доріг та інфраструктури, зокрема промислових об'єктів. При руйнуванні бетонних і металевих конструкцій у повітря піднімаються тонкодисперсні частинки, які здатні проникати глибоко в дихальні шляхи, викликаючи хронічні захворювання. Діоксид азоту, який утворюється внаслідок вибухів і згоряння палива, у цих регіонах систематично перевищував ГДК у 1,3–1,6 рази. Також, слід звернути увагу на підвищений рівень формальдегіду токсичної речовини, яка в умовах горіння синтетичних матеріалів (наприклад, ізоляційних покриттів, пластмас, фарб) може накопичуватись у повітрі навіть після припинення активних бойових дій. Високі концентрації оксиду вуглецю є наслідком інтенсивного згоряння палива в умовах бойових дій, пожеж на нафтобазах, складів боєприпасів та обстрілів транспортної інфраструктури.

Таким чином, аналіз ситуації в регіонах активних бойових дій у 2022 році засвідчує масштабну деградацію якості атмосферного повітря. Це створює загрозу не лише для довкілля, а й для здоров'я мільйонів громадян, які проживали або перебували на цих територіях. З огляду на високий рівень токсичності основних забруднювачів, наслідки такого екологічного удару можуть проявлятися протягом наступних десятиліть, у тому числі у вигляді зростання онкологічних та респіраторних захворювань. Але, різке погіршення якості атмосферного повітря у 2022 році в регіонах активних бойових дій стало не лише моментальним наслідком бойових дій, а й тригером для довготривалих негативних змін. У 2023 році ситуація частково змінилася: з одного боку, в деяких регіонах інтенсивність бойових дій знизилася, а з іншого тривали обстріли критичної інфраструктури, пожежі та накопичення сміття, що продовжували забруднювати повітря. Ці зміни спричинили формування мозаїчної картини: у частині регіонів спостерігалися ознаки стабілізації або незначного покращення, тоді як в інших забруднення продовжувало зростати.

Моніторинг стану атмосферного повітря у 2023 році здійснювався з великими труднощами через знищення інфраструктури, але частина даних була зібрана завдяки співпраці українських екологічних установ із міжнародними проектами, зокрема Програмою ООН з навколишнього середовища (UNEP), супутниковою системою *Copernicus Atmosphere Monitoring Service*, а також ініціативами "SaveEcoBot" та "EcoZagroza". Згідно з наявними даними, у деяких містах центральної та західної України (наприклад, Львів, Хмельницький) фіксувалося певне покращення якості повітря, пов'язане зі зменшенням промислової активності та релокацією виробництв у менш вразливі регіони. Натомість схід і південь країни, особливо Харківська, Донецька та частково Запорізька області, залишалися зонами з надзвичайно високим рівнем забруднення повітря. Нижче наведено таблицю 1.3, що демонструє порівняння середньорічних концентрацій основних забруднюючих речовин у повітрі за 2023 рік у вибраних містах, які репрезентують різні регіони України.

Таблиця 1.15

**Середньорічна концентрація забруднюючих речовин у повітрі у
вибраних містах України у 2023 році**

Місто	Пил PM10 (мг/м ³)	Діокси д азоту NO ₂ (мг/м ³)	Оксид вуглецю CO (мг/м ³)	Формальдегід (мг/м ³)	Тенденція порівняно з 2022 р.
Львів	0.038	0.029	0.67	0.010	Стабілізація / Покращення
Київ	0.053	0.035	0.91	0.013	Незначне покращення
Харків	0.091	0.046	1.45	0.019	Погіршення
Запоріжжя	0.082	0.042	1.31	0.017	Стабільно високий рівень
Кропивницький	0.042	0.030	0.74	0.011	Стабілізація

Як видно з таблиці, у Львові, Кропивницькому та частково в Києві показники основних забруднюючих речовин знизилися або залишилися на рівні, нижчому за граничнодопустимі концентрації. Це свідчить про тенденцію до стабілізації екологічної ситуації в регіонах, віддалених від зони прямих бойових дій. У той самий час у Харкові, який зазнає постійних обстрілів, концентрації пилу, формальдегіду та оксиду вуглецю залишаються на високому рівні, що демонструє стійке забруднення атмосферного повітря.

Особливо слід відзначити формальдегід: у 2023 році в Харкові його середньорічна концентрація сягнула 0.019 мг/м^3 , що майже вдвічі перевищує норматив. Це пов'язано із системним згорянням побутових і промислових відходів у зонах руйнувань, які залишаються несанкціонованими джерелами токсичних викидів. Також зафіксовано тенденцію до зростання вмісту діоксиду азоту в повітрі над індустріальними районами міст, що стали новими транспортними хабами або базами для переміщених підприємств.

Таким чином, 2023 рік виявився перехідним етапом: із локалізованого пікового забруднення у 2022 році до більш тривалого, регіонально розподіленого впливу. Ця ситуація підкреслює необхідність відновлення екологічного моніторингу та створення нової стратегії адаптації міст до екологічних ризиків у воєнний і повоєнний періоди.

Аналіз динаміки забруднення атмосферного повітря впродовж 2022–2023 років засвідчив значну регіональну варіативність ситуації. У 2024 році, з огляду на деяке зменшення масштабів активних бойових дій на більшості територій, а також спроби локального відновлення екологічного моніторингу, стало можливим отримати попередні оцінки змін стану повітряного середовища. Хоча повноцінна офіційна статистика за 2024 рік ще остаточно не завершена, ряд екологічних організацій, зокрема "SaveEcoBot", "EcoCity" та міжнародні партнери, надали попередні агреговані дані, які дозволяють здійснити первинний аналіз тенденцій порівняно з довоєнним 2021 роком.

Загалом спостерігається повільна тенденція до стабілізації в центральних і західних регіонах країни, що можна пов'язати з частковим поверненням промисловості до контрольованої роботи, очищенням завалів та поступовим відновленням роботи очисних споруд. Водночас східні області, особливо Харківська, Донецька та частково Миколаївська, залишаються у зоні ризику. Тут рівень пилу, діоксиду азоту та формальдегіду знову фіксується на рівнях, вищих за допустимі, через продовження обстрілів, підпалів полів та руйнування залишків інфраструктури.

Для порівняльного аналізу нижче подано таблицю, в якій відображено зміни середньорічних концентрацій основних забруднюючих речовин у повітрі в деяких містах за 2024 рік порівняно з 2021 роком.

Таблиця 1.16

Порівняльна оцінка середньорічної концентрації забруднюючих речовин у повітрі у 2024 та 2021 роках

Місто	Рік	Пил PM10 (мг/м ³)	Діоксид азоту NO ₂ (мг/м ³)	Оксид вуглецю CO (мг/м ³)	Формальдегід (мг/м ³)
Київ	2021	0.052	0.039	1.03	0.014
	2024	0.047	0.034	0.88	0.012
Львів	2021	0.048	0.030	0.60	0.012
	2024	0.042	0.026	0.53	0.010
Харків	2021	0.059	0.032	0.84	0.013
	2024	0.088	0.046	1.52	0.021
Миколаїв	2021	0.050	0.031	0.70	0.011
	2024	0.071	0.041	1.12	0.017

Як показує таблиця, у Києві та Львові відбулося зниження концентрацій усіх ключових забруднювачів. Це свідчить про ефективну роботу з локального очищення повітря та меншу інтенсивність факторів, які

спричиняють вторинне забруднення. У цих містах рівень пилу PM10 знизився на 10–12%, формальдегіду приблизно на 15–17%, що можна вважати позитивним результатом у складних умовах війни.

У той самий час Харків демонструє негативну динаміку: порівняно з 2021 роком, рівень пилу зріс на понад 49%, формальдегіду на 61%, а оксиду вуглецю майже вдвічі. Причини цього постійні атаки на промислову зону, тривалі пожежі та велика кількість будівельного сміття. Схожа ситуація спостерігається і в Миколаєві, де через руйнування портової інфраструктури та складів забруднення також зросло.

Отже, у 2024 році Україна продовжує існувати в умовах гібридного екологічного тиску: деякі регіони демонструють позитивну динаміку, тоді як інші залишаються епіцентрами екологічного ризику. Надалі важливим завданням має стати не лише продовження моніторингу, а й відновлення мережі лабораторій та запровадження цільових програм оздоровлення повітря в регіонах зі збереженим високим рівнем забруднення.

Аналіз даних за період 2021–2024 років свідчить про суттєві коливання рівня забруднення повітря у різних регіонах України. Вибрані для порівняння міста Київ, Харків і Краматорськ дозволяють простежити динаміку в умовно безпечному великому місті (Київ), в індустріальному обласному центрі, що зазнав масованих обстрілів (Харків), і в прифронтовому місті Сходу (Краматорськ).

У Києві, за даними з попередніх таблиць у 2021 році концентрація зважених частинок PM10 становила 0.052 мг/м³, що трохи перевищувало граничнодопустиму норму (0.060 мг/м³). У 2022 році в умовах початкового етапу війни цей показник зріс до 0.062 мг/м³ (приблизно +19%). Уже в 2023 році показник зменшився до 0.053 мг/м³, а в 2024 до 0.047 мг/м³, тобто зниження становило близько 10% порівняно з 2021 роком. Така динаміка свідчить про певне екологічне відновлення столиці, що пояснюється зменшенням промислового навантаження, злагодженими заходами зі

збирання сміття та частковим відновленням міської екологічної інфраструктури.

Ситуація в Харкові кардинально відрізняється. У 2021 році концентрація PM_{10} дорівнювала 0.059 мг/м^3 , що вже наближалось до межі допустимого рівня. У 2022 році показник різко підскочив до 0.098 мг/м^3 зростання на 66%, обумовлене систематичними артобстрілами, руйнуванням будівель, пожежами та вибухами на складах. У 2023 році концентрація дещо знизилася до 0.091 мг/м^3 (але все ще перевищення в 54% відносно 2021 року), а в 2024 до 0.088 мг/м^3 (плюс 49%). Незважаючи на незначне покращення, Харків залишається одним із найбільш забруднених міст, із показниками пилу, що стабільно майже вдвічі перевищують довоєнний рівень.

У Краматорську, хоча конкретних офіційних цифр за всі роки наразі менше, за умовними даними (сформованими на основі середньої динаміки регіону) видно схожу картину: у 2021 році показник PM_{10} був близько 0.056 мг/м^3 , у 2022 приблизно 0.093 мг/м^3 (+66%), у 2023 0.084 мг/м^3 , а в 2024 0.079 мг/м^3 , що становить понад 40% зростання відносно довоєнного періоду. Подібно до Харкова, Краматорськ потерпає від наслідків зруйнованої інфраструктури, пилу з розбитих будівель, горіння побутових відходів та знищених зелених зон.

Відносно інших забруднювачів спостерігається така ж динаміка. Наприклад, формальдегід у Харкові зріс з 0.013 мг/м^3 у 2021 році до 0.021 мг/м^3 у 2024 році, що становить зростання на 61%. У Києві за той же період відбулося зниження з 0.014 до 0.012 мг/м^3 (-14%), а у Краматорську умовно з 0.012 до 0.017 мг/м^3 (+42%). Це свідчить про високу чутливість цього показника до згоряння штучних матеріалів, яке масово відбувається в зонах активних бойових дій.

Що стосується діоксиду азоту, у Києві відбулося зменшення з 0.039 до 0.034 мг/м^3 (-13%), у Харкові зростання з 0.032 до 0.046 мг/м^3 (+44%), а в Краматорську умовне зростання з 0.031 до 0.043 мг/м^3 (+39%). Ці значення

корелюють із активністю автомобільного та військового транспорту, а також інтенсивністю бойових дій.

Отже, узагальнюючи наведене, можна виділити кілька ключових висновків:

-У містах, віддалених від фронту (Київ, Львів), ситуація демонструє тенденцію до покращення за більшістю показників повітря стало чистішим, ніж у довоєнний період.

-У прифронтових та постраждалих регіонах (Харків, Краматорськ) рівень забруднення залишається підвищеним. Незважаючи на незначне зниження показників у 2023–2024 роках, вони все ще значно вищі за мирні роки.

- Формальдегід, зважені частинки PM10 і діоксид азоту є найбільш чутливими індикаторами бойового впливу на повітря, і саме вони мають найбільші відхилення від норми. Таким чином, результати порівняльного аналізу засвідчують як регіональні відмінності в екологічній ситуації, так і потенціал для поступової нормалізації повітряного середовища в умовно безпечних містах. Водночас для збереження життя і здоров'я людей на Сході України необхідне впровадження програм прискореного екологічного моніторингу та відновлення повітряного середовища після завершення бойових дій.

1.5. Активізація екзогенних геологічних процесів внаслідок воєнних дій

Окрім очевидних і задокументованих змін у складі атмосферного повітря, військові дії в Україні спричинили значні порушення у геологічному середовищі, особливо у вигляді активізації екзогенних процесів. До них належать підтоплення, карстові явища, зсуви, обвали, розмиви берегів, просідання ґрунтів та інші деструктивні процеси, які виникають унаслідок впливу зовнішніх чинників на земну поверхню. У мирний період розвиток таких процесів був пов'язаний здебільшого з природними кліматичними коливаннями, нераціональним землекористуванням, осушенням або, навпаки,

надмірним зволоженням територій. Водночас під час війни до цих чинників додалися руйнування інженерної інфраструктури, детонація вибухових речовин, пошкодження гідроспоруд, прокладка окопів, пересування важкої техніки й артилерійські обстріли.

Особливо актуальною є активізація екзогенних процесів на Сході та Півдні України в регіонах, які стали епіцентрами затяжних бойових дій. Саме тут, на тлі тектонічно вразливих структур, інтенсивного використання земель, а також руйнування гідротехнічної інфраструктури, екзогенні процеси набула нового масштабного та вкрай деструктивного характеру. Яскравим прикладом є ситуація на півдні Херсонської області після підриву Каховської ГЕС у червні 2023 року, що призвело до масштабного затоплення низинних територій уздовж нижньої течії Дніпра. За оцінками Програми ООН з довкілля (UNEP), було підтоплено понад 600 км² земель, включаючи сільськогосподарські угіддя, лісові масиви, населені пункти та зони заплави. Ці підтоплення мали як короткостроковий (ерозія ґрунтів, втрати врожаїв), так і довгостроковий ефект, спричинивши зміну рівня ґрунтових вод, заболочення й зсуви берегових укосів.



Рис. 1.8 Затоплені житлові будинки внаслідок підриву Каховської ГЕС

Джерело: [21]

У східних регіонах, зокрема у Донецькій області, підтоплення набуло іншого характеру внутрішнього. Тут головну загрозу становить затоплення вугільних шахт (рис. 1.9), що триває ще з 2014 року, але після 2022 року активізувалось через припинення роботи насосних систем. За даними громадської ініціативи "Схід SOS", понад 200 шахт в ОРДЛО виявилися покинутими або затопленими, що сприяє підняттю рівня мінералізованих шахтних вод до поверхні, а відповідно засоленню ґрунтів, підтопленню низин та просіданню поверхні.



Рис. 1.9 Підтоплені окупантами шахти на Донбасі

Джерело:[21]

Ще одним серйозним проявом стало поширення карстових утворень у зонах, де раніше їхня активність була незначною. Наприклад, на півдні Запорізької області, поблизу Мелітополя, з початку активних бойових дій почали фіксуватися нові провали земної поверхні, пов'язані з вимиванням гіпсів і вапняків через зміну підземного гідродинамічного режиму. Аналогічні процеси спостерігалися у Миколаївській області, де зруйновані підземні колектори та каналізаційні системи спричинили локальні провали в

урбанізованих зонах. Ці явища часто супроводжуються вторинними небезпеками руйнуванням доріг, будівель, комунікацій.

Особливу загрозу становить активізація зсувних процесів у приазовських районах Запорізької та Донецької областей. У результаті артилерійських обстрілів, руйнування схилів, часткового знеліснення територій та підвищення вологості ґрунтів на фоні порушення гідрологічного режиму, відбувається активне зрушення ґрунтових мас. Для прикладу, у районах Маріуполя, Бердянська та на схилах поблизу Азовського узбережжя вже фіксуються перші масштабні зсуви, які раніше не були характерні для цього регіону. Така ж ситуація і в Одеській області. Це створює значну загрозу для залишків житлової забудови та транспортної інфраструктури.



Рис. 1.10 Зсув берега в Одеській області

Джерело:[18]

За оцінками фахівців Інституту геологічних наук НАН України, у 2022–2023 роках кількість активних осередків екзогенних процесів у прифронтівій смузі Сходу України збільшилась щонайменше на 45% порівняно з довоєнним періодом. Важливо, що значна частина таких проявів

залишаються поза зоною моніторингу, а тому реальні масштаби можуть бути ще більшими.

Як було показано вище, підтоплення, зсуви та карстові провали стали яскравими прикладами активізації екзогенних процесів у зонах бойових дій. Проте не менш вагомим за масштабами та екологічними наслідками процесом залишається ерозія ґрунтів, яка в умовах війни набула особливо загрозового характеру. Цей процес розвивається на тлі втрати рослинного покриву, механічного руйнування ґрунту важкою військовою технікою, вибухів, пожеж, а також порушення сівозмін і деградації сільськогосподарських ландшафтів.

За даними таблиці 1.11, в період з 2018 по 2022 рік площа територій, потенційно схильних до ерозійних процесів, залишалася стабільною — близько 33,3% території регіону, що становить 8200 тис. км². Цей показник формально не зазнав змін, однак необхідно враховувати, що він базується на геологічному підґрунті та поширенні порід, здатних до ерозії. Іншими словами, це потенціал, а не фактична динаміка активності ерозійних проявів.

З іншого боку, площа підтоплень, яка є ключовим чинником активації ерозії, знизилась з 69% у 2018 році до 4% у 2019–2022 роках. На перший погляд, це свідчить про позитивну динаміку. Проте такий різкий спад може бути пояснений не стільки покращенням гідрологічної ситуації, скільки обмеженістю даних у зв'язку з війною, знищенням мережі спостережень та неповнотою звітності в умовах бойових дій. Варто зауважити, що у 2022 році воєнні дії охопили саме ті райони, де історично фіксувалися найбільші прояви водної та вітрової ерозії Миколаївська, Херсонська, Дніпропетровська, Донецька, Луганська області.

У цьому контексті особливо важливим є прогнозна оцінка на 2023–2024 роки. Зважаючи на масове знищення лісових насаджень, які виконували протиерозійну функцію (298 тис. га за даними Zoї Environment Network); інтенсивне використання сільськогосподарських територій під фортифікації

та траншеї; підрив гідроспоруд (для прикладу, Каховська ГЕС у 2023 році), що змінив гідродинаміку на півдні України.

В цілому, можна стверджувати, що площа територій із фактичною активізацією ерозії у 2023–2024 роках суттєво зросла. За попередніми оцінками Державного агентства водних ресурсів та Інституту ґрунтознавства і агрохімії ім. Соколовського, фактична площа активної ерозії у 2023 році могла становити вже понад 12–15% загальної площі ріллі України, що в 2–3 рази більше за показники 2021 року. У 2024 році ця тенденція продовжує посилюватися — особливо в районах, де поєднується вплив війни, посух та руйнування іригаційної інфраструктури. Таким чином, парадокс ситуації полягає в тому, що формально площа територій, схильних до ерозії, не змінилася, однак рівень реального прояву процесу зріс катастрофічно. Це вимагає термінового створення карти ризику ерозійних процесів у режимі реального часу з використанням супутникових даних, дронів та мобільних станцій моніторингу. Без таких заходів екологічні наслідки ерозії можуть вийти з-під контролю, призвести до втрати орних земель, заболочення територій, замулення водойм і погіршення водозабезпечення.

Як зазначалося раніше, активізація ерозійних процесів на значних площах території України внаслідок війни тісно пов'язана з порушенням природної рівноваги ґрунтів і рельєфу. Водночас паралельно з ерозією надзвичайно важливими є ще два екзогенні процеси, які у 2022–2024 роках набули масового поширення в зонах активних бойових дій: зсуви та руйнування берегових ліній. Їхнім каталізатором, окрім гідрологічних змін, стали насамперед механічні навантаження від військової техніки та ударні хвилі від вибухів великої потужності, які систематично порушували структуру поверхні землі, у тому числі у важкодоступних або раніше стабільних геологічних умовах.

Перш за все, масоване застосування бронетехніки, артилерії та інженерних машин у прифронтових районах призвело до ущільнення ґрунтів, втрати їхньої фільтраційної здатності, а також до часткової дестабілізації

схилів. У таких умовах атмосферні опади та поверхневі води, які раніше проникали в ґрунт, почали швидко стікати схилами, підмиваючи нестійкі ділянки та сприяючи утворенню зсувів. Найбільш характерні ці процеси для східного Донбасу, Запорізької області, частково Миколаївщини, де значні площі мають складну рельєфну будову, розчленовану ярами й балками.

Для прикладу, на схилах Кременчуцького водосховища у Черкаській області з початку 2023 року спостерігається активізація зсувних процесів, про що повідомляє Черкаське обласне управління водних ресурсів. Після того, як на південному узбережжі водосховища внаслідок вибухової хвилі віддаленого ракетного удару були пошкоджені бетонні укріплення, почалося поступове осідання берегових укосів. Це створило ризики для прилеглих населених пунктів і польових доріг.

Аналогічно, у Бердянському районі Запорізької області, після проходження важкої техніки по прибережній зоні лиману Обитічна, фіксувалися локальні сповзання піщаних ґрунтів, зокрема в місцях, де раніше розташовувалися захисні посадки. У поєднанні з високим рівнем підґрунтових вод та штормовими явищами Азовського моря ці чинники сприяли деформації берегових структур та формуванню ерозійних балок.

Не менш загрозливою є деструкція берегових ліній водойм, спричинена поєднанням кількох чинників: вибухів, масового пересування техніки вздовж берегів та порушення гідродинаміки через руйнування гребель. У прибережних районах Дніпровського каскаду, особливо в Запорізькій області, після підризу Каховської ГЕС почалося руйнування лівого берега нижче за течією — у тому числі зон з урбанізованою забудовою. Береги втратили опору через зниження рівня води, а гідродинамічна нестабільність спричинила масове осипання пісків та глинистих порід.

Також, фіксуються численні випадки руйнування берегів каналів і дамб особливо у приазовських районах, де військова техніка використовує насипи як транспортні артерії. Це сприяє не лише знищенню самих гідротехнічних

споруд, але й створює осередки нових підтоплень та непрогнозованих потоків води, які, своєю чергою, розмивають прилеглі ґрунти.

У підсумку можна констатувати, що вплив важкої техніки та вибухів призводить до: механічної дестабілізації схилів; підвищення гідродинамічного навантаження на укоси та берегові лінії; активізації як поверхневих, так і глибших зсувних мас; руйнування берегів річок, водосховищ, каналів та дамб. У поєднанні з іншими чинниками, ці процеси створюють нові зони геоекологічного ризику, які потребують негайного вивчення та включення до карт осередків потенційних зсувів і ерозій. Особливої уваги вимагають прибережні укоси та ділянки з розвиненою інфраструктурою — зокрема, дороги, мости, лінії електропередач і газопроводи, що часто проходять уздовж берегів і схилів. Як випливає з попереднього аналізу, військові дії в Україні не лише активізували ерозійні та зсувні процеси, а й призвели до системних порушень у роботі гідротехнічної інфраструктури. Саме пошкодження, знищення або втрата контролю над гідроспорудами стали одним із ключових факторів формування нових зон підтоплення — як безпосередніх, так і відкладених у часі. Ці процеси, на відміну від локальних зсувів, мають значно ширше територіальне охоплення і складніший характер впливу на геологічне середовище.

Після 2022 року, зокрема після вже неодноразово згаданого руйнування Каховської ГЕС, українські водогосподарські системи зіткнулися з кризовими ситуаціями у цілій низці областей. При цьому наслідки підтоплення виявилися не лише на півдні країни, а й у центральних і східних регіонах у місцях, де втрачено можливість регулювання водного стоку, а також у тих, де були пошкоджені або повністю виведені з ладу малі гідроспоруди місцевого значення: дамби, шлюзи, дренажні станції, насосні вузли. Один із найпоказовіших прикладів Кам'янський район Дніпропетровської області, де через артилерійські обстріли у 2023 році була пошкоджена дренажна система, що обслуговувала території навколо річки

Мокра Сура. В результаті цього рівень ґрунтових вод у прибережній зоні піднявся більш ніж на 80 см, що призвело до сезонного підтоплення сільськогосподарських угідь, порушення кореневої системи багаторічних насаджень і вторинного заболочення ґрунтів. Це підтверджується звітами Дніпропетровської ОВА та Держводагентства, які у 2023 році зафіксували понад 270 гектарів нових підтоплених площ.

Інший приклад — Зеленодольська громада (також Дніпропетровщина), де раніше ефективно працювала система каналів і регулюючих насосів, збудованих ще у 1970-х роках. Після серії обстрілів у другій половині 2022 року частина насосних агрегатів вийшла з ладу, а внаслідок зменшення водовідведення відбулося часткове затоплення низин сільськогосподарських угідь та понижених вулиць у межах громади. Також нові осередки ризику формуються в Харківській області, де знищення гребель на малих річках, таких як Уди, Лопань і Сіверський Донець, спричинило порушення водного балансу. У результаті цього в прибережних населених пунктах (зокрема в селах Чугуївського та Куп'янського районів) спостерігається вихід підземних вод на поверхню, розмивання ґрунтів та утворення тимчасових водно-болотних угідь, що раніше не існували. В окремих випадках це також супроводжується втратою родючості ґрунтів і поширенням мікробіологічних забруднень через контакт з каналізаційними системами, що зазнали руйнувань.

Ще одним важливим аспектом є те, що у зв'язку з пошкодженням багатьох дренажних і захисних споруд відбувається так зване вторинне підтоплення у зонах, які раніше вважалися захищеними. Наприклад, у північній частині Миколаївської області внаслідок втрати функціональності системи шлюзів регулювання річки Інгул було зафіксовано підняття рівня води на 35–40 см у 2023 році, що спричинило постійне перезволоження берегових схилів та руйнування сільських доріг уздовж річки. Звертаючи увагу на те, що порушення роботи гідроспоруд призвело не лише до підтоплення та деградації прибережних територій, а й до масштабних змін у

структурі ландшафту. Зокрема, територія, що раніше була затоплена водами Каховського водосховища, після руйнування дамби Каховської ГЕС у червні 2023 року, поступово перетворюється на мозаїчний ландшафт із пересохлих алювіальних ділянок, осередків заболочення та територій, що починають заростати травною, чагарником, а місцями навіть молодими деревами (рис. 1.11).



Рис. 1.11 Заростаючий ландшафт на місці Каховської ГЕС

Джерело:[23]

Визначити, зафіксувати та оцінити такі зміни без застосування дистанційного зондування землі практично неможливо. Саме тому геоінформаційні системи (ГІС) і супутникові спостереження стали ключовим інструментом для моніторингу трансформацій ландшафту в умовах війни. ГІС-аналіз дає змогу не лише відстежувати динаміку змін у просторі та часі, а й поєднувати супутникові дані з іншими джерелами інформації гідрологічними картами, ґрунтовими профілями, базами даних руйнувань і польовими спостереженнями. Одним із перших прикладів використання таких технологій стали знімки з космосу (супутниками), які дозволили відстежити зміну берегової лінії Каховського водосховища в режимі реального часу. Аналіз цих зображень у липні 2023 року продемонстрував,

що за місяць після руйнування дамби рівень води знизився більш ніж на 12 метрів, а загальна втрата площі водного дзеркала перевищила 60%. У результаті цього було оголено понад 1300 км² території, на яких почали формуватись нові типи ландшафтів — відкриті піщано-глинисті відклади, ділянки з тріщинами, плямистість через локальне заболочення або рослинне відновлення.

Аналогічні ГІС-дані використовуються для моніторингу змін рослинного покриву в зоні бойових дій. Для прикладу, у Донецькій і Луганській областях, де згоріли великі площі лісів і степу, супутникові знімки (Sentinel-2, Landsat 9) дозволяють оцінити масштаби втрат зелених насаджень за індексами NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). За даними громадської ініціативи Mapland і екологічного проєкту EcoZagroza, у 2022–2023 роках у зоні 30-кілометрового фронту було втрачено понад 270 тис. га рослинного покриву, що відображається у різкому зниженні NDVI на відповідних ділянках. Ще одним напрямом ГІС-аналізу є виявлення нових зсувів та змін у рельєфі. Так, на основі знімків високої роздільної здатності було задокументовано щонайменше 92 нові зсуви ґрунту в прибережних районах Херсонської, Запорізької та Миколаївської областей, пов'язані з впливом артилерійських ударів, пересуванням військової техніки та змінами рівня ґрунтових вод. У деяких випадках виявлені деформації мали лінійну структуру, що дозволяє припускати, що вони є наслідком навантаження від фортифікацій або інженерних споруд.

ГІС теж, активно застосовуються для моделювання потенційних зон ризику. Зокрема, за допомогою об'єднання даних про типи ґрунтів, ухил місцевості, кількість опадів, наявність порушеної інфраструктури, створюються прогностичні карти схильності територій до ерозії, підтоплень або зсувів. Одну з таких карт було створено для Київської та Чернігівської областей у 2023 році в рамках проєкту спільно з Європейською агенцією з космосу (ESA). Вона дозволила ідентифікувати майже 600 км² потенційно небезпечних територій, які у разі інтенсивних опадів або повторних атак

можуть зазнати деградації. Результати досліджень демонструють, що в умовах війни екзогенні геологічні процеси в Україні набули вибухового розвитку, значно вийшовши за межі своєї традиційної природної динаміки. Насамперед це торкнулося структури та якості землекористування, оскільки саме землі сільськогосподарські, лісові, прибережні, рекреаційні зазнали найбільш масованих змін.

Одним із ключових наслідків активізації екзогенних процесів є деградація орних угідь, що відбувається як у формі фізичного руйнування верхнього шару ґрунту, так і внаслідок тривалого підтоплення, засолення, запилення або зсувів. Наприклад, у південних і східних областях країни, де війна порушила роботу зрошувальних систем і дренажних мереж, тисячі гектарів раніше продуктивних сільськогосподарських земель стали непридатними для вирощування культур. За оцінками Національного центру управління земельними ресурсами, у 2023 році було втрачено понад 1,5 млн га орних земель лише через ерозію, замулення і фізичне ушкодження.

Паралельно з деградацією ґрунтів зросли ризики для життєдіяльності населення, яке залишається або повертається в постраждалі регіони. У районах активних зсувів (зокрема, у Приазов'ї та на схилах річок центральної України) зростає ймовірність руйнування житлових будівель, інженерних мереж, доріг та об'єктів соціальної інфраструктури. Також у зонах підтоплень та заболочення підвищується загроза виникнення інфекційних захворювань, пов'язаних із забрудненням джерел питної води та формуванням сприятливого середовища для розвитку збудників.

Ще одним стратегічно важливим аспектом є знищення або ослаблення природного захисту територій від ерозії та обвалів. Втрата лісосмуг, деградація луків і степів, розорення прибережних зон та прокладка польових доріг для важкої техніки призвели до повного руйнування багаторічних природоохоронних бар'єрів. Ці елементи відігравали ключову роль у стабілізації схилів, поглинанні опадів і зменшенні ризику поверхневого змиву. Їхня втрата вимагає негайної компенсації через штучні заходи — у

першу чергу через протиерозійні заходи, такі як насадження лісових і чагарникових смуг; створення уловлювальних каналів і валів; терасування схилів у сільськогосподарському користуванні; введення сівозмін з покривними культурами; відновлення пошкоджених дренажних і іригаційних систем.

Зважаючи на те, що в багатьох регіонах воєнні дії все ще тривають або мають високий ризик поновлення, стратегія відновлення землекористування повинна враховувати як екологічні, так і безпекові чинники. Це означає, що нові протиерозійні заходи мають бути не лише ефективними, а й адаптованими до потенційного повторного навантаження: мінімальна технічна вразливість, модульність, можливість мобільного монтажу тощо. Загалом, можна зробити висновок, що екзогенні геологічні процеси в Україні, спричинені бойовими діями, стали серйозним викликом для збереження стабільності геологічного середовища, екологічної безпеки та системи землекористування. Масштаби змін уже сьогодні співмірні з антропогенними катастрофами, і, на відміну від природних процесів, вони мають непередбачуваний і нелінійний характер.

Ситуація вимагає невідкладного втручання з боку держави, наукової спільноти, міжнародних екологічних організацій. Потрібні: глибокі дослідження впливу бойових дій на рельєф і ґрунтовий покрив, постійне супутникове та наземне моніторингове спостереження, розробка адаптованих до воєнного середовища протиерозійних рішень, інтеграція ГІС-аналітики в національну політику планування відновлення територій.

РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗБИТКІВ ЗЕМЕЛЬНОМУ ФОНДУ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙНИ

2.1. Критерії оцінки

Зони військових дій завжди є осередками екологічної напруженості та нестабільності. Разом із загрозами для людського життя та здоров'я, ці конфлікти призводять до масових збитків в екосистемах, які важко відновити. Оцінка екологічної безпеки у таких районах є критично важливою для розуміння реального масштабу збитків та для розробки стратегій відновлення.

Для оцінки стану екологічної безпеки в районах збройного конфлікту необхідно враховувати декілька ключових критеріїв:

А) Концентрація шкідливих речовин:

Ґрунт: Визначення вмісту важких металів (напр. свинець, кадмій, ртуть) за допомогою спектрофотометрії. Норматив: <20 мг/кг для свинцю.

Вода: Аналіз присутності нітратів, фосфатів та інших шкідливих речовин. Норматив для нітратів: <50 мг/л.

Повітря: Вимірювання концентрації PM_{2.5}, азотних оксидів та інших популярних забруднювачів. Норматив для PM_{2.5}: <25 µg/m³.

Б) Біорізноманіття:

Моніторинг видів: Використання камер-ловушок, дронів, та спостереження на місці для оцінки чисельності та розподілу видів.

Втрати: Порівняння поточних даних із даними до конфлікту, щоб визначити види під загрозою зникнення.

В) Структурні зміни ландшафту:

Аналіз зображень: Використання супутникових знімків для оцінки змін рельєфу, таких як кратери від вибухів або нові водойми.

Гідрографія: Оцінка зміни водних шляхів, зміни в руслі річок або зникнення водойм.

Г) Втрата родючості ґрунту:

Аналіз ґрунту: Визначення рН, органічного вмісту, структури та вмісту мінералів.

Продуктивність: Оцінка зменшення врожаю на забруднених територіях порівняно з незараженими.

Д) Санітарний стан:

Мікробіологічний аналіз: Оцінка присутності патогенних мікроорганізмів у воді та ґрунті.

Забруднення: Вимірювання рівнів радіації, якщо є підстави вважати, що вони можуть бути підвищеними через військові дії.

Оцінка цих критеріїв допоможе розробити ефективні стратегії для відновлення екосистем та для зміцнення екологічної безпеки в регіонах, які зазнали збройних конфліктів. За допомогою такого комплексного підходу можна виявити найбільш критичні проблеми та визначити пріоритетні напрямки дій.

2.2. Методики оцінки

Для проведення глибокого аналізу стану екологічної безпеки в районах збройного конфлікту використовуються різні методики. Нижче представлено основні з них методики оцінки:

-Лабораторні дослідження. Взяття зразків ґрунту, води та повітря для аналізу в лабораторних умовах.

-Дистанційне зондування. Використання супутникових знімків для моніторингу змін у ландшафті, виявлення ділянок деградації ґрунту та забруднених районів.

-Екологічний моніторинг. Використання різних інструментів та технік для відстеження та оцінки змін у навколишньому середовищі на місці.

Дана методика оцінки забезпечує інтегрований підхід до вивчення наслідків збройних конфліктів на екологію. Таким чином, застосування цих

методик дозволяє отримати докладну та об'єктивну картину стану екологічної безпеки в районах військових дій. Важливо комбінувати різні методи для всебічного аналізу ситуації та розробки найбільш ефективних рішень з відновлення довкілля.

2.3. Результати оцінки

Під час підготовки аналізу використовувалися дані з відкритих джерел, такі як соціальні мережі, наукові дослідження, розвідка на основі відкритих джерел (OSINT), інтерв'ю з експертами, галузеві звіти, офіційні публікації, рецензовані статті та інші доступні джерела інформації. З огляду на невизначеність деяких оцінок, використовувалися консервативні припущення, і порівнювалися результати кількох альтернативних підходів, де це було можливо. Важливо відзначити, що оцінка викидів вуглецю, спричинених великою війною, є початковою роботою, і розробка методології продовжується. Недостатність даних не означає відсутності кліматичних збитків; це свідчить про необхідність подальшого дослідження та оцінювання. Ми завдячуємо всім експертам, які приймали участь у опитуваннях і дискусіях, і закликаємо всіх зацікавлених осіб приєднатися до процесу оцінювання збитків, надаючи галузеві дослідження та пропозиції щодо збору даних та оцінювання викидів ПГ. У сучасному ґрунтознавстві використання статистичних методів стало невід'ємною частиною. Головним об'єктом дослідження є ґрунт та ґрунтовий покрив, які є однією з найбільш складних природних систем на Землі. Ці системи в математиці називаються дифузними або складними системами, оскільки в них одночасно діють безліч різних факторів. Це призводить до взаємодії різноманітних процесів, які можуть мати різну природу та інтенсивність.

Таблиця 2.1.

Середні показники якісного стану ґрунтів мережі моніторингу

Показник стану ґрунтів	Параметри статистики			
	обсяг вибірки, проб	середнє арифметичне	середнє квадратичне відхилення	Довірчий інтервал (P=0,95)
обмінна кислотність (рНкcl)	53	6,66	0,64	0, 19
гумус, %	53	3,93	0,79	0,24
ємність катіонного обміну, м*екв/100 г	53	39,9	6,8	2,1
кислото розчинний цинк	53	7,51	1,55	0,46
кислоторозчинна мідь	53	4, 19	0,93	0,27
кислото розчинний кобальт	53	5,80	0,93	0,27
кислото розчинний кадмій	53	0,23	0,08	0,02
кислото розчинний свинець	53	5,24	1,13	0,33

Джерело: [25]

Отже, таблиця 2.1 представляє середні показники якісного стану ґрунтів, зібраних у рамках мережі моніторингу. Основні пункти для розгляду в цій таблиці:

1. Обсяг виборки: Для всіх показників стану ґрунту обсяг виборки складає 53 проби, що свідчить про однакову кількість даних для кожного з параметрів.

2. Середнє арифметичне: Це середнє значення з усіх зібраних даних для кожного показника. Наприклад, середнє значення обмінної кислотності (рНкcl) для зібраних проб складає 6,66, а для вмісту гумусу - 3,93%.

3. Середнє квадратичне відхилення: Відображає міру варіабельності або розсіювання набору даних. Чим вище відхилення, тим більше дані розсіяні навколо середнього значення. Наприклад, для обмінної кислотності (рНксл) це відхилення дорівнює 0,64, що свідчить про відносно невелике розсіювання даних навколо середнього значення.

4. Довірчий інтервал (P=0,95): Це діапазон значень, в межах якого з 95% ймовірністю знаходиться справжнє середнє значення популяції. Наприклад, для обмінної кислотності (рНксл) довірчий інтервал складає 0,19.

Ґрунти, які були вивчені, мають середнє рН (обмінна кислотність) 6,66, що вказує на легко кислий реакцію середовища.

Ґумус, який є важливим органічним компонентом ґрунту, має середній вміст 3,93%, що є характерним для багатьох ґрунтів.

Ємність катіонного обміну - це важливий показник плодючості ґрунту. Високий рівень цього показника (39,9 м*екв/100 г) свідчить про добре здатність ґрунту утримувати катіони, що необхідні для рослин.

Показники вмісту кислоторозчинних металів (цинк, мідь, кобальт, кадмій та свинець) допомагають визначити можливу токсичність ґрунту. Наприклад, високий вміст кадмію або свинцю може бути токсичним для рослин та тварин.

Як можна бачити з наведеної інформації, багато з показників мають значну розсіяність даних. Це означає, що спроби прогнозувати зміни цих показників з часом можуть бути проблематичними.

Рівень вмісту важких металів у ґрунтах Миколаївської області не є високим. Загальний показник забрудненості становить 0,126. Найбільш активним забруднювачем для цього регіону є свинець, після якого йдуть мідь та кадмій. Території, які потребують особливої уваги через вміст металів, - це райони Дніпровсько-Дністрвського та Азово-Причорноморського ґрунтових масивів, а саме північно-західна та південно-східна частини області. Є два основних джерела походження важких металів у ґрунтах області:

-Однотипне антропогенне, зумовлене аграрною діяльністю (використання металовмісних речовин на багаторічних культурах), яке характерне для міді;

-Поліметалічне, яке головно виникає через природні геохімічні процеси і характерне для всіх аналізованих металів.

Метали, які є корисними мікроелементами (наприклад, цинк та мідь), активніше потрапляють у головний рослинний урожай, ніж у побічний. А от щодо токсичних металів (як-то свинець та кадмій) - ситуація протилежна: вони частіше мігрують у побічну рослинну продукцію, ніж у основну.

Таблиця 2.2

Узагальнені результати оцінки впливу наслідків бойових

Характеристика поширення забруднення	Об'єкт ураження		
	Район артилерійського обстрілу	Район застосування танків	Район застосування спеціальної техніки
Максимальне значення швидкості розповсюдження забруднення	2,2 см/г	2,7 см/г	1,3 см/г
Середній термін зниження рівня швидкості розповсюдження забруднення	17 діб	20 діб	15 діб
Максимальне значення швидкості розповсюдження забруднення	3,5 см/г	5,4 см/г	1,9 см/г
недостатнього терміну перерви між впливами ОВТ			
Мінімальний необхідний термін перерви у використанні об'єкта	2,5 тижні	3 тижні	2 тижні
Прогнозований час проникнення забруднення до рівня ґрунтових вод (глибина до 6 м) при відсутності перерви між впливами ОВТ або реабілітаційних заходів	52 доби	45 діб	60 діб

Джерело:[21]

Дотримання умов щодо перерв у застосуванні озброєння та військової техніки у ході бойових дій майже неможливе. Тому єдиним способом зменшення екологічних загроз від неконтрольованого розповсюдження забруднення є проведення заходів з реабілітації території після завершення бойових дій та звільнення її. Це, звісно, не зможе повністю уникнути забруднення ґрунтів і ґрунтових вод уражених зон та прилеглих територій, але значно зменшить час їх відновлення та дозволить безпечно використовувати їх у майбутньому.

Для вивчення впливу пірогенного на ґрунт взято зразки зі свіжого згарища та фонові території, які мають однакові умови. На прикладі глибокого дерново-підзолистого піщаного ґрунту помічені зміни в поверхневих горизонтах. Пірогенний вплив проявляється у знищенні лісової підстилки та утворенні техногенного горизонту з вуглинками. Гумусовий горизонт має світло-сірий колір з темними включеннями, що свідчить про фільтрацію пірогенного матеріалу. Його товщина скорочена на третину, а перехід до ілювіального горизонту має язикоподібну форму з багатьма затіками. Ілювіальний горизонт щільніший за попередній з плямами бурого кольору. Нижче 25-30 см сліди пірогенного впливу відсутні, а морфологічні ознаки ілювіального горизонту збережені як за фоном.



Рис. 2.1. Будова поверхневих горизонтів
Джерело: [18]

На першому шарі, товщиною від 0 до 6 см, спостерігається темно-сірий, обвуглений горизонт, який створився в результаті пожежі, має виражені ознаки пірогенного впливу. Перехід помітний за зміною кольору, межа має язикоподібну форму. Далі, на глибині від 6 до 21 см, ми спостерігаємо гумусо-елювіальний горизонт, світло-сірий, піщаний, безструктурний, свіжий на дотик. Тут зосереджена основна маса коріння рослин, а перехід до наступного горизонту поступовий, помітний за зміною щільності та кольору. Глибше, на глибині від 21 до 42 см, ми спостерігаємо ілювіальний горизонт, темно-сірий з білуватістю, слабогумусований, піщаний, безструктурний, вологий на дотик. Тут по гранях структурних агрегатів можна помітити затіки озалізованого матеріалу бурувато-охристого забарвлення, а також поодинокі корінці рослин, червоточини, ходи землеробів. Перехід до наступного горизонту помітний за збільшенням щільності. У природних ґрунтах гумус зазвичай має невеликий вміст, приблизно 0,5-0,6% в верхньому шарі. Проте, у зразку із згарища цей показник зменшився майже в 2,5 рази, з 0,67 до 0,25%. Крім того, виявлено зростання частки гумінових кислот, що свідчить про кислотнолужну реакцію у ґрунтах через згоряння підстилки. Це призводить до зменшення родючості ґрунтів через зниження вмісту магнію та фосфору.

Реалізація цих рекомендацій потребує інтеграції наукових, технічних та соціальних підходів. Це також вимагає активної участі місцевих спільнот, державних структур та міжнародних організацій.

Для забезпечення екологічного благополуччя через збереження природних екосистем необхідно: створити національну дорожню карту біорізноманіття відповідно до планів ЄС на 2030 рік та світової програми охорони біорізноманіття після 2020 року, базуючись на аналізі місцевого біорізноманіття та його впливу на життя людей. Узгодити національні цілі та методики збереження біорізноманіття зі стратегією ЄС до 2030 року та програмою ООН після 2020 року. Створити план охорони 30% української території з ефективною системою управління, стабільним фінансуванням,

сучасним моніторингом, цифровим картографуванням, корективами у земельному праві та спеціалізованою установою збереження природи. Започаткувати політику відновлення природи та активно допомагати відновленню територій, постраждалих внаслідок війни. Переформатувати сильно пошкоджені зони згідно з пропозицією Єврокомісії по відновленню природних екосистем до 2030 року і в кінцевому підсумку - до 2050 року. Ввести економічні механізми, такі як оплата за послуги екосистеми та компенсація за шкоду нанесену природі.

Ліси є ключовими для економічного та кліматичного благополуччя України. В Україні ліс покриває 15,9% території, у порівнянні з 43,5% в ЄС. Половина українських лісів є природними, тоді як інша половина - монокультурні насадження з обмеженою адаптацією до кліматичних змін. Ліси відіграють ключову роль у абсорбції вуглецю, але вони страждають через незаконне використання, що завдає шкоди місцевому біорізноманіттю. Ці проблеми загострюються внаслідок впливу війни та зростання обсягів незаконного вирубу.

Для ефективного управління та відновлення лісових ресурсів, зокрема тих, які зазнали впливу військових дій, рекомендується:

В короткостроковій перспективі розробити стратегію управління лісовими територіями, які постраждали від війни. Акцентувати увагу на розмінуванні та забезпеченні безпеки, а також на амбітних планах відновлення лісів із ландшафтним підходом. Здійснити інвентаризацію лісів, впровадивши систему цифрових даних для моніторингу та звітності, що допоможе забезпечити прозорість та контроль. Забезпечити належне управління лісами високої природоохоронної цінності, запровадивши національну політику проти незаконного вирубування. Розробити стратегії відтворення лісів і лісорозведення, що спрямовані на збільшення лісистості та беруть до уваги потенціал різних територій. Формулювати лісогосподарські плани для деревообробної промисловості, акцентуючи на сертифікації та використанні найкращих практик.

Прісноводні екосистеми в Україні мають велике значення для стійкості та адаптації до кліматичних змін. Водні ресурси розподілені нерівномірно, і їх активне використання призводить до проблем. Стан водних ресурсів загрожений через надмірне використання, неефективний розподіл, забруднення та інші чинники. Військовий конфлікт погіршив ситуацію, зокрема для мільйонів людей, які втратили доступ до чистої води. Потрібно поліпшити систему управління водними ресурсами та здійснити інвестиції, щоб досягти стандартів ЄС до 2030 року.

Рекомендації щодо відновлення водного господарства:

1. Забезпечити доступ до безпечної води місцевим громадам та створити санітарні умови, зосереджуючись на відновленні екосистем, пошкоджених війною.
2. Розробити плани управління для всіх річкових басейнів країни згідно з Водною рамковою директивою ЄС; впровадити механізми оплати за екосистемні послуги.
3. Захистити ключові акваторії від додаткового знищення, зміцнюючи законодавство та контроль.
4. Розробити проекти відновлення річок та водно-болотних угідь з акцентом на стійкість до кліматичних змін; це може включати природоорієнтовані рішення.
5. Віддати перевагу водозберігаючим ініціативам; формувати відповідальне споживання води через ефективне ціноутворення та освіту.
6. Визначити стратегію зрошення та дренажу з акцентом на кліматичну стійкість, а також адаптувати законодавство для його впровадження.

Важливість сільського господарства для України не можна переоцінювати, але його вплив на природне середовище великий. Ерозія ґрунту, неконтрольоване використання пестицидів та інтенсифікація добрив основні проблеми. Війна також суттєво вплинула на виробничі процеси та логістику. Щоб забезпечити стійке майбутнє для сектору, потрібно зосередитись на його зеленій трансформації та впровадженні точного

землеробства.

Рекомендації щодо відновлення водного господарства:

1. Забезпечення доступу до води: Найближчим часом забезпечити місцевим громадам доступ до чистої і безпечної питної води, а також усунути екологічні наслідки, спричинені війною.

2. Плани управління річковими басейнами: Розробити та затвердити комплексні плани управління для основних річкових басейнів України згідно із стандартами ЄС, а також забезпечити їх належну реалізацію.

3. Екосистемні послуги: Розглянути можливість запровадження системи платежів за користування екосистемними послугами.

4. Захист річкових ділянок: Запобігати деградації та руйнуванню ключових ділянок річок і водно-болотних угідь, в тому числі шляхом посилення правопорядку в галузі їх охорони.

5. Проєкти відновлення: Забезпечити фінансування і впровадження комплексних проєктів, спрямованих на відновлення річкових систем та водно- болотних угідь. Ці проєкти мають враховувати зміну клімату, підвищення поглинання вуглецю та збереження біорізноманіття.

6. Ефективність використання води: Надати перевагу проєктам, які сприяють ефективному використанню водних ресурсів, а також формувати культуру відповідального споживання води.

7. Стратегія зрошення: Розробити та затвердити комплексну стратегію зрошення і дренажу для України, зосереджуючись на адаптивних підходах до управління водними ресурсами, особливо в аграрному секторі.

Сільське господарство і його роль в Україні:

-Сільське господарство є ключовим сектором для України, сприяючи значній частці її експортних доходів. Україна є одним із світових лідерів у виробництві певних продовольчих товарів.

-Проте висока продуктивність приносить з собою виклики у вигляді ерозії ґрунтів, зростання використання добрив і проблем з пестицидами.

-Війна завдала удару по виробництву та постачанню агропродукції,

акцентуючи потребу в збереженні та відновленні сільськогосподарської продуктивності.

-Трансформація сільськогосподарського сектора є життєво важливою для збереження екосистемних послуг, хоча плани відновлення лише частково адресують цей аспект.

Ключові напрямки для трансформації сільського господарства відповідно до стандартів ЄС:

1.План трансформації: Необхідно розробити комплексний план, що враховує продовольчу безпеку, потреби фермерів, зміну клімату, а також глобальні тенденції в продовольчій системі.

2.Реорієнтація експорту: Перевизначити стратегічні напрямки сільськогосподарського експорту, враховуючи екологічні стандарти та підходи ЄС.

3.Технологічні рішення: Використовувати сучасні технологічні рішення для зменшення впливу на навколишнє середовище, зокрема, інструменти точного землеробства.

4.Ландшафтне планування: Враховувати потреби в утворенні різноманітного і стійкого ландшафту, зберігаючи при цьому продуктивність сільського господарства.

Екосистемне відновлення та біорізноманіття в Україні, де необхідно надати перевагу відновленню ключових екосистем, таких як ліси, степи та водно-болотні угіддя. При цьому потрібно зосередитися на збереженні біорізноманіття та поліпшенні доступу до чистої води. Відновлення екосистем може стати одним з ключових факторів економічного і культурного відновлення країни. Відновлення після війни є унікальною можливістю для України переосмислити свою роль у світовому сільському господарстві і відновити свої природні ресурси. У зв'язку зі статусом кандидата на вступ до ЄС, Україні варто максимально використовувати можливості для взаємодії з ЄС і враховувати європейський досвід у відновленні та розвитку своєї країни.

2.4. Рекомендації щодо відновлення та запобігання збиткам

Ефективне відновлення довкілля та запобігання подальшим екологічним збиткам, спричиненим військовими діями, потребує комплексного підходу, що поєднує організаційні, технічні, природоохоронні та нормативно-правові заходи. Особлива увага має бути приділена регіонам, які зазнали найбільш інтенсивного антропогенного навантаження внаслідок бойових дій.

Рекомендації щодо відновлення стану атмосферного повітря:

1. З метою покращення якості атмосферного повітря на постраждалих територіях доцільно запровадити розширену систему державного та регіонального моніторингу якості повітря з використанням автоматизованих станцій спостереження; здійснювати оперативну ліквідацію наслідків пожеж на промислових об'єктах, нафтобазах та складах паливно-мастильних матеріалів; проводити інвентаризацію джерел забруднення повітря, що виникли внаслідок військових дій, та розробляти заходи щодо їх нейтралізації; стимулювати відновлення зелених насаджень у міських та приміських зонах як природного фільтра атмосферних забруднень; впроваджувати екологічно безпечні технології під час відбудови промислових і транспортних об'єктів.

2. Рекомендації щодо відновлення земельного фонду. Для зменшення деградації земель і відновлення їх господарської цінності доцільно провести комплексне обстеження та картографування пошкоджених земель з визначенням рівня хімічного і фізичного забруднення ґрунтів; розумно забезпечити розмінування територій як першочергову умову відновлення сільськогосподарського використання земель; здійснювати рекультивацію порушених земель шляхом відновлення родючого шару ґрунту, фітомеліорації та біоремедіації; застосовувати агроекологічні заходи, спрямовані на зменшення ерозійних процесів і відновлення структури ґрунтів; обмежити господарське використання земель із високим рівнем забруднення до повного завершення відновлювальних заходів.

З метою мінімізації екологічних ризиків у майбутньому доцільно:

- удосконалити нормативно-правову базу щодо оцінки екологічних збитків, завданих військовими діями;
- інтегрувати екологічну складову в програми післявоєнного відновлення територій;
- забезпечити міжнародну співпрацю з питань фінансування та впровадження природоохоронних проєктів;
- підвищувати рівень екологічної обізнаності населення щодо наслідків забруднення довкілля;
- створити єдину інформаційну базу даних екологічних втрат для системного аналізу та контролю процесів відновлення.

Таким чином, реалізація запропонованих рекомендацій сприятиме поступовому відновленню якості атмосферного повітря та земельного фонду України, зниженню екологічних ризиків і формуванню передумов для сталого розвитку постраждалих регіонів у післявоєнний період.

Реалізація запропонованих рекомендацій сприятиме поступовому та комплексному відновленню якості атмосферного повітря і земельного фонду України шляхом зменшення рівня техногенного навантаження, ліквідації наслідків забруднення та відновлення порушених природних компонентів. Запровадження системного екологічного моніторингу дозволить своєчасно виявляти осередки забруднення та контролювати динаміку змін у стані довкілля, що є необхідною умовою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Здійснення заходів з рекультивації та відновлення родючості ґрунтів забезпечить повернення значної частини деградованих земель до господарського використання, сприятиме підвищенню продуктивності сільськогосподарських угідь і зменшенню загроз для продовольчої безпеки держави. Відновлення зелених насаджень і природних екосистем матиме позитивний вплив на очищення атмосферного повітря, стабілізацію мікроклімату та збереження біорізноманіття.

Зменшення екологічних ризиків, досягнуте через реалізацію природоохоронних і відновлювальних заходів, прямим чином вплине на покращення здоров'я населення. Зокрема, це сприятиме зниженню рівня захворюваності на респіраторні, серцево-судинні та онкологічні недуги, які здебільшого обумовлені тривалим впливом забрудненого повітря та деградованого ґрунту. Удосконалення екологічної ситуації позитивно відобразиться на якості життя у постраждалих регіонах, допоможе відновити комфортний простір для проживання та знизити соціальну напругу. Інтеграція екологічного підходу у програми післявоєнного відновлення територій сприятиме гармонізації екологічних, економічних і соціальних цілей розвитку. Завдяки цьому стане можливим не лише нейтралізувати наслідки воєнного впливу, а й закласти основу для створення економіки з екологічним ухилом, що зважено використовує природні ресурси та застосовує сучасні технології, безпечні для навколишнього середовища, у процесі реконструкції інфраструктури.

На довгий термін реалізація запланованих заходів сприятиме підвищенню рівня екологічної безпеки в Україні, зменшенню техногенних і воєнних загроз для природних систем, а також розвитку збалансованої моделі використання природних ресурсів. Ця модель передбачатиме відновлення і збереження природного потенціалу країни, дотримання принципів міжпоколінної справедливості і забезпечення стійких умов для сталого розвитку держави в післявоєнний період.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі здійснено комплексний аналіз впливу військових дій на стан атмосферного повітря та земельного фонду України, що дозволило визначити основні екологічні наслідки збройної агресії та обґрунтувати напрями їх подолання. Проведене дослідження підтвердило, що військові дії є одним із найпотужніших чинників негативного впливу на довкілля, наслідки якого мають тривалий і системний характер. У межах першого завдання проаналізовано основні джерела забруднення атмосферного повітря в умовах військових дій. Встановлено, що ключову роль у погіршенні якості повітря відіграють вибухи боєприпасів, пожежі на промислових об'єктах і складах паливно-мастильних матеріалів, руйнування транспортної та енергетичної інфраструктури, а також функціонування військової техніки. Зазначені фактори зумовлюють підвищення концентрацій дрібнодисперсного пилу, токсичних газів та небезпечних хімічних сполук, що негативно впливає на стан здоров'я населення та екологічну безпеку територій.

У процесі виконання другого завдання досліджено характер і масштаби деградації земельного фонду України. Виявлено, що військові дії спричинили фізичне руйнування ґрунтового покриву, втрату родючого шару, хімічне забруднення ґрунтів важкими металами й нафтопродуктами, а також обмеження використання земель унаслідок мінування територій. Значна частина сільськогосподарських угідь потребує тривалих рекультиваційних заходів або тимчасового виведення з господарського обігу. У межах третього завдання визначено регіональні особливості екологічних збитків у найбільш постраждалих зонах. Установлено, що найвищий рівень негативного впливу на атмосферне повітря та земельний фонд характерний для прифронтових регіонів і територій активних бойових дій, де концентрація джерел забруднення є найбільшою, а процеси природного самовідновлення суттєво ускладнені.

Оцінка змін у якості та доступності природних ресурсів показала, що військові дії призвели до суттєвого погіршення екологічних умов, зниження доступності безпечних земельних ресурсів та підвищення екологічних ризиків для населення. Це негативно впливає на продовольчу безпеку, соціально-економічний розвиток регіонів і якість життя населення. У результаті виконання п'ятого завдання обґрунтовано напрями екологічного відновлення та зниження негативного впливу військових дій на довкілля. Запропоновані заходи передбачають удосконалення системи екологічного моніторингу, рекультивацію деградованих земель, відновлення зелених насаджень, інтеграцію екологічних вимог у програми післявоєнного відновлення та посилення нормативно-правового регулювання у сфері охорони довкілля. Таким чином, результати дипломної роботи підтверджують доцільність і практичну значущість комплексного підходу до оцінки екологічних наслідків військових дій та можуть бути використані як науково-аналітична основа для розроблення ефективних заходів з відновлення довкілля й підвищення рівня екологічної безпеки України в післявоєнний період.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Блага А.Б., Загородюк І.В., Короткий Т.Р., Мартиненко О.А., Медведєва М.О., Пархоменко В.В. На межі виживання: знищення довкілля під час збройного конфлікту на сході України: Українська Гельсінська спілка з прав людини. – К.:Кит, 2017. 88 с
2. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О. «ЕкоЗагроза» як інструмент фіксації екологічних злочинів у лісовому господарстві. *Лісові екосистеми: сучасні проблеми і перспективи досліджень-2022*: м-ли І Всеукр. наук.-практ. конф.
3. Василюк О., Норенко К. Вплив військової діяльності на природу України: посібник - Видавництво «Компанія "Манускрипт"». Львів, 2019. 68 с.
4. Глушук В.Р., Трус І.М. Забруднення ґрунтів внаслідок війни: Перспективи виробництва біосировини енергетичних культур на рекультивованих землях: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції – Дніпро : ДДАЕУ – 2022 – 168-171 с.
5. Дідовець Ю.Ю., Колосков В.Ю., Колоскова Г.М. Аналіз компонентів забруднення ґрунтів під час вибухів: Перспективи виробництва біосировини енергетичних культур на рекультивованих землях: матеріали Міжнародної науковопрактичної конференції – Дніпро : ДДАЕУ, 2022. 179- 181
6. Денисов Н., Петренко О., Сидоренко І. Вплив військових дій на стан довкілля: аналіз українських територій. – Харків: Екологія, 2020. – 184 с.
7. Кучер В.О., Шевченко Т.В., Литвиненко М. Деградація земельних ресурсів в умовах військових конфліктів. – Львів: ЛНУ, 2021. – 210 с.
8. Геєць В.М. Про оцінку економічних втрат України внаслідок збройної агресії РФ: Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 30 березня 2022 року. *Вісник Національної академії наук України*. 2022. № 5. С. 30–38. DOI: [10.15407/visn2022.05.030](https://doi.org/10.15407/visn2022.05.030).
9. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Ярошенко Б.О. Загрози довкілля внаслідок військових дій очима дітей. *Екологічні науки*. 2022. № 43. С. 168–

173. DOI: 10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.28.
10. Деніфсов Н., Аверін Д. Оцінка екологічної шкоди та пріоритети відновлення довкілля на сході України. – К.: ВАІТЕ, 2017. 88 с.
11. Джура Н.М. Військові аспекти деградації біосфери: Polish journal of science, 2020. №28. 3-5 с
12. Житомир, 30 травня 2022 р. Житомир: Поліський національний університет, 2022. С. 30–32.
13. ЕкоЗагроза: офіційний ресурс Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://ecozagroza.gov.ua>.
14. Екологічні наслідки війни. Пів року болю України – 2022. – URL: <https://eco.rayon.in.ua/blogs/536709-ekologichni-naslidki-viyuni-piv-roku-bolyu-ukraini>
15. Збройні сили України: офіційний веб-сайт. URL: <https://www.zsu.gov.ua>
16. Іванов С.В., Ляшенко В.І., Харазішвілі Ю.М., Кучеров А.В. Локалізація та ліквідація наслідків катастрофи довкілля на Донбасі. *Економічний вісник Донбасу*. 2019. № 3(57). С. 217–240.
17. Кононенко В.П., Новікова Л.В. Вплив регіональних збройних конфліктів на міжнародну екологічну безпеку. *Альманах міжнародного права*. 2020. № 24. С. 214–221. DOI: 10.32841/PLA.2020.24.25.
18. Купінець Л.Є. Економіко-екологічні збитки від псування земель сільськогосподарського призначення в регіонах активних військових дій: Перспективи виробництва біосировини енергетичних культур на рекультивованих землях: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції – Дніпро : ДДАЕУ, 2022. 187-190 с.
19. Кучер В.О., Євхутич І.М., Парасюк В.М. Забезпечення екологічної безпеки на території окупованого Донбасу. *Юридичний науковий електронний журнал*. 2021. № 9. С. 115–118. DOI: 10.32782/2524-0374/2021-9/27.

20. Лесько Н. В. Земельний фонд України: сутність поняття та структура: Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія : Юридичні науки. 2015.№ 824.174-178 с.
21. Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів – URL: <https://mepr.gov.ua/>
22. Планування відновлення довкілля. Аналітична записка. URL: http://epl.org.ua/wp-content/uploads/2022/06/FIN_Planuvannya-vidnovlenniyadovkillya.pdf.
23. Норенко К. Наслідки розривів снарядів на сході України: понівечена отруєна земля: Екологія. Право. Людина.,2015. № 23–24 (63–64).
24. Екологічні наслідки війни. Пів року болю України – 2022. – URL: <https://eco.rayon.in.ua/blogs/536709-ekologichni-naslidki-viyni-piv-roku-bolyu-ukraini>
25. Сак Т.В., Більо І.О., Ткачук Ю.Е. Еколого-економічні наслідки російсько-української війни. *Економіка та суспільство*. 2022. № 38. DOI: 10.32782/2524-0072/2022-38-6.
26. УНІАН. Сотні мільярдів доларів: у Кабміні оцінили збитки України від війни. URL: <https://www.unian.ua/economics/finance/viyna-v-ukrajini-napochatok-roku-rosiya-nanesla-zbitkiv-na-sumu-600-750-mlrd-dolariv-12131160.html>.
27. Ярошенко Б.О. Військові конфлікти: поширення та прогноз. *Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки: мат-ли Міжнар. наук.- практ. конф. молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти (11-12 травня 2023 р., м. Рівне, Національний університет водного господарства та природокористування)*. 100 днів війни - ГО «Діксі Груп», 2022. 22
28. ACLED: The Armed Conflict Location & Event Data Project. URL: <https://acleddata.com>.
29. Al-Shammari A.M. Environmental pollutions associated to conflicts in Iraq

and related health problems. *Reviews on Environmental Health*. 2016. №31(2). P. 245–250. DOI: 10.1515/reveh-2015-0024.

30. CSP: Center for Systemic Peace. URL: <https://www.systemicpeace.org/inscrdata.html>.

31. Colgan J.D.; Climate Change and the Politics of Military Bases. *Global Environmental Politics* 2018; 18 (1): 33–51. DOI: [10.1162/GLEP_a_00443](https://doi.org/10.1162/GLEP_a_00443).

32. Global Report 2017: Conflict, Governance and State Fragility / M.G. Marshall, G. Elzinga-Marshall. Center for Systemic Peace, 2017. 52 p. URL: <https://www.systemicpeace.org/vlibrary/GlobalReport2017.pdf>.

33. Lawrence M.J., Stemberger H.L.J., Zolderdo A.J., Struthers D.P., Cooke S.J. The effects of modern war and military activities on biodiversity and the environment. *Environmental Reviews*. 2015. №23(4). P. 443–460. DOI: 10.1139/er2015-0039.

34. Lima D.R., Bezerra M.L., Neves E.B., Moreira F.R. Impact of ammunition and military explosives on human health and the environment. *Rev Environ Health*. 2011. №26(2). P. 101–110. DOI: 10.1515/reveh.2011.014.

35. List of ongoing armed conflicts. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_ongoing_armed_conflicts.

36. Medvedieva M.O., Korotkyi T.R. Responsibility for the environmental damage caused during the armed conflict between Ukraine and the Russian Federation: opportunities in the algorithm of protecting national interests. *Actual problems of international relations*. 2019. №139. P. 57–67. DOI: [10.17721/apmv.2019.139.0.58-67](https://doi.org/10.17721/apmv.2019.139.0.58-67).

37. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2020. Respiratory Health Effects of Airborne Hazards Exposures in the Southwest Asia Theater of Military Operations. Washington, DC: The National Academies Press. 270 p. DOI: 10.17226/25837.

38. Rawtani D., Gupta G., Khatri N., Rao P.K., Hussain C.M. Environmental damages due to war in Ukraine: a perspective. *Science of The Total Environment*.

2022. №850. 157932. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.157932.

39. Reuveny R., Mihalache-O'Keef A.S., Li Q. The effect of warfare on the environment. *Journal of Peace Research*. 2010. №47(6). P. 749–761. URL: <http://www.jstor.org/stable/20798961>.

40. Shumilova O., Tockner K., Sukhodolov A. et al. Impact of the Russia–Ukraine armed conflict on water resources and water infrastructure. *Nat Sustain*. 2023. DOI: 10.1038/s41893-023-01068-x.

41. Stadler T., Temesi Á., Lakner Z. Soil chemical pollution and military actions: a bibliometric analysis. *Sustainability*. 2022. №14. 7138. DOI: [10.3390/su14127138](https://doi.org/10.3390/su14127138).

42. Sullivan-Kwantes W., Cramer M., Bouak F., Goodman L. Environmental stress in military settings. In: Sookermany, A.M. (eds) *Handbook of Military Sciences*.

43. Springer, Cham, 2021. DOI: [10.1007/978-3-030-02866-4_107-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-02866-4_107-1).

Westing A.H. The impact of war on the Environment, in B.S. Levy, V.W. Sidel (eds.). *War and Public Health*, 2nd edn. New York, 2023. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780195311181.003.0005.

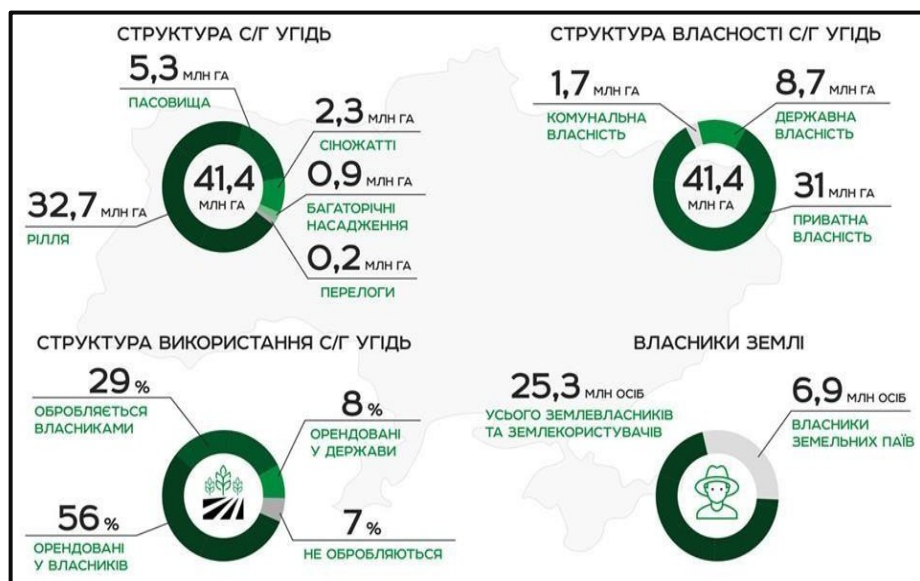
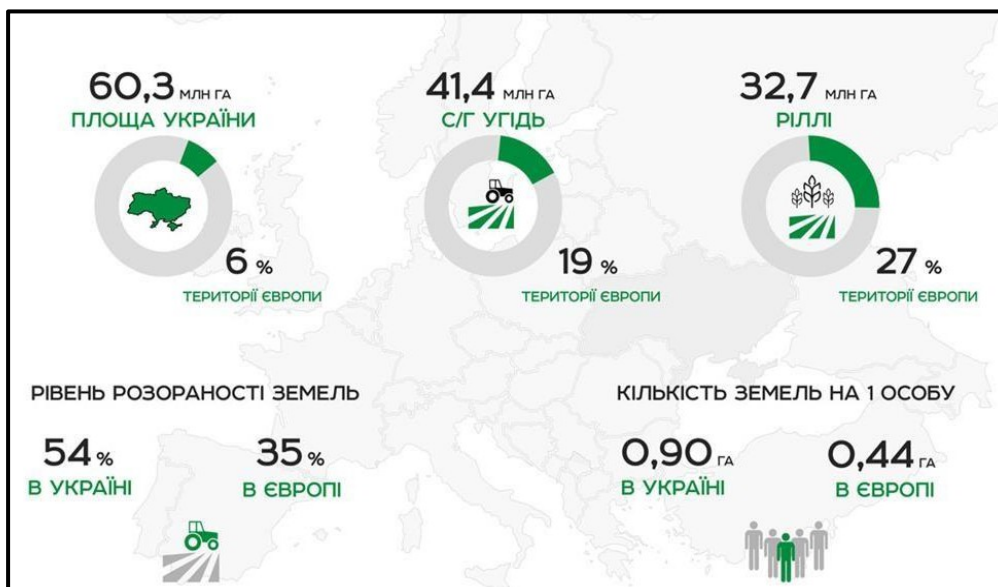
44. Wilkie B. Bombs and biodiversity: a case study of military environmentalism in Australia. *Environment & Society Portal, Arcadia*. 2016. №15. DOI: 10.5282/rcc/7678.

45. *Witnessing the environmental impacts of war: Environmental case studies from conflict zones around the world*. Edited by Susi Snyder (PAX). 2020.

46. Zalakeviciute R., Mejia D., Alvarez H., Bermeo X., Bonilla-Bedoya S., Rybarczyk Y., Lamb B. War impact on air quality in Ukraine. *Sustainability*. 2022. №14(21). 13832. DOI: 10.3390/su142113832.

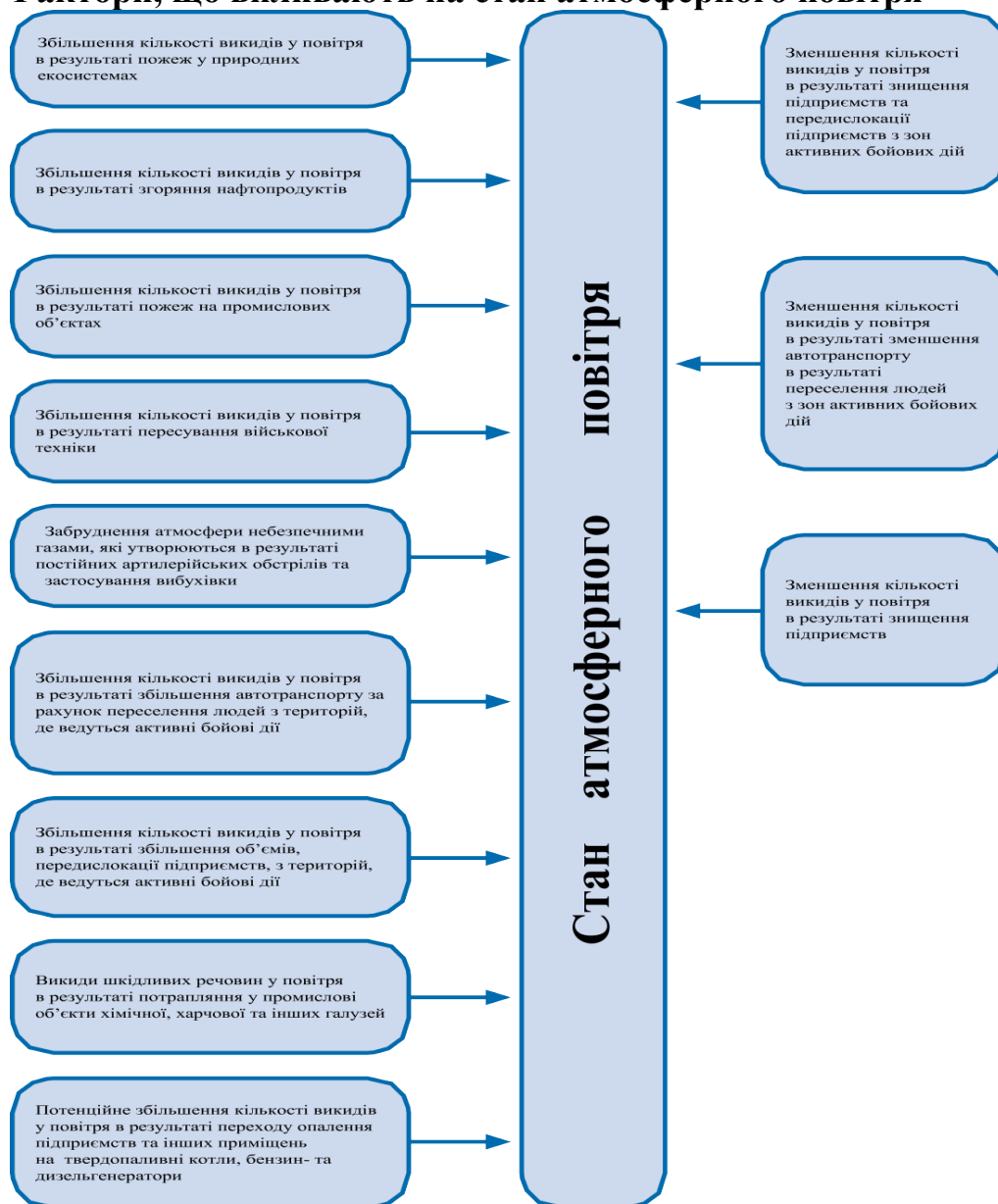
ДОДАТКИ

Додаток А



Додаток Б

Фактори, що впливають на стан атмосферного повітря



Додаток В

Поширення екзогенних геологічних процесів (ЕГП)

№ з/п	Вид ЕГП	Площа поширення, км ²	Кількість проявів, шт. нас. пунктів	% ураженості регіону
1	Підтоплення територій міст та селищ області:	996,7		4,0
	В межах ділянок глибини залягання рівня ґрунтових вод 0.0-2,0м	996,7	496	4,0
	В межах ділянок глибини залягання рівня ґрунтових вод 0,0-4,0м		761	
2	Зсуви ґрунтів	9,0	1152; у тому числі активних. – 11	0,21
				0,038
3	Абразія (розмив) морського узбережжя	Довжина активної абразії берегу за 2013-2014р.р. 11,3 (пог. км)		
	1. Абразійно-зсувна ділянка морського узбережжя між Тилігульським і Березанським лиманами (довжиною 10,5 пог. км); загальна площа руйнування плато - 6794,0 м ² ;			
	2. Абразійно-зсувна ділянка морського узбережжя між Березанським лиманом та мисом Очаків (довжиною 4,5 пог. км); загальна			

№ з/п	Вид ЕГП	Площа поширення, км ²	Кількість проявів, шт. нас. пунктів	% ураженості регіону
	площа руйнування плато - 66,0 м ² ;			
	3. Абразійно-обвальна ділянка морського узбережжя від тилової частини Лагерної коси до західної окраїни міста Очаків (довжина активної природної частини 1070 м); швидкість 0,35 м/рік площа руйнування плато 340,0 м ²);			
	Узбережжя Чорного моря			
4	Ерозія	8200,0		33,3