

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
в.о. завідувача кафедри екології
доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ
« ____ » грудень 2023 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

освітній ступінь «Магістр»

на тему: Оцінка екологічних ризиків вуглецевого сліду в Україні внаслідок
воєнних дій

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МгЕ-1-22 спеціальності – 101
«Екологія» Софія БУЙНОВСЬКА _____
(прізвище та ініціали)

Керівник доц. Вікторія КАЦЕВИЧ
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології
Освітньо-кваліфікаційний рівень «Бакалавр»
Спеціальність – 101 Екологія
Освітньо-професійна програма «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
в.о. завідувач кафедри екології
доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ
« ____ » _____ 202__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу здобувачці вищої освіти
Буйновській Софії Андріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Оцінка екологічних ризиків вуглецевого сліду в Україні внаслідок воєнних дій

Затверджена наказом по університету від «10» жовтня 2023 р. № 3057

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: « ____ » _____ 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: відкриті звіти та статистична інформація щодо утворення парникових газів, відкриті звіти та статистична інформація щодо війни в Україні

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ 2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УКРАЇНИ 3. МЕТОДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ 4. ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В УКРАЇНІ ВНАСЛІДОК ВІЙНИ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація в Power Point (актуальність, мета, об'єкт, предмет та задачі досліджень, отримані результати, висновки та рекомендації)

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доц. Вікторія КАЦЕВИЧ		
2	доц. Вікторія КАЦЕВИЧ		
3	доц. Вікторія КАЦЕВИЧ		
4	доц. Вікторія КАЦЕВИЧ		
5	доц. Вікторія КАЦЕВИЧ		

7. Дата видачі завдання: : « ___ » _____ р.

Керівник роботи _____ Вікторія КАЦЕВИЧ

Здобувачка вищої освіти _____ Софія БУЙНОВСЬКА

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	05.09. – 15.09.23	виконано
2	ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ	15.09.– 30.09.23	виконано
3	ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УКРАЇНИ	03.10. – 13.10.23	виконано
4	МЕТОДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ	15.10. – 15.11.23	виконано
5	ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В УКРАЇНІ ВНАСЛІДОК ВІЙНИ	16.11. – 18.11.23	виконано
6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ»	18.11. – 23.11.23	виконано
7	ВИСНОВКИ	24.11. – 25.11.2023	виконано
8	ОФОРМЛЕННЯ РОБОТИ	26.11. – 5.12.2023	виконано

Керівник роботи _____ Вікторія КАЦЕВИЧ

Здобувачка вищої освіти _____ Софія БУЙНОВСЬКА

(підпис)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків та списку літератури. Повний обсяг роботи – 57 сторінок друкованого тексту, включаючи 21 рисунок та 8 таблиць. Перелік посилань містить 33 найменування.

Метою цієї роботи є оцінка екологічних ризиків вуглецевого сліду в Україні внаслідок війни. Предмет дослідження дипломної роботи - вуглецевий слід (викиди вуглецю), який утворився в Україні внаслідок війни.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

1. Дати загальне визначення вуглецевого сліду та розглянути його основні характеристики.
2. Оцінити вплив війни в Україні на викиди парникових газів.
3. Проаналізувати заходи щодо зменшення екологічних ризиків вуглецевого сліду в Україні.

Ключові слова: кліматичні зміни, вуглецевий слід, воєнні дії, парникові гази, ресурсозбереження.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ	8
1.1 Визначення понять: екологічний ризик, вуглецевий слід	8
1.2 Зв'язок між екологічними ризиками та воєнними діями	10
1.3 Природні та антропогенні джерела вуглецевого сліду	11
РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УКРАЇНИ	13
2.1 Характеристика геологічної будови	13
2.2. Кліматичні умови	15
2.3 Рельєф та гідрографія	16
2.4. Біорізноманіття	17
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ	20
3.1 Методології оцінки екологічних ризиків	20
3.1.1 Життєвий цикл продукції (Life Cycle Assessment, LCA)	20
3.1.2 Аналіз вразливості та адаптації	22
3.1.3 Ризик-орієнтована оцінка	23
3.2 Інструменти та програмні засоби для вимірювання вуглецевого сліду	25
3.2.1 Комплексні системи LCA (Life Cycle Assessment)	25
3.2.2 Калькулятори вуглецевого сліду	25
3.2.3 Блокчейн та технології інтернету речей (IoT)	26
3.2.4 Штучний інтелект та аналіз даних	26
3.3 Карти і моделі для прогнозування розподілу забруднень	26
3.3.1 Гіперспектральні карти та зондування Землі	26
3.3.2 Карти забруднень повітря та моделі динаміки руху повітря	27
3.3.3 Картографування забруднень ґрунту за допомогою дронів	27
3.3.4 Моделі штучного інтелекту для прогнозування динаміки забруднень	27
3.3.5 Інтерактивні карти для сприяння громадській участі	27
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В УКРАЇНІ ВНАСЛІДОК ВІЙНИ	28
4.1. Аналіз вуглецевого сліду від бойових дій	28
4.1.1 Вуглецевий слід від спалювання викопного палива	29
4.1.2 Вуглецевий слід від використання боєприпасів	30
4.1.3 Вуглецевий слід від зведення фортифікаційних споруд	32
4.1.4 Аналіз вуглецевого сліду від військової техніки	34
4.2. Аналіз вуглецевого сліду внаслідок пожеж під час війни	37
4.3. Аналіз вуглецевого сліду біженців та ВПО	43

4.4. Аналіз вуглецевого сліду внаслідок руйнування цивільної інфраструктури	44
4.5. Еколого-економічна оцінка вуглецевого сліду в Україні внаслідок війни	45
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	47
5.1 Мінна безпека та поводження з вибуховими речовинами	47
5.2 Виявлення і знешкодження мін та інших вибухових пристроїв	49
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	51
ЛІТЕРАТУРА	53

ВСТУП

На тлі сучасних глобальних викликів, пов'язаних із змінами клімату та екологічною стійкістю, особлива увага приділяється вивченню впливу воєнних дій на екологічну систему. Україна, стикнувшись із збройною агресією з боку росії, стала свідком серйозних втрат у сфері навколишнього середовища, зокрема в контексті вуглецевого сліду.

Тема дослідження "Оцінка екологічних ризиків вуглецевого сліду в Україні внаслідок воєнних дій" , народжується з необхідності розгляду впливу воєнних конфліктів на викиди парникових газів, таких як вуглекислий газ (CO_2), метан (CH_4) та діоксид азоту (NO_2). Це стає важливим аспектом, оскільки парникові гази вносять значний вклад у глобальне потепління та зміни клімату. Поглиблене розуміння впливу воєнних дій на вуглецевий слід України стане важливою основою для розробки стратегій відновлення та підтримки сталого розвитку в умовах збереження екологічної безпеки.

Мета даного дослідження - провести комплексну оцінку викидів парникових газів, які утворюються внаслідок військових дій в Україні. Визначити конкретні фактори та процеси, що сприяють виробленню цих газів, та розробити рекомендації щодо зменшення їхнього впливу на клімат.

В рамках дипломної роботи буде звернута увага на те, як воєнні дії сприяють викидам CO_2 під час вибухів та знищення інфраструктури, як формуються викиди CH_4 під час руйнування інженерних споруд та внаслідок пожеж, а також як військові конфлікти можуть впливати на викиди NO_2 через вибухи та знищення елементів інфраструктури.

Отримані результати дослідження будуть сприяти розумінню масштабів викидів парникових газів внаслідок воєнних дій, а також

допоможуть визначити ефективні стратегії для мінімізації цього впливу на кліматичні процеси. А також сприятимуть формулюванню ефективних стратегій зменшення вуглецевого сліду та покращенню екологічної стійкості в умовах постконфліктної реконструкції. Важливість цього дослідження полягає в його потенційному внеску у науковий розвиток, а також у практичному використанні отриманих результатів для прийняття обґрунтованих рішень щодо відновлення екологічної рівноваги в Україні в умовах післявоєнного періоду.

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ

1.1 Визначення понять: екологічний ризик, вуглецевий слід

Сучасний світ стикається з рядом проблем, пов'язаних із забрудненням довкілля та змінами клімату. Два ключові терміни, які стали важливими у розумінні екологічних викликів, це "екологічний ризик" та "вуглецевий слід". Ці поняття відображають проблеми, які мають величезний вплив на наше середовище та суспільство в цілому.

«Екологічний ризик - це потенційна загроза для природного середовища, яка може призвести до негативних наслідків для екосистем, тварин і людей. Цей термін включає в себе різні види ризиків, такі як забруднення повітря, води та ґрунту, втрата біорізноманіття, використання хімічних речовин і таке інше. Екологічний ризик може мати далекосяжні наслідки для здоров'я людей та природних екосистем, спричиняючи руйнівні ефекти, які можуть виявитися навіть через десятиліття.

З іншого боку, вуглецевий слід - це кількість викинутого в атмосферу парникових газів, зокрема вуглекислого газу (CO_2), пов'язана з конкретною діяльністю чи продуктом. Цей показник може бути використаний для оцінки впливу людської діяльності на навколишнє середовище. Вуглецевий слід складається з двох основних компонентів:

Прямі викиди - це викиди парникових газів, які безпосередньо утворюються в результаті діяльності людини, наприклад, при спалюванні викопного палива, вирубці лісів або виробництві продукції» [1-15].

Опосередковані викиди - це викиди парникових газів, які утворюються в результаті виробництва та споживання продукції та послуг, наприклад, при

виробництві електроенергії, споживанні продуктів харчування або використанні транспорту.

Вуглецевий слід може бути розрахований для різних суб'єктів, таких як окремі особи, домогосподарства, підприємства, організації або країни. «Головним джерелом вуглецевого сліду є спалювання вуглеводневих палив, таких як вугілля, нафта та природний газ. Збільшення вуглецевого сліду призводить до змін клімату, теплого ефекту та підвищення температури планети, що може призвести до катастрофічних наслідків, таких як підняття рівня морів, екстремальні погодні явища та втрати біорізноманіття.

В той же час слід враховувати, що вуглецевий слід має довготривалий аспект. Парникові гази можуть залишатися в атмосфері десятиліттями, сприяючи ефекту теплиці і змінам клімату. Це означає, що навіть невеликі викиди можуть мати далекосяжні наслідки для екосистем, кліматичних зон і людського здоров'я.

Різні країни мають різний рівень викидів на душу населення, що визначається їхньою економічною активністю, енергетичною політикою та використанням відновлювальних джерел енергії. Такий розрив у вуглецевому сліді створює необхідність для глобальної співпраці та спільних зусиль у редукції викидів для досягнення сталого розвитку.

Однією з ключових проблем є те, що екологічний ризик і вуглецевий слід часто взаємодіють і підсилюють один одного. Збільшення вуглецевого сліду призводить до змін клімату, що може збільшувати ризики екстремальних погодних явищ, лісових пожеж, повеней і інших природних катастроф. Одночасно екологічний ризик, такий як забруднення атмосфери і води, може підвищувати вуглецевий слід через вплив на промислові процеси та використання ресурсів» [6-9].

Щоб зменшити вплив вуглецевого сліду, необхідно впроваджувати ефективні стратегії. Зокрема, перехід до відновлювальних джерел енергії, енергоефективність та впровадження новітніх технологій можуть допомогти знизити викиди. «Крім того, лісові насадження та збереження природних

екосистем можуть відігравати ключову роль у поглибленні та утриманні вуглецевого викиду.

Для розв'язання цих проблем важливо впроваджувати сталі технології, сприяти використанню відновлювальних джерел енергії та зменшенню споживання вуглеводневих палив. Також необхідно збільшувати свідомість громадськості та вживати заходів для збереження природи і власного екологічного сліду.

У великому плані, розуміння екологічного ризику та вуглецевого сліду допомагає створити сталіше та більш відповідальне відношення до навколишнього середовища. Тільки через спільні зусилля можна досягти екологічно збалансованого та стійкого розвитку, забезпечуючи збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь» [10-14].

1.2 Зв'язок між екологічними ризиками та воєнними діями

Історія світу свідчить про те, що воєнні конфлікти можуть впливати не лише на соціальний і політичний ландшафт, а й на екологічну стійкість планети. «За сприятливих умов, воєнні дії можуть призвести до серйозних екологічних ризиків, які залишають негативний слід на природному середовищі.

Однією з найперспективніших аспектів зв'язку між воєнними діями та екологічними ризиками є використання військових технологій і засобів. Наприклад, ракетні удари, вибухи і піротехнічні засоби можуть призвести до великих викидів токсичних хімічних речовин та важких металів, забруднюючи ґрунт і водоймища. Це може мати катастрофічний вплив на екосистеми та здоров'я людей, які проживають в областях воєнних конфліктів» [1-15].

Знищення виробничої інфраструктури також може викликати серйозні проблеми для навколишнього середовища. «Підприємства, які виробляють хімічні речовини чи інші небезпечні матеріали, можуть викидати їх у

навколишнє середовище під час військових атак або в результаті демонтажу. Це може спричинити забруднення повітря, води та ґрунту, ускладнюючи екологічну ситуацію в областях конфліктів.

Порушення природних резерватів та біорізноманіття також є частиною проблеми. Великі рухи військових частин можуть призвести до знищення лісів, втрати природних угідь та вимирання видів. Це має віддалені екологічні наслідки, оскільки реконструкція природних екосистем може зайняти десятиліття.

Крім того, воєнні конфлікти часто спонукають до масового переселення населення, що може викликати екологічні проблеми в приймаючих регіонах. Збільшення попиту на ресурси, воду та енергію може вести до перенапруження екосистем та конфліктів через доступ до обмежених ресурсів.

Зв'язок між екологічними ризиками та воєнними діями є складним і тривалим. Освіта та усвідомлення цих зав'язків важливі для розробки стратегій міжнародного співробітництва та запобігання конфліктам, які можуть мати руйнівні наслідки для природи та людства. Тільки через взаєморозуміння та спільні зусилля ми можемо працювати над збереженням екосистем та створенням майбутнього, яке буде стійким та збалансованим» [4-15].

1.3 Природні та антропогенні джерела вуглецевого сліду

Вуглецевий слід, як вимірюваний показник викидів парникових газів, представляє собою складний танець між природними процесами та втручанням людей в екосистеми. «Розглядаючи це явище, необхідно враховувати інтеракцію природи та антропогенного впливу, що становить складну картину вуглецевого балансу нашої планети.

Природні джерела вуглецевого сліду включають в себе процеси, що відбуваються без прямого втручання людини. Одним із найважливіших природних джерел є дихання рослин та океанічні процеси. Фотосинтез рослин абсорбує CO_2 з атмосфери, одночасно виділяючи кисень, що створює природний баланс. Океани також володіють важливою роллю у поглибленні CO_2 через абсорбцію, але цей процес може бути порушений через зміни клімату.

Антропогенні джерела вуглецевого сліду виникають внаслідок діяльності людей. Спалювання вуглеводневих палив, таких як вугілля, нафта та газ, вважається основним джерелом викидів CO_2 в атмосферу. Промисловий сектор, транспорт, виробництво енергії та інші людські діяльності є основними винуватцями антропогенного впливу на вуглецевий баланс.

Навіть зміни використання ґрунтів впливають на вуглецевий слід. Дефорестація, або вирубка лісів, призводить до вивільнення великої кількості CO_2 , яке раніше було збережено в деревинах. З іншого боку, здійснення лісових насаджень та відновлення екосистем може вбирати CO_2 , допомагаючи зменшити антропогенний вплив.

Важливо розуміти, що природні та антропогенні джерела вуглецевого сліду взаємодіють і можуть мати непередбачувані наслідки. Зміни в природному середовищі можуть впливати на антропогенні викиди, а втручання людей може призводити до змін у природних процесах.

Управління вуглецевим слідом стає критично важливим завданням для збереження екосистем та регулювання клімату. Зменшення антропогенних викидів, використання відновлювальних джерел енергії та збереження природних екосистем стають ключовими етапами у досягненні балансу між природою та людством. Тільки в гармонії із природою можемо сприяти сталому розвитку та зберегти надбання планети для майбутніх поколінь» [1-15].

РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УКРАЇНИ

2.1 Характеристика геологічної будови

Геологічна будова України є результатом складного і тривалого розвитку Землі. «На її території представлені відкладення різних геологічних епох, починаючи від докембрійського періоду і закінчуючи четвертинним. Основу території України становить Східноєвропейська платформа. Цей фундамент сформувався в докембрійський період в результаті охолодження магми в надрах Землі. Східноєвропейська платформа є однією з найдавніших платформ світу. Вона складається з кристалічних порід, які є дуже міцними і стійкими до руйнування.

Найважливішою частиною геологічної будови України є Карпатська гірська система, яка розташована на заході нашої країни. Вона включає кілька підсистем, таких як Закарпатські, Східні та Західні Бескиди. Ці гори є складчастою гірською системою, яка утворилася в мезозойську еру в результаті зіткнення Євразійської плити з Альпійською плитою. Карпати є молодими горами, які продовжують рости і розвиватися» [16-27].



Рисунок 2.1 – Карпатські гори

Іншим важливим елементом геологічної будови є «Кримська гірська система, які розташовані на півдні України Ці гори є блоковою гірською

системою, яка утворилася в кайнозойську еру в результаті руху земної кори. Кримські гори є більш старими, ніж Карпати, і вони мають менш складну будову



Рисунок 2.2 – Кримські гори

На території України також поширені відкладення осадових порід. Ці відкладення утворилися в результаті накопичення осадів на поверхні Землі. Осадочні породи представлені різноманітними породами, такими як пісковики, глини, вапняки, сланці тощо.

Структура геологічних утворень безпосередньо впливає на розподіл ґрунтів у різних частинах країни. Наприклад, на південному заході утворюються чорноземи, які відіграють ключову роль у сільському господарстві. У південно-східних регіонах глибше вивчаються особливості кам'янистих ґрунтів, їхні властивості та придатність для аграрного використання.

Мінеральні ресурси України пов'язані з її геологічною будовою. У країні є значні запаси нафти, газу, вугілля, залізних руд, марганцевих руд, титанових руд, калійних солей, будівельних матеріалів тощо» [16-27].

2.2. Кліматичні умови

«Територія України лежить у межах двох кліматичних зон:

Лісова зона займає близько 40% території країни. Тут панує помірно континентальний клімат з теплим літом і помірно холодною зимою. Степова зона займає близько 30% території країни. Тут панує помірно континентальний клімат з жарким літом і холодною зимою (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Фізико-географічні зони України

Загалом клімат України помірно континентальний, з нерівномірним розподілом опадів. Середня температура січня становить $-4 - 8\text{ }^{\circ}\text{C}$, липня - $18 - 24\text{ }^{\circ}\text{C}$. Опадів випадає від 500 до 1000 мм на рік.

Клімат України характеризується наступними особливостями: річна амплітуда температур становить $22 - 38\text{ }^{\circ}\text{C}$, опади випадають переважно влітку, зима в Україні м'яка і сніжна на заході країни, і холодна і малосніжна на сході країни, літо в Україні спекотне і сухе на півдні країни, і помірно тепле і вологе на півночі країни. Клімат України змінюється в бік потепління. Середня температура повітря в Україні за останні 100 років зросла на $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Це призвело до зміни режиму опадів, збільшення кількості спекотних днів і зменшення кількості холодних днів. Клімат України має значний вплив на

природні ресурси країни. Наприклад, клімат впливає на родючість ґрунтів, розподіл рослинності, і розмноження тварин» [16-27].

2.3 Рельєф та гідрографія

Рельєф України виявляє надзвичайну різноманітність. «Територія країни представлена різними формами, такими як рівнини, гори та передгір'я. Більше 70% земельного простору України належить до рівнин, що є складовою Східноєвропейської рівнини, однієї з найобширніших рівнин у світі. Рівнини українського ландшафту переважно відзначаються невеликими абсолютними висотами (від 0 до 200 м), а найнижча точка країни розташована на рівні -56 м у Дніпровському водосховищі.

Гори займають близько 25% території України, з найвищою точкою у Карпатах - горою Говерла (2061 м), і в Кримських горах - горою Роман-Кош (1545 м). Передгір'я, що становлять приблизно 5% земельної площі, розташовані на сході та південному сході країни, виступаючи як перехідна зона між рівнинами та горами.

Українські річки налічують понад 70 тисяч, з Дніпром, Дністром, Південним Бугом і Десною серед найдовших. Країна має понад 3 тисячі озер, включаючи Ялпуг, Куяльник та Шацькі озера. Річки України витікають у басейни Чорного та Азовського морів, і характеризуються різноманітністю ландшафту та нерівномірним розподілом стоку. Під час весняного танення снігу річки найповноводніші, а влітку, в період посухи, можуть бути менше води.

Озера України розташовані в різних географічних зонах країни, особливо багато їх у лісостеповій зоні. Їхнє походження різноманітне, включаючи льодовикове, карстове, вулканічне та антропогенне» [16-27].

«Рельєф і гідрографія України мають суттєвий вплив на природні ресурси країни, включаючи розподіл ґрунтів, рослинності та тварин. Гідрографія впливає на розподіл водних ресурсів та розвиток водного транспорту. (рис. 2.4).

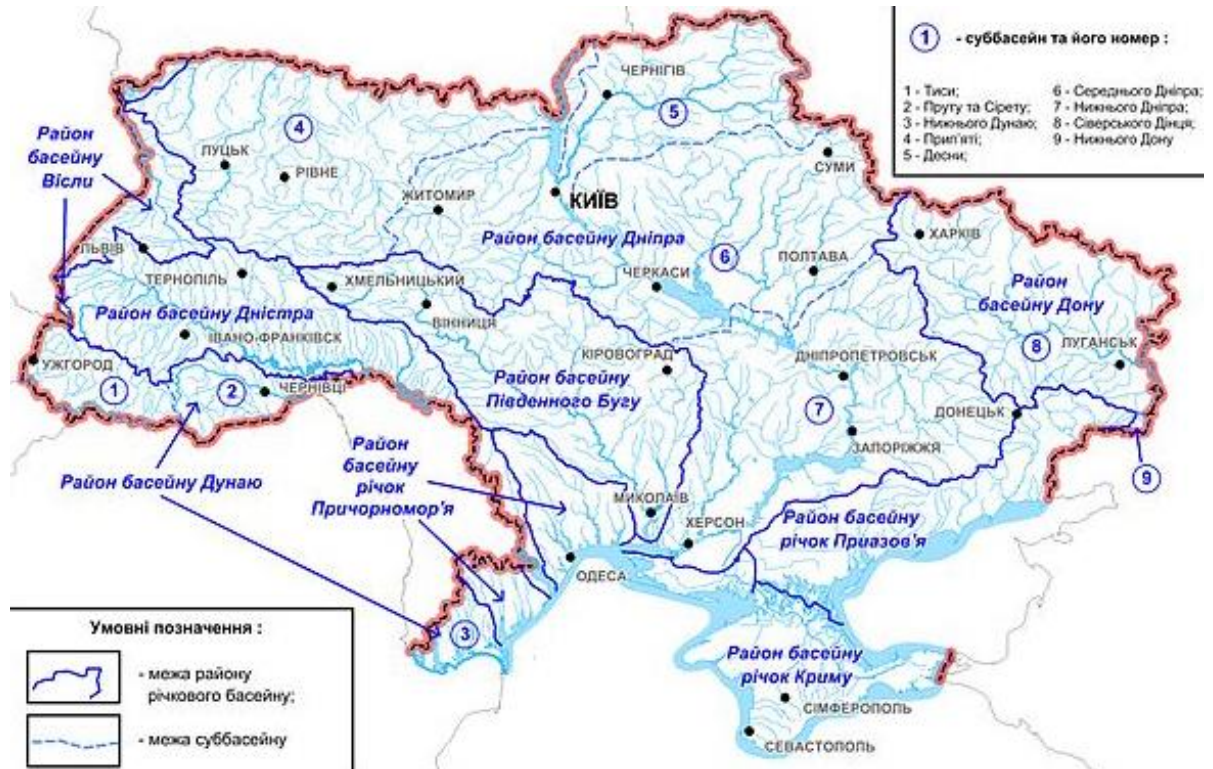


Рисунок 2.4 – Гідрографічне районування України

2.4. Біорізноманіття

Україна є країною з унікальним біорізноманіттям. На її території представлені різні типи природних середовищ, що сприяє розвитку різноманітних видів рослин і тварин.

Рослинність України представлена різними типами рослинних угруповань. На рівнинах переважають чорноземи, які є найбільш родючими ґрунтами в Європі. На цих ґрунтах ростуть ліси, степи, і луки. Ліси займають близько 15% території України. Вони є домом для різноманітних видів дерев, таких як дуб, бук, сосна, і ялина. У лісах України також зустрічаються

чагарники, трави, і гриби. Степи займають близько 25% території України. Вони є домом для різноманітних видів трав'янистих рослин, таких як ковила, типчак, і тонконіг. У степах України також зустрічаються чагарники, і невеликі дерева» [16-27].

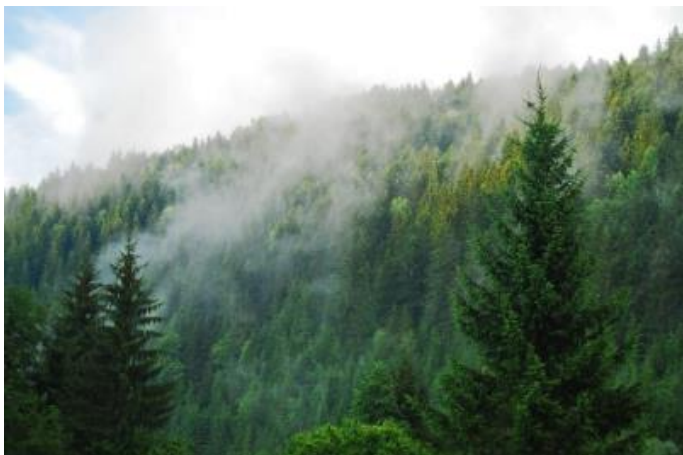


Рисунок 2.5 – Лісова рослинність України



Рисунок 2.6 – Степова рослинність України

Луки займають близько 10% території України. «Вони є домом для різноманітних видів трав'янистих рослин, таких як тимофіївка, райграс, і конюшина. У луках України також зустрічаються чагарники, і невеликі дерева. У горах України також представлені різноманітні типи рослинних угруповань. На нижніх схилах гір ростуть ліси, які поступово змінюються на чагарники, а потім на луки. На вершинах гір зустрічаються лише найстійкіші до холоду рослини» [16-27].

Тваринний світ України також є дуже різноманітним. «У країні мешкають представники всіх класів хребетних тварин. Ссавці є найбільшою групою тварин в Україні. До них належать такі види, як ведмідь, вовк, рись, лось, олень, кабан, і багато інших. Птахи є другою за чисельністю групою тварин в Україні. До них належать такі види, як глухар, тетерев, куріпка, журавель, лелека, і багато інших. Риби є важливою частиною екосистеми України. У водоймах України мешкають такі види, як сом, щука, судак, лящ, лин, і багато інших. Земноводні представлені в Україні такими видами, як жаби, ропухи, і тритони. Рептилії представлені в Україні такими видами, як ящірки, змії, і черепахи. Комахи є найчисленнішою групою тварин в Україні. До них належать такі види, як бджоли, мухи, жуки, бабки, і багато інших» [16-27].

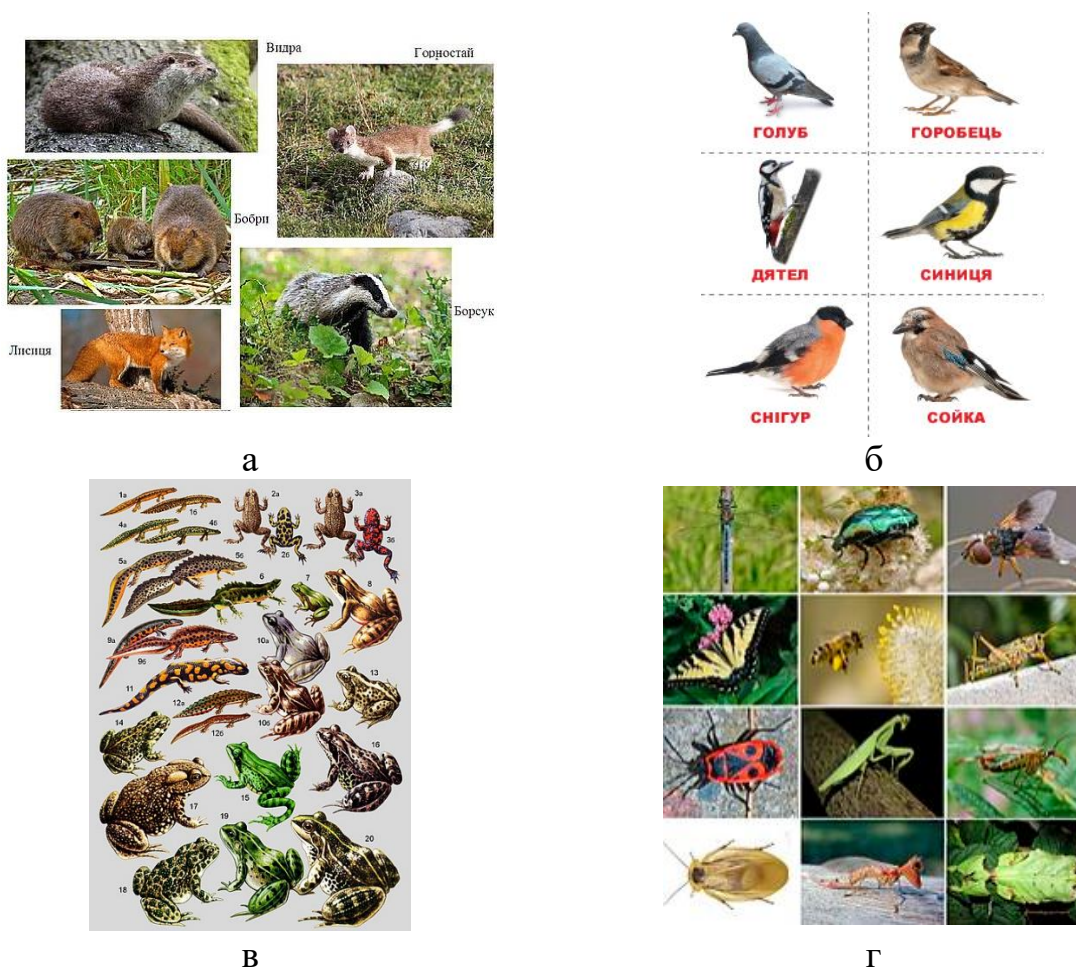


Рисунок 2.7 - Представники тваринного світу України (а- ссавці, б – птахи, в – земноводні, г - комахи

РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ

3.1 Методології оцінки екологічних ризиків

«Оцінка екологічних ризиків вуглецевого сліду є ключовим етапом у здійсненні сталих стратегій та прийнятті ефективних заходів щодо зменшення впливу на навколишнє середовище. Нижче наведені основні методології, які використовуються для проведення оцінки екологічних ризиків:

3.1.1 Життєвий цикл продукції (Life Cycle Assessment, LCA)

Метод Життєвого циклу продукції (Life Cycle Assessment, LCA) є системним підходом для оцінки впливу продукції на навколишнє середовище протягом всього її життєвого циклу – від добування сировини до видалення відходів після закінчення терміну служби. Основна мета LCA полягає в ідентифікації та кількісній оцінці впливу на довкілля різних стадій життєвого циклу продукції.

Оцінка впливу на довкілля зазвичай включає в себе кілька етапів (рис.3.1):

Визначення мети та області застосування: Визначаються цілі LCA і область застосування, включаючи визначення функціональності продукту та обсяг враховуваних впливів» [1-6, 28-35].

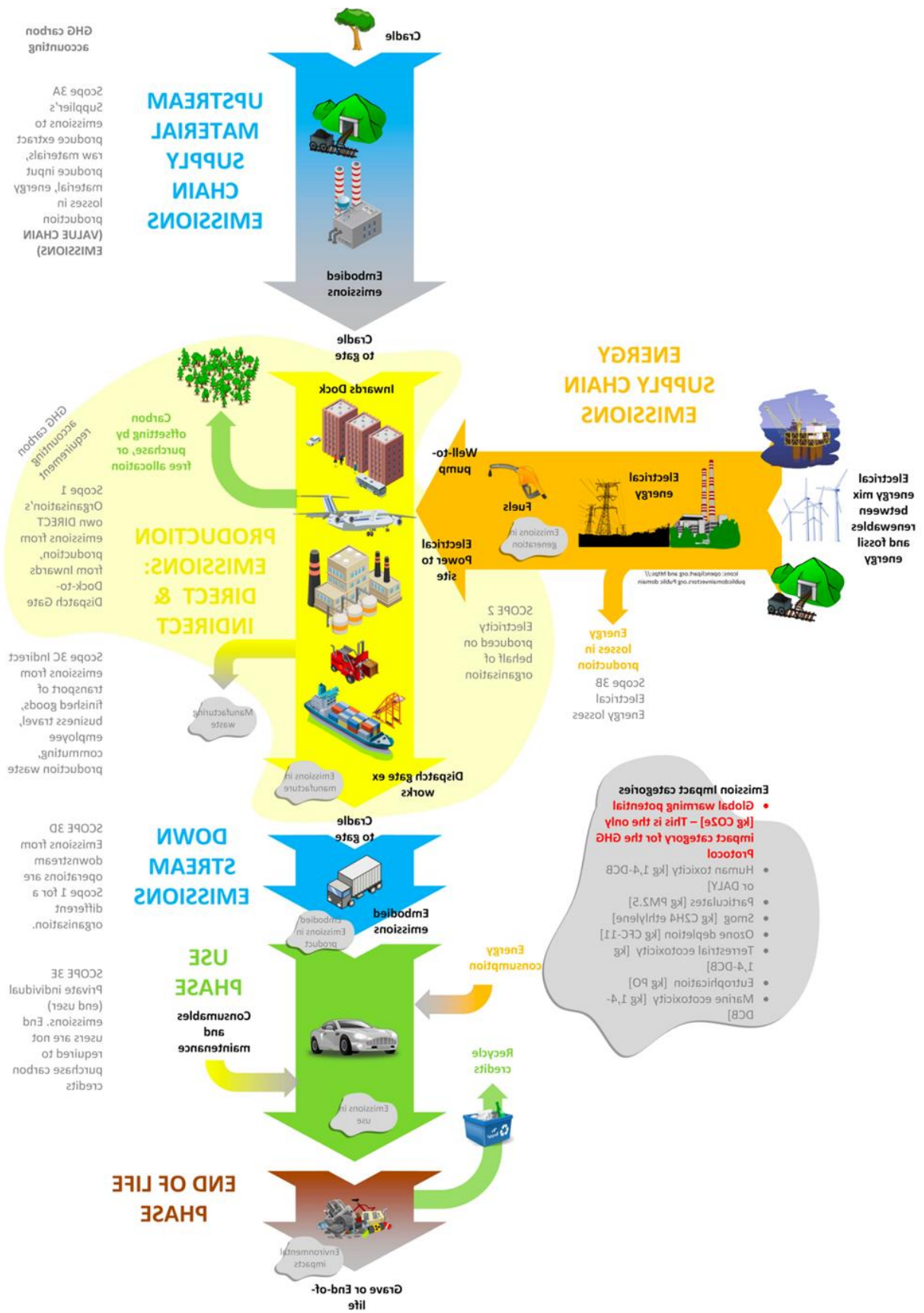


Рисунок 3.1 – Приклад аналізу життєвого циклу та вуглецевого обліку викидів парникових газів

«Життєвий цикл продукції: Визначення всіх етапів життєвого циклу, таких як видобуток сировини, виробництво, транспортування, користування продуктом, та утилізація чи переробка відходів.

Інвентаризація: Збір даних про використання ресурсів, викиди, витрати енергії та інші аспекти, пов'язані з кожним етапом життєвого циклу.

Оцінка впливу: Визначення ефективності використання ресурсів та викидів, враховуючи їхній потенційний вплив на довкілля. Це може включати такі аспекти, як ефект теплого парникового газу, кислотні дощі, споживання води тощо.

Інтерпретація результатів: Розглядання та інтерпретація зібраних даних, щоб зрозуміти головні джерела впливу на довкілля та визначити можливі шляхи покращення.

Метод LCA є потужним інструментом для прийняття рішень на рівні дизайну продукту, виробництва та управління відходами. Він дозволяє компаніям та організаціям розуміти повний вплив їхньої діяльності на навколишнє середовище та розробляти стратегії для зменшення цього впливу» [6-9, 29-30].

3.1.2 Аналіз вразливості та адаптації

«Аналіз вразливості та адаптації є важливим компонентом методу Життєвого циклу продукції (Life Cycle Assessment, LCA) в контексті змін клімату. Цей аспект оцінки дозволяє розглядати не лише вплив продукції на довкілля, але і аналізувати, наскільки системи можуть бути вразливими до змін клімату та як можна пристосуватися до цих змін.

Аналіз вразливості:

Цей етап включає в себе дослідження того, як екосистеми та соціально-економічні системи можуть бути вразливими до впливу змін клімату, які виникають внаслідок конкретного продукту чи процесу. Це може включати

оцінку ризиків, пов'язаних зі змінами в кліматі, такими як збільшення температури, зміни в режимі опадів, підвищення рівня моря та інші.

Адаптаційні стратегії:

На основі результатів аналізу вразливості розробляються стратегії адаптації. Це може включати заходи для зменшення вразливості систем, виявлення та захист критичних інфраструктурних об'єктів, розвиток технологій та методів, що забезпечують стійкість до змін клімату, та інші заходи для забезпечення сталого розвитку.

Сприяння стійкому розвитку:

Мета адаптаційних стратегій полягає в тому, щоб не лише зменшити вразливість до змін клімату, але й сприяти стійкому розвитку екосистем і соціально-економічних систем. Це може включати в себе розвиток нових технологій, створення резервних систем, підвищення свідомості та адаптаційних здатностей спільнот.

Враховання аспектів аналізу вразливості та адаптації в методі LCA дозволяє комплексно розглядати вплив продукції на навколишнє середовище та розвиток, враховуючи не лише поточний стан, але і зміни, які можуть виникнути в майбутньому внаслідок змін клімату» [14-15, 28-33].

3.1.3 Ризик-орієнтована оцінка

«Цей підхід передбачає визначення ризиків та ймовірності їх виникнення, а також визначення потенційних наслідків. Ризик-орієнтована оцінка дозволяє визначити найбільш критичні аспекти вуглецевого сліду та розробляти стратегії їхнього управління. Ризик-орієнтована оцінка включає в себе визначення ймовірності виникнення ризикованих подій та їхніх можливих наслідків на різних етапах життєвого циклу продукції. Йдеться не тільки про кліматичні ризики, а й про інші, пов'язані, наприклад, з постачанням сировини, виробничим процесом, а також використанням та утилізацією продукту (рис. 3.2).

Аналіз ризиків допомагає ідентифікувати потенційні загрози, які можуть впливати на життєвий цикл продукції. Це може бути пов'язано із змінами клімату, надзвичайними ситуаціями, такими як природні катастрофи або політичні нестабільності, а також іншими факторами, що можуть впливати на виробничий процес.

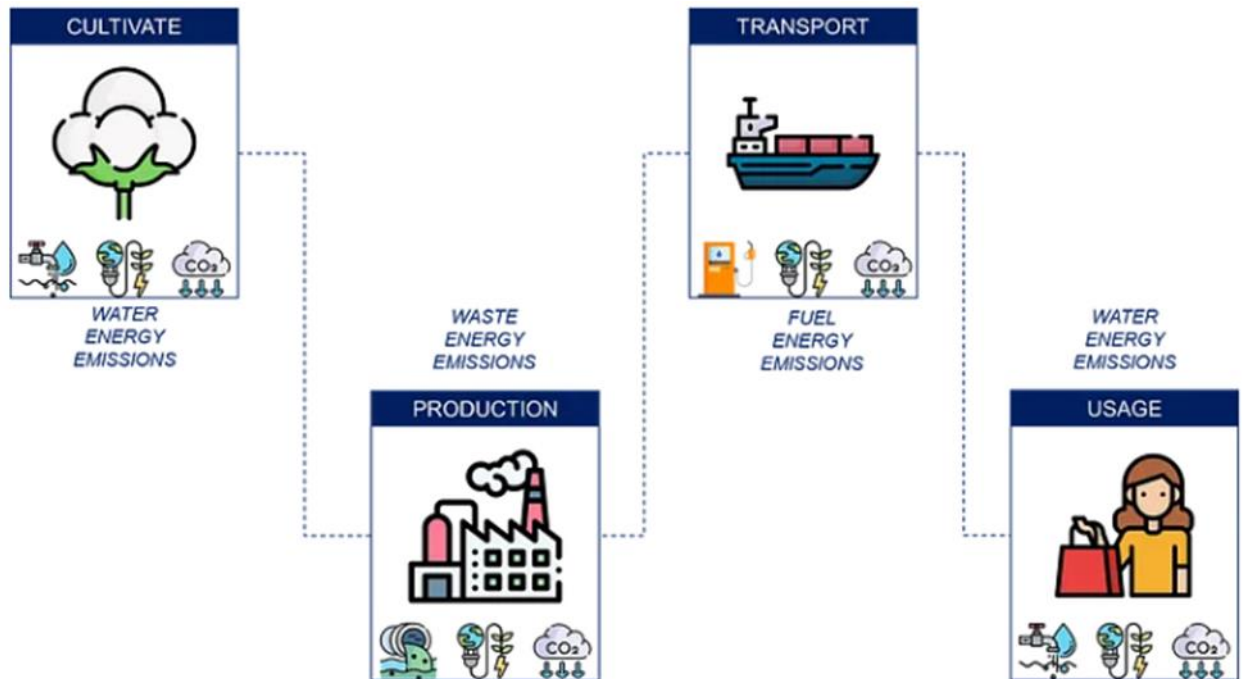


Рисунок 3.2 – Приклад аналізу інвентаризації за спрощеним циклом для оцінки життєвого циклу

На основі ідентифікованих ризиків розробляються стратегії ризик-менеджменту. Це може включати заходи для зменшення ймовірності виникнення ризикованих ситуацій, а також плани для зменшення можливих наслідків в разі їх виникнення. Розробка ефективних стратегій ризик-менеджменту сприяє підвищенню стійкості виробничого процесу та забезпеченню безпеки для навколишнього середовища та споживачів.

Ризик-орієнтована оцінка допомагає спростити процес прийняття рішень, оскільки вона надає комплексний погляд на потенційні небезпеки та дозволяє оцінити їх вплив на весь життєвий цикл продукції. Це надає можливість здійснювати обґрунтовані вибори та приймати рішення, що враховують ризики та можливості.

Ризик-орієнтована оцінка, поєднана із LCA, відображає глибокий розуміння взаємодії між продукцією, ризиками, змінами клімату та здатністю системи адаптуватися до змін. Цей підхід допомагає підвищити стійкість бізнесу та знизити ймовірність негативного впливу на навколишнє середовище та суспільство» [5-6, 29-32].

3.2 Інструменти та програмні засоби для вимірювання вуглецевого сліду

«Для точного вимірювання та аналізу вуглецевого сліду використовуються різноманітні інструменти та програмні засоби. Деякі з найефективніших включають:

3.2.1 Комплексні системи LCA (Life Cycle Assessment)

Системи LCA надають комплексний погляд на вуглецевий слід, охоплюючи всі етапи життєвого циклу виробництва — від видобутку сировини до утилізації. Програми, такі як SimaPro, GaBi, та OpenLCA, дозволяють компаніям детально аналізувати та визначати найбільш вуглецевозберігаючі рішення на кожному етапі виробництва.

3.2.2 Калькулятори вуглецевого сліду

Для споживачів та менших підприємств існують онлайн-калькулятори, які дозволяють оцінити власний вуглецевий слід. Carbon Footprint, Carbon Trust, та інші платформи допомагають індивідам та бізнесам розуміти вплив їхньої поведінки та діяльності на навколишнє середовище.

3.2.3 Блокчейн та технології інтернету речей (IoT)

Використання технологій блокчейн та IoT дозволяє створювати системи для автоматизованого збору та відстеження вуглецевого сліду в реальному часі. Це відкриває можливості для точного моніторингу та автоматизованого керування викидами на різних рівнях виробничого процесу.

3.2.4 Штучний інтелект та аналіз даних

Застосування штучного інтелекту для аналізу великих обсягів даних дозволяє точно визначати патерни та виявляти можливості для оптимізації вуглецевого сліду. Аналітичні платформи, такі як IBM Watson та Microsoft Azure AI, відкривають нові перспективи для розвитку інтелектуальних стратегій сталого виробництва» [10-15].

3.3 Карті і моделі для прогнозування розподілу забруднень

3.3.1 Гіперспектральні карти та зондування Землі

«Використання гіперспектральних карт та даних з супутників дозволяє точно визначати типи забруднень та їхні концентрації на поверхні землі. Це особливо ефективно для виявлення забруднень у водоймах та місцях промислової діяльності.

3.3.2 Карты забруднень повітря та моделі динаміки руху повітря

Моделі динаміки руху повітря, спрямовані на прогнозування розподілу забруднень у повітрі, використовують дані від датчиків та аерозольних карт для точного визначення маршрутів та розподілу забруднюючих речовин.

3.3.3 Картографування забруднень ґрунту за допомогою дронів

Використання дронів для створення карт забруднення ґрунту забезпечує високу просторову роздільність та можливість швидкого оновлення даних. Це дозволяє ефективно виявляти та моніторити зони забруднення.

3.3.4 Моделі штучного інтелекту для прогнозування динаміки забруднень

Застосування штучного інтелекту для аналізу великих обсягів даних дозволяє розробляти моделі прогнозування, враховуючи різноманітні чинники, такі як кліматичні умови, антропогенні діяльності та ефективність екологічних заходів.

3.3.5 Інтерактивні карти для сприяння громадській участі

Створення інтерактивних карт, які надають громаді можливість взаємодії з даними про забруднення, сприяє підвищенню екологічної свідомості та стимулює активну участь у вирішенні проблем забруднення.

Застосування цих методів та інструментів сприяє комплексному вивченню та управлінню вуглецевим слідом, сприяючи розвитку екологічно відповідальних підходів у сфері виробництва та послуг» [12-13, 30-31].

РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В УКРАЇНІ ВНАСЛІДОК ВІЙНИ

Війна в Україні призвела до багатьох негативних наслідків, таких як руйнування цивільної інфраструктури, гуманітарна криза, загибель людей тощо. «Але віна не тільки вплинула на життя людей, а й призвела до руйнування екосистем, забруднення довкілля. Окрім цього війна в Україні призвела до значних викидів парникових газів в атмосферу. Зважаючи на те, що сьогодні людство бореться зі змінами клімату і намагається знизити будь-яке надходження парникових газів в навколишнє середовище, віна в Україні має значний вплив на ці процеси. Тож вплив бойових дій в Україні мають вплив не лише на території нашої держави, але й на весь світ загалом стосовно вуглецевого сліду» [1-15, 28-35].

4.1. Аналіз вуглецевого сліду від бойових дій

Надходження парникових газів внаслідок бойових дій складається з викидів, які:

- утворюються від спалювання викопного палива;
- утворюються від використання боєприпасів;
- утворюються під час зведення фортифікаційних споруд;
- утворюються від виробництва та використання військової техніки .

4.1.1 Вуглецевий слід від спалювання викопного палива

Викопне паливо, будучи ключовим елементом енергетичного забезпечення, має надзвичайно стратегічне значення в контексті військових операцій. «Військові машини, літаки та інші транспортні засоби, використовувані в армійських діях, опираються на це паливо для забезпечення своєї мобільності та ефективності в полі бою. Воно виступає як рушійна сила військової машинерії, дозволяючи здійснювати стратегічні переміщення, ведення бойових дій та забезпечення життєво важливих функцій.

Потреба у викопному паливі виникає не лише в активний період бойових дій, але і під час мобілізації сил, передислокації військ, а також у режимі очікування, коли підтримка військової готовності є важливою. Це споживання палива визначає не тільки бойові можливості, але й здатність забезпечити стабільність та стійкість у військових операціях.

Не лише військова техніка користується викопним паливом; цивільні транспортні засоби, задіяні в операціях, пов'язаних з воєнними діями, також розраховують на це джерело енергії. Аварійні служби, медичні автомобілі, транспорт для евакуаційних місій і відновлення ланцюгів постачання - усі вони в залежності від надійного доступу до палива для ефективного функціонування.

Однак, разом із важливістю викопного палива, виникає його недолік - паливні сховища стають об'єктами можливих атак. Ракети та безпілотники можуть бути використані для здійснення атак з метою знищення або суттєвого ушкодження цих стратегічно важливих об'єктів, що загрожує військовій діяльності та забезпеченню операцій. Враховуючи ці ризики, розвиток та впровадження захисних технологій для паливних сховищ стають необхідністю в стратегії військової безпеки» [1-15, 28-31].

Таким чином, використання викопного палива у військових операціях є ключовим чинником для забезпечення мобільності та ефективності

військових сил. Однак супроводжується воно із викликами, пов'язаними з його безпекою та захистом від можливих атак.

«Для розрахунку надходження парникових газів під час спалювання викопного палива необхідно враховувати як ресурси, які використовує Україна, так і ресурси які використовує рфія. Зведені дані щодо вуглецевого сліду наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Вуглецевий слід від використання викопного палива

Дані	ЗСУ	рф	Разом
Викиди парникових газів за 2022 рік, тон CO _{2екв}	0,9	2,7	3,6
Прямі викиди парникових газів від спалювання палива, тон CO _{2екв}	3,8	11,4	15,2
Очікуване використання палива, метричні тони	1,2	3,6	4,8
Загальні викиди, тон CO _{2екв}	4,7	14,1	18,8

Як ми бачимо, загальний вуглецевий слід від використання викопного палива становить 18, 8 млн. тон CO_{2екв}. З яких лєвова частка, а саме 14, 1 млн. тон CO_{2екв} припадає на російські війська. Це обумовлено більшою кількістю техніки, яку використовує росія. І це не тільки техніка, яка безпосередньо задіяна в бойових діях, але і вся техніка, яка забезпечує постачання палива та продовольства до зони бойових дій» [1-15, 28-31].

4.1.2 Вуглецевий слід від використання боєприпасів

Найбільші показники вуглецевого сліду від використання боєприпасів припадає на етапи виробництва самих боєприпасів та сировини до них. Також необхідно враховувати показники під час використання самих боєприпасів, а це згорання та детонація. «Нажаль, точних даних щодо використання снарядів на сьогодні немає. В той же час аналіз відкритих джерел та звітів дозволяють зробити висновок, що за попередній рік було використано 11 млн снарядів, з яких 2 млн снарядів використала Україна та 9

млн росія. Якщо прийняти, що вага одного снаряду з контейнером становить 8- кг, то загальна вага становить 900 тисяч тон.

Аналіз щодо впливу на глобальне потепління енергетичних матеріалів, які використовуються у вибухових речовина показує, що межі коливання від 5,06 до 42,4 кг CO_{2екв} на один кг матеріалу. В артилерійських снарядах зазвичай використовують 1% флегматизованого парафіну, 39,4 % тротилу та 59,5% гексогену. Таким чином середньозважений плив снарядів цього типу на глобальне потепління буде становити – 7,1 кг CO_{2екв} на 1 кг матеріалу. А вуглецевий слід під час виготовлення артилерійських снарядів становитиме 136 кг CO_{2екв}, сюди входить 75,62 кг CO_{2екв} на виготовлення сталевого корпусу та 60,35 CO_{2екв} на виготовлення вибухової речовини. Під час пострілу утворюється 2,74 кг CO_{2екв}, а під час детонації – 0,19 кг CO_{2екв}.

Таким чином можна припустити, що вуглецевий слід від використання боєприпасів буде становити:

- 1530 тисяч тон CO_{2екв}, які утворюються в процесі виробництва боєприпасів;
- 30 825 тон CO_{2екв}, які утворюються безпосередньо в зоні ведення бойових дій;
- 2 138 тон CO_{2екв}, які утворюються від детонації в місці потрапляння снаряду.

Відповідно, загальний вуглецевий слід буде становити – 1,6 млн тон CO_{2екв}. Але в цей обсяг входять тільки парникові гази, які утворюються від використання артилерійських снарядів. Тому ще потрібно враховувати парникові гази від інших типів боєприпасів. Їх кількість приймається на рівні 30%. Тож, загальна кількість парникових газів від використання боєприпасів становить – 2 млн тон CO_{2екв}.» [1-15, 28-31]

4.1.3 Вуглецевий слід від зведення фортифікаційних споруд

Відомо, що вздовж лінії фронту вже споруджено та споруджуються укріплення різного типу. «В основному, це траншеї різної глибини та ширини. Окрім цього, як укріплення використовують так звані «зуби дракону», різні доти та споруди з залізу та бетону. Загалом, аналіз супутникових знімків показує, що на сьогодні лінія таких фортифікаційних споруд становить – 2 837 км. (рис. 4.1)



Рисунок 4.1 – Розташування фортифікаційних споруд

Військові дії, особливо будівництво польових укріплень, неодмінно призводять до викидів парникових газів (ПГ). Ці викиди обумовлені різними етапами військових операцій, включаючи виробництво та транспортування будівельних матеріалів, руйнування вуглецевих запасів у ґрунті, використання палива в землерийній техніці та майбутні роботи з демонтажу фортифікаційних споруд і відновлення ландшафту.

На перший погляд, основними джерелами викидів є використання великих обсягів пального для землерийної техніки та будівництва. Водночас, важливо враховувати, що у порівнянні з загальним обсягом використання

викопного палива під час війни, таке споживання може здатися невеликим. Наприклад, траншейна машина БТМ-3 може витратити 75 кг пального на годину, але загальне споживання оцінюється менше ніж у 1 000 тонн пального.

До викидів також слід віднести розробку котлованів для укриттів та техніки, що також вимагає додаткових енергетичних витрат. Однак ці викиди, хоч і істотні, знову ж таки, становлять менший внесок у загальний обсяг викидів під час воєнних дій» [1-15, 28-31].

В той же час для спорудження укріплень, окрім техніки використовується багато бетону, деревини та інших будівельних матеріалів. Вуглецевий слід бетону залежить від кількості цементу, який використано в ньому. «Адже, процес виробництва цементу є високоенергетичним і вуглецевим, що призводить до значного викиду парникових газів. Основна частина викидів пов'язана з використанням викопного палива та процесом випалу під час виробництва клінкеру, який є основним компонентом цементу.

Виробництво цементу включає в себе обробку сировини (зазвичай вапняку та глини), її підготовку та обсіпку, випал клінкеру при високій температурі, подрібнення та розмелювання клінкеру для отримання цементу. Кожен з цих етапів вимагає значних енергетичних ресурсів та призводить до викидів CO₂.

Окрім «зубів дракону» використовують різні бетонні конструкції для облаштування вогневих позицій. Данні для розрахунку вуглецевого сліду від облаштування фортифікаційних споруд наведені в табл. 4.2

Таблиця 4.2 – Аналітичні данні для розрахунку вуглецевого сліду від фортифікаційних споруд

Бетон, який було використано для виготовлення «зубів дракона», тон	120 000
Бетон, який було використано для укріплень іншого типу, тон	120 000
Загальний обсяг використаного бетону, тон	240 000
Загальний обсяг використаного бетону, м ³	100 000

Коефіцієнт викидів для бетону, тон/м ³	0,5
Викиди парникових газів від виробництва бетону, тон CO _{2скв}	50 000

Для більш точної оцінки вуглецевих викидів, пов'язаних із будівництвом фортифікаційних споруд, необхідно провести детальну інвентаризацію та аналіз. Це включає в себе ретельне вивчення різних типів фортифікаційних споруд та використаних матеріалів, таких як сталеві укриття та різні сталеві елементи.

Збирання даних про обсяги використаних матеріалів для кожного типу фортифікаційної споруди та особливе увласнене вивчення використання сталі та інших матеріалів є ключовими аспектами цього аналізу. Детальний розгляд уривків ліній укріплень дозволяє визначити параметри кожного укриття та опорного пункту. Засновуючись на отриманих даних, проводиться розрахунок загальної кількості та обсягу використаних матеріалів для всієї системи фортифікаційних ліній.

Тож загальний аналіз зведення фортифікаційних споруд говорить про те, що загальний вуглецевий слід становить близько 0,1 млн тон CO_{2скв}.» [1-15, 28-31]

4.1.4 Аналіз вуглецевого сліду від військової техніки

Виготовлення кожного елемента техніки та обладнання, яке використовується у воєнний час, спричиняє викиди парникових газів внаслідок використання енергії та різних видів сировини. Розпочаття широкомасштабної війни у результаті вторгнення росії в Україну призвело до збільшення поставок військової техніки та необхідності посилення інвестицій у виробництво нового військового обладнання. «З уже доступних звітів видно, що виробництво військової техніки наростає, а промислові підприємства перепрофілюються на виробництво продукції для військового

використання. У зв'язку з цим, оцінка екологічного впливу включає в себе вивчення викидів, пов'язаних з виробництвом цього обладнання.

Виготовлення різних видів техніки вимагає використання конструкційної сталі, легованої сталі, литих матеріалів, легких сплавів, синтетичних матеріалів та інших ресурсів. Зокрема, броня основних бойових танків та іншої бронетехніки формується зі сталі та композитних матеріалів, її маса може становити значну частку, наприклад, 30–50 % від загальної маси танка. Обсяги спожитої енергії, матеріалів та викидів парникових газів, пов'язаних з виробництвом, пропорційні масі виготовленої техніки.

Виготовлення військової техніки представляє собою енерго- та ресурсозатратний процес, який вимагає спеціалізованих виробничих потужностей, слідкуючи за складними міжнародними ланцюгами постачання та використанням корисних копалин, часто рідкісних, видобування й переробка яких також є витратною за рахунок енергії. Підприємства, які здійснюють більше військових замовлень, зазвичай характеризуються значно вищими показниками викидів на одного працівника порівняно з компаніями, які більше спеціалізуються на цивільній продукції. Це вказує на те, що виробництво військової продукції має більш капіталоємний характер, а також свідчить про те, що використання однакової інтенсивності викидів парникових газів для військової і цивільної продукції є консервативним підходом, що, ймовірно, знизить рівень вуглецевих викидів від виробництва військової техніки. Виробництво військової техніки, очевидно, має більший вуглецевий слід, ніж виробництво цивільної техніки та обладнання» [1-15, 28-31].

Для аналізу вуглецевого сліду була врахована лише пошкоджена та знищена техніка (табл. 4.3)

Таблиця 4.3 – Інформація щодо знищеної та пошкодженої техніки та відповідні викиди

Техніка	ти вн ий	«в уг ле	Кількість техніки	Індикативна вага техніки	Викиди, тон
---------	----------------	----------------	----------------------	-----------------------------	----------------

			знищеної	пошкодженої	знищеної	пошкодженої	
Танки	80	480	1468	130	58720	41200	358560
БМП	16	96	703	19	5624	152	33926
Бронетранспортери	28	168	1877	85	26278	1190	159096
Бронеавтомобілі	12	72	287	23	1722	138	10498

Продовження табл. 4.3

Самохідна артилерія	54	324	343	49	9261	1323	57153
РСЗВ	28	168	157	13	21986	182	13406
Автомобілі різного типу	16	96	2178	54	17424	432	105062
Літаки	24	144	137	9	1644	108	9993
Вертольоти	22	122	98	11	1078	121	6613
Кораблі ВМФ	-	-	15	6	19394	6273	123888
Разом	-	-	7592	420	146962	15350	714699

Таким чином загальні викиди парникових газів, які утворюються під час виробництва військової технік можна оцінити на рівні 0.9 млн тон CO_{2екв.} «Слід відмітити, що інтенсивне виробництво військової техніки та боєприпасів посилилось те тільки на території нашої держави та росії, але і на території інших країн. Тому вуглецевий слід від даного процесу вже не локальна, а глобальна проблема.

Отже, загальний аналіз показує, що внаслідок бойових дій утворюється 21,6 млн тон CO_{2екв.} (рис. 4.42). Причому найбільша частка припадає на використання викопного палива. Найменша ж частка – на зведення фортифікаційних споруд.

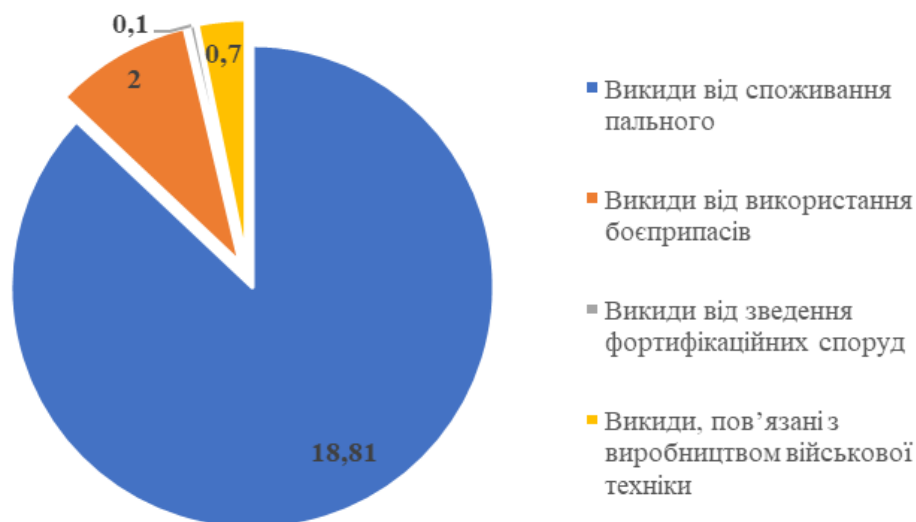


Рисунок 4.2 – Загальний вуглецевий слід від бойових дій

4.2. Аналіз вуглецевого сліду внаслідок пожеж під час війни

Пожежі призводять до вивільнення вуглецю в атмосферу, що сприяє глобальному потеплінню. Вони можуть виникати як через природні фактори, такі як блискавка або пожежонебезпечна погода, так і через людську діяльність, наприклад, підпали, відкрите спалювання сільськогосподарських залишків та технічні несправності обладнання. А також багато пожеж виникає внаслідок воєнних дій під час обстрілів.

Через вторгнення росії на територію України спостерігається значне збільшення пожеж. Через обстріли займаються значні площі лісів, земель сільськогосподарського призначення тощо. Вся ця ситуація ускладнюється ще тим, що через війну іноді неможливо дістатися місця виникнення пожежі та вчасно її загасити або локалізувати. Що в свою чергу призводить до збільшення території, яка горить. Поряд з цим слід відмітити, що значно скоротилась кількість пожеж, які виникали під час відпочинку. Це

пояснюється тим, що багато людей виїхали або змінили місце перебування. Через війну та небезпеку багато людей загалом відмовились від відпочинку на природі. Також слід враховувати, що значна територія ще й досі залишається замінованою» [1-15, 28-31].

Війна в Україні зробила пожежі більш небезпечними та важкими для гасіння. «Руйнування інфраструктури, перебої з електропостачанням, закриття неба для цивільної авіації та відсутність ефективної системи реагування на пожежі на окупованих територіях ускладнюють моніторинг пожеж, а також доступ до ресурсів для їх гасіння. Це призводить до того, що пожежі поширюються на більші площі, завдають більшої шкоди навколишньому середовищу та людським збитків.

Пожежі в природних екосистемах є екологічною катастрофою, яка призводить до втрати біорізноманіття та викидів парникових газів. Обсяг викидів залежить від того, що саме горить. Лісові пожежі, крім дерев, знищують також підстилку та мертву деревину, що призводить до викидів вуглецю, який був захований у цих матеріалах протягом багатьох років.

В той же час, пожежі в лісових масивах призводять до того, що ліс вже не може виконувати свої функції по поглинанню вуглекислого газу. Що в свою чергу впливає на процес зміни клімату.

Для оцінки впливу війн на пожежі територія України була розділена на три зони (рис. 4.3):

- перша зона позначена блакитним кольором становить 66,5% загальної площі України, тут наземні військові операції не проводились;
- друга зона позначена жовтим кольором становить 19,5% від загальної площі, це зона активних бойових дій;
- третя зона позначена червоним кольором і становить 14% загальної площі, це окупована територія» [1-15, 28-31].

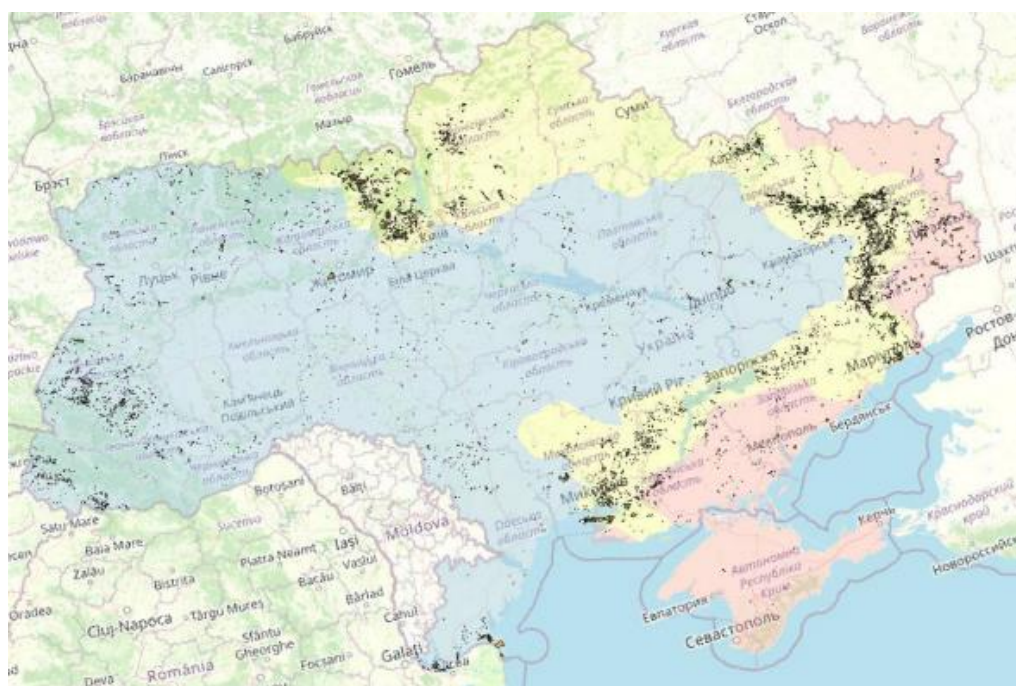


Рисунок 4.3 - впливу війн на пожежі на території України

Дані щодо загальної кількості та площі пожеж по зонах та різних категоріях землекористування наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Пожежі на території України під час війни в перший рік

	Кількість пожеж	Загальна площа пожеж, га	Площа лісових пожеж, га	Площа пожеж на с/г угіддях, га	Площа інших ландшафтних пожеж, га	Площа пожеж на забудованих територіях, га	Площа пожеж на інших категоріях землекористування, га
зона 1	2100	129629	7905	94656	25775	474	819
зона 2	3749	316536	48571	234002	29581	2733	1649
зона 3	439	48926	2405	43057	3222	146	96
Разом	6288	495091	58881	371715	58578	3353	2564

Аналіз даних показує, що найбільшого впливу зазнали землі сільськогосподарського використання – 371,715 га, друге місце займають лісові пожежі – 58,578 га (рис. 4.4).



Рисунок 4.4 – Розподіл пожеж за видами землекористування по зонах

«Для розрахунку викидів, які утворюються під час пожеж використовують формулу:

$$L_f = A * M_b * C_f * G_{ef} * 10^{-3}, \text{ де} \quad (4.1)$$

L_f – загальний обсяг викиду парникових газів, які утворюються внаслідок пожеж, т

A – площа пожеж, га;

M_b – маса біопалива (біомаса, підстилка та мертва деревина), яка доступна для горіння, т/га;

C_f – коефіцієнт горіння;

G_{ef} – коефіцієнт викидів, г/кг згорілої сухої речовини» [1-15, 28-31]

Для розрахунку загальної маси біопалива використовували дані щодо середнього запасу стовбурової деревини по регіонах, що найбільше постраждали від війни – 233 м³/га. Дані по регіонах наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Запаси стовбурної деревини по регіонах

Регіон	Запас стовбурової деревини, м ³ /га	
	листяний	хвойний
Донецька область	159	209
Київська область	22	297
Луганська область	150	202
Херсонська область	85	161
Чернігівська область	230	354
Запорізька область	73	133
Харківська область	248	305
Сумська область	269	341
Середнє значення	180	250
Розрахункове середнє значення	233	

«Для розрахунку викидів парникових газів, які утворилися внаслідок пожеж використовували наступні коефіцієнти:

- CO₂ – 1569 г/кг сухої речовини, що згоріла;
- CH₄ – 4,7 г/кг сухої речовини, що згоріла;
- N₂O – 0,26 г/кг сухої речовини, що згоріла» [1-15, 28-31].

Остаточні коефіцієнти викидів CO_{2екв} в тонах на один га земель, що постраждали через пожежі внаслідок війни наведені в табл. 4.6

«Таблиця 4.6 – Коефіцієнти викидів для різних категорій пожеж та земель

Категорія землі та тип пожежі	Коефіцієнт викидів, тон CO _{2екв} /га
Ліси – верхові пожежі	275
Ліси – низові пожежі	18
Земля с.г. призначення	11
Інша природна територія/ландшафт	7
Забудовані території	792

Загальні викиди парникових газів в перерахунку на CO_{2екв} наведені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Загальні викиди парникових газів в перерахунку на CO_{2екв}

	Кількість пожеж	Разом тон CO _{2екв}	Лісові пожежі, тон CO _{2екв}	Пожеж на с/г угіддях, тон CO _{2екв}	Ландшафтні пожежі, тон CO _{2екв}	Пожежі на забудованих територіях, тон CO _{2екв}
зона 1	2100	3290403	1666714	1067909	180424	375356
зона2	3749	15252184	10240247	2640011	207066	2164860
зона 3	439	1130666	507076	485769	22557	115264
Разом	6288	19673253	12414037	4193689	410047	2655480

Як бачимо, загальна кількість парникових газів, яка утворилась через пожежі внаслідок війни становить 19673253 тон CO_{2екв}. Аналіз показує, що найбільша кількість парникових газів утворилась в зоні 2, та становить 15252184 тон CO_{2екв}, найменша кількість в зоні 3 – 1130666 тон CO_{2екв}. (рис. 4.5).

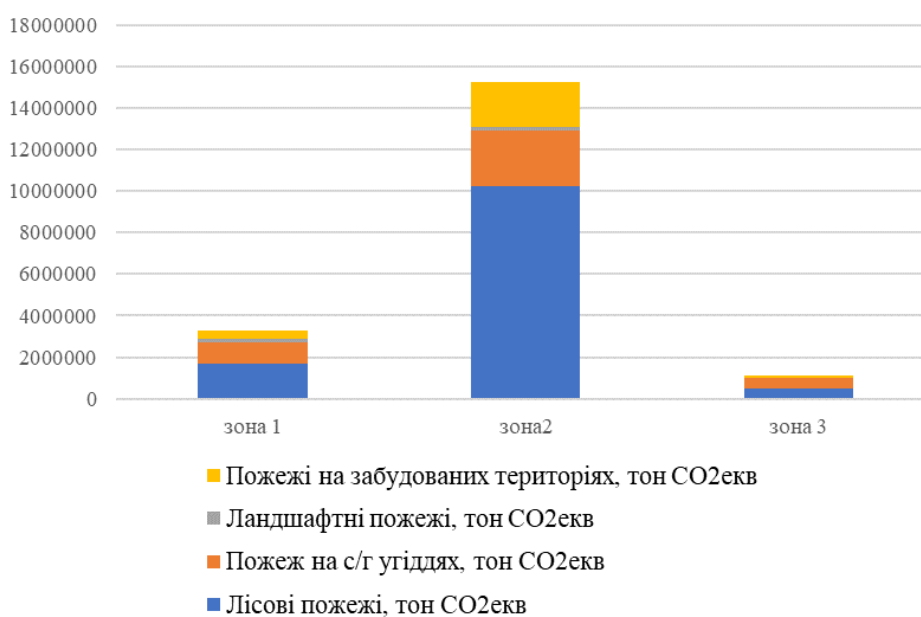


Рисунок 4.5 – Вуглецевий слід пожеж по зонах

В той же час, аналіз по категоріям земель різного використання свідчить, що значна частка парникових газів потрапила у навколишнє середовище від лісових пожеж, що становить 63%. Це пояснюється значною кількістю біопалива, яке наявне в лісових екосистемах. Найменша кількість парникових газів утворилась під час ландшафтних пожеж і становить 2 % (рис. 4.6)



Рисунок 4.6 – Відсоткове співвідношення парникових газів, утворених внаслідок пожеж

Якщо порівняти ці данні з довоєнним періодом то можна зробити висновок, що внаслідок війн в навколишнє середовище додатково потрапила 17.7 млн тон CO₂екв» [1-15, 28-31]

4.3. Аналіз вуглецевого сліду біженців та ВПО

Повномасштабне вторгнення росії в України спричинило переміщення великої кількості людей. «Загалом всіх біженців можна поділити на дві категорії, це люди які виїхали за межі нашої країни, та ті, що змінили своє місце проживання.

Для оцінки вуглецевого сліду, який утворюється біженцями та ВПО необхідно врахувати автотранспорт, який використовують люди для переміщення та нормативні показники викидів парникових газів на людино-кілометр.

Також слід зазначити, що на міграції людей впливає декілька факторів, таких як деокупація територій та можливість повернення в свої оселі, місце перебування за кордоном. Слід враховувати, що значна кількість населення все ще перебуває за кордоном, але має родичей які залишились в Україні. І вони час від часу повертаються щоб навідати їх. Зважаючи на все це, встановлено, що кількість парникових газів утворених через переміщення:

- внутрішньо переміщених осіб становить – 0,09 млн тон CO_{2екв};
- міжнародних біженців становить – 0,74 млн тон CO_{2екв};
- транспорт, який повертається порожній – 0,74 млн тон CO_{2екв};
- повернення біженців – 0,20 млн тон CO_{2екв};
- тимчасове повернення біженців – 0,69 млн тон CO_{2екв}.

Отже, загальна кількість парникових викидів, яка утворилась становить 2.46 млн тон CO_{2екв}» [1-15, 28-31]

4.4. Аналіз вуглецевого сліду внаслідок руйнування цивільної інфраструктури

Через війну значної шкоди зазнала цивільна інфраструктура в Україні. Деякі будівлі зруйновані частково, деякі знищені вщент. «В той же час, на деяких територіях вже проводяться роботи по відновленню. Поряд з цим, будь які роботи по відновленню призводять до утворення значної кількості парникових газів. Так як для відновлення необхідна значна кількість будівельних матеріалів (цемент, асфальт, сталь). Окрім цього транспортування цих матеріалів до будівельних майданчиків також потребує

значної кількості енергії. Все це призводить до значного збільшення викидів парникових газів» [1-15, 28-31].

Аналіз даних показує, що значна частка – 48% парникових газів буде утворена внаслідок відбудови будівель, що становить 24 млн тон $\text{CO}_{2\text{екв}}$. Майже однаковий розподіл утворених викидів від відбудови транспорту та інфраструктури (13, млн тон $\text{CO}_{2\text{екв}}$) та промисловості і комунальних об'єктів (13,2 млн тон $\text{CO}_{2\text{екв}}$), що становить 26 % (рис. 4.7).

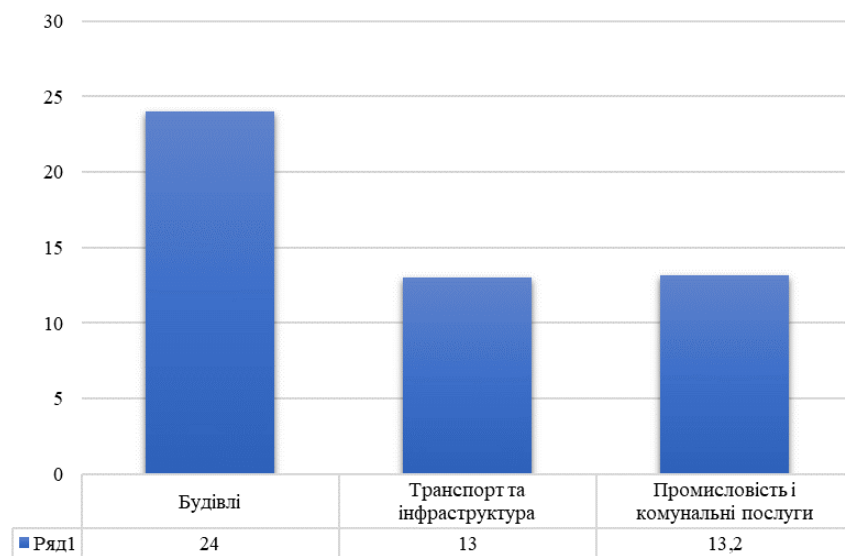


Рисунок 4.7 – Розподіл викидів внаслідок відбудови цивільної інфраструктура по різних секторах, млн тон $\text{CO}_{2\text{екв}}$.

4.5. Еколого-економічна оцінка вуглецевого сліду в Україні внаслідок війни

«Вже майже два роки триває війна в Україні. За цей час було пошкоджено багато житлових кварталів, а також руйнації зазнали промислові об'єкти та об'єкти цивільної інфраструктури. В першу чергу з точки зору кліматичних змін війна впливає саме на Україну, але поряд з цим значного впливу зазнають і інші країни» [1-15, 28-31]. Перш за все це пов'язано з переміщенням чисельних біженців, по-друге це пов'язано зі

збільшенням виробництва зброї. Тож зведені дані щодо різних секторів впливу наведені в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Загальні викиди парникових газів внаслідок війни в Україні

Сектор	Викиди CO ₂ екв. за перший рік війни, млн тон
Бойові дії	21,6
Пожежі	17,7
Біженці та ВПО	2,7
Відбудова цивільної інфраструктури	50,2
Разом	92,2

Як ми бачемо, найбільша кількість парникових газів утворюються внаслідок відбудови цивільної інфраструктури, що становить майже половину всіх викидів – 50,2 млн тон CO₂екв.. Трохи більше 20% припадає на бойові дії, а надходження парникових газів становить на рівні 19%. Найменшу частку становлять викиди, які утворюються внаслідок переміщення осіб (рис. 4.8).

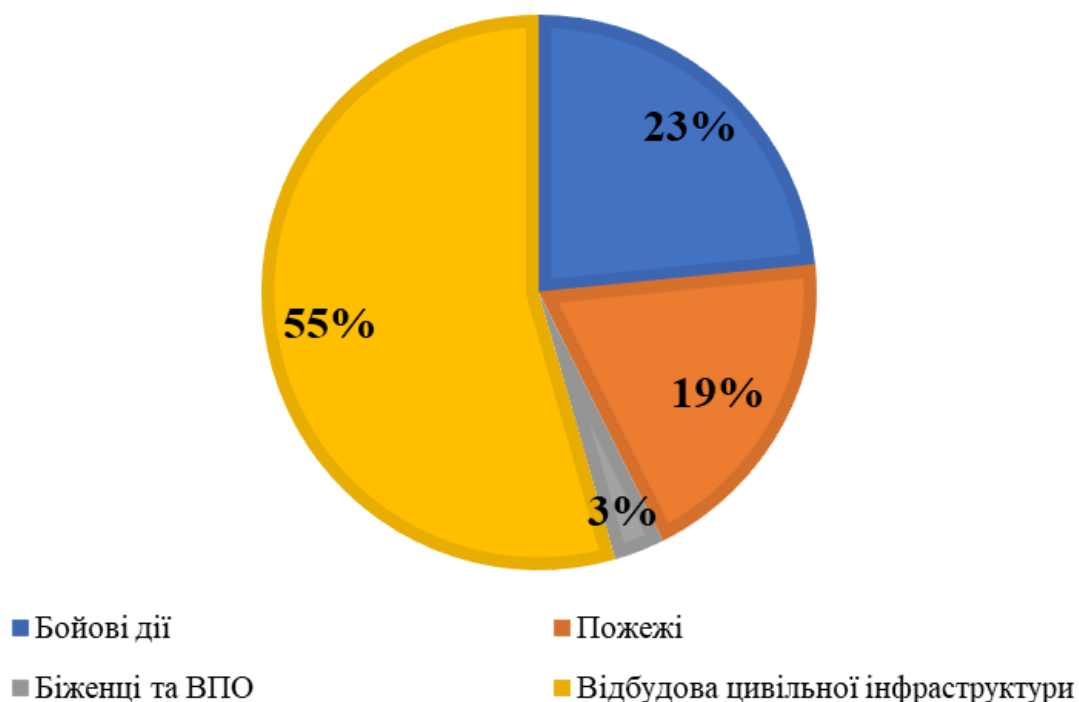


Рисунок 4.8 – Дольова частка викидів парникових газів по секторам, %

На сьогодні конкретних ставок для розрахунку збитків саме по $\text{CO}_{2\text{екв}}$ не встановлені. В той же час, в Україні діє екологічний податок на викиди парникових газів, який на сьогодні становить 30 грн за тону.

Тож, якщо врахувати саме цей показник, то вуглецевий слід внаслідок війни в грошовому еквіваленті становитиме:

- Бойові дії: $21,6 \text{ млн тон} * 30 \text{ грн} = 648 \text{ млн грн}$.
- Пожежі: $17,7 \text{ млн тон} * 30 \text{ грн} = 531 \text{ млн грн}$.
- Біженці та ВПО: $2,7 \text{ млн тон} * 30 \text{ грн} = 81 \text{ млн грн}$.
- Відбудова цивільної інфраструктури: $50,2 \text{ млн тон} * 30 \text{ грн} = 1,50 \text{ мрд грн}$.
- Разом: $92,2^* \text{ млн тон} * 30 \text{ грн} = 2,766 \text{ мрд грн}$.

Тож, як ми бачимо на сьогодні вуглецевий слід України внаслідок війни в грошовому еквіваленті становить майже три мільярди гривень.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Мінна безпека та поводження з вибуховими речовинами

Міни та інші вибухові пристрої є одними з найнебезпечніших видів зброї. Вони можуть завдати значних збитків життю та здоров'ю людей, а також матеріальним цінностям. «Тому питання мінної безпеки та поводження з вибуховими речовинами є надзвичайно важливим. Мінна безпека та поводження з вибуховими речовинами стають важливою складовою сучасного суспільства, яке прагне забезпечити безпеку та розвиток для кожного.

В наш час коли йде війна, мінна безпека стає завданням вищого порядку. Важливою частиною цього питання є розробка та впровадження новітніх технологій та методів виявлення та нейтралізації вибухових пристроїв. Роботи з розмінування та безпекові інновації стають ключовими компонентами стратегій безпеки.

Велика увага також приділяється освіті та інформаційній кампанії щодо небезпек використання мін та вибухових речовин. Заохочення вивчення та викладання навичок безпеки у школах і громадах допомагає створити свідоме суспільство, готове реагувати на загрози та діяти в екстремальних ситуаціях.

Розвиток міжнародного співробітництва є необхідною передумовою для ефективного вирішення проблем мінної безпеки. Обмін досвідом, технічною підтримкою та спільними зусиллями у сфері досліджень сприяють створенню універсальних стратегій та норм, які забезпечують безпеку для всього світу» [32-33].

Важливим аспектом є також забезпечення допомоги постраждалим від мін, включаючи реабілітацію та соціальну підтримку. «Зусилля спрямовані на відновлення життя та надання можливостей для людей, що потрапили під вплив вибухових приладів, є невід'ємною частиною стратегії мінної безпеки.

Мінна безпека та поводження з вибуховими речовинами - це виклик, який суспільство повинне приймати серйозно та вирішувати із відповідальністю. Лише через спільні зусилля, технологічний прогрес та освіту ми зможемо забезпечити безпеку та захистити майбутнє від невизначених небезпек.

Поведінка з вибуховими речовинами - це сукупність дій, які необхідно виконувати для забезпечення безпечного зберігання, транспортування та використання вибухових речовин. До цих дій відносяться:

- дотримання вимог нормативно-правових актів щодо зберігання, транспортування та використання вибухових речовин;
- забезпечення належного стану місць зберігання і транспортування вибухових речовин;
- використання вибухових речовин тільки за призначенням.

Основним заходом щодо запобігання замінування об'єктів і територій є їх обстеження спеціально навченими фахівцями. Обстеження проводиться за допомогою технічних засобів виявлення мін та інших вибухових пристроїв» [32-33].



Рисунок 5.1 – Мінна безпека – основні правила

5.2 Виявлення і знешкодження мін та інших вибухових пристроїв

Виявлення і знешкодження мін та інших вибухових пристроїв є складним і небезпечним завданням. «Воно виконується спеціальними групами піротехніків.

При виявленні міни або іншого вибухового пристрою необхідно негайно повідомити про це в відповідні органи. До прибуття фахівців необхідно забезпечити безпечну зону навколо виявленого пристрою.

У разі виявлення міни або іншого вибухового пристрою необхідно дотримуватися таких правил:

- не підходити до пристрою і не торкатися його;
- не намагатися знешкодити пристрій самостійно;
- повідомити про виявлений пристрій в відповідні органи;
- забезпечити безпечну зону навколо виявленого пристрою» [32-33].



ПФМ-1 ТА ПФС-1С

ПФМ – протипіхотна фугасна міна.

ПФС – протипіхотна фугасна, що самоліквідується

Можуть зустрічатися у місцях нанесення ударів з систем залпового вогню

- | | |
|--------------------------------|---|
| • Корпус пластмасовий | • Міни бувають зеленого та коричневого кольорів |
| • Розмір 11*6*2 см | • Має натискну дію та механізм самоліквідації |
| • Міна дистанційного мінування | • Сила спрацювання від 5 кг |

КАТЕГОРИЧНО ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ ПІДХОДИТИ ТА ЗРУШУВАТИ З МІСЦЯ МІНУ, А ТАКОЖ – ПРОВІДИТИ БУДЬ-ЯКІ ДІЇ!

Рисунок 5.2 – Характеристика ПФМ-1 та ПФС-1С



МОН – 50

МОН – міна осколкова направленої дії, протипіхотна.

- Корпус пластмасовий
- Має датчики у вигляді розтяжки
- Зусилля спрацювання 3.5 кг

Може встановлюватися в керованому та некерованому вигляді

КАТЕГОРИЧНО ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ ПІДХОДИТИ ТА ЗРУШУВАТИ З МІСЦЯ МІНУ, А ТАКОЖ ПРОВОДИТИ БУДЬ-ЯКІ ДІЇ!

Рисунок 5.3 – Характеристика МОН-50



АВІАЦІЙНІ БОМБИ

Призначені для ураження живої сили, броньованої та легкоброньованої техніки, майна, складів противника.

- Характерні ознаки:
 - ◇ Великого розміру
 - ◇ Мають стабілізатори
 - ◇ Мають підвісні засоби
- Корпус металевий
- Мають вибухники сповільненої дії
- Зустрічаються бомби вагою 50, 100, 250, 500 кг

КАТЕГОРИЧНО ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ ПІДХОДИТИ, ПРОВОДИТИ БУДЬ-ЯКІ РОБОТИ НА ДІЇ ЩО МОЖУТЬ СПРИЧИНИТИ СПРАЦЮВАННЯ ВИБУХНИКА!

Рисунок 5.4 – Характеристика авіаційних бомб

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Отже, проведені розрахунки та аналіз свідчать, що найбільша кількість парникових газів утворюються внаслідок відбудови цивільної інфраструктури, що становить майже половину всіх викидів – 50,2 млн тон CO_{2екв}. Трохи більше 20% припадає на бойові дії, а надходження парникових газів становить на рівні 19%. Найменшу частку становлять викиди, які утворюються внаслідок переміщення осіб.

2. В той же час встановлено, що:

- загальний вуглецевий слід від використання викопного палива становить 18, 8 млн. тон CO_{2екв};
- загальна кількість парникових газів від використання боєприпасів становить – 2 млн тон CO_{2екв};
- аналіз зведення фортифікаційних споруд говорить про те, що загальний вуглецевий слід становить близько 0,1 млн тон CO_{2екв};
- загальний аналіз показує, що внаслідок бойових дій утворюється 21,6 млн тон CO_{2екв}.

3. Значна частка парникових газів, утворюється через пожежі внаслідок війни і становить 19673253 тон CO_{2екв}. Аналіз показує, що значна частка парникових газів потрапила у навколишнє середовище від лісових пожеж, що становить 63%. Це пояснюється значною кількістю біопалива, яке наявне в лісових екосистемах. Найменша кількість парникових газів утворилась під час ландшафтних пожеж і становить 2 %. В порівнянні з довоєнним періодом в навколишнє середовище додатково потрапила 17.7 млн тон CO_{2екв}.

4. Визначено кількість парникових газів, які утворилися внаслідок переміщення:

- внутрішньо переміщених осіб – 0,09 млн тон CO_{2екв};

- міжнародних біженців – 0,74 млн тон CO_{2екв};
- транспорт, який повертається порожній – 0,74 млн тон CO_{2екв};
- повернення біженців – 0,20 млн тон CO_{2екв};
- тимчасове повернення біженців – 0,69 млн тон CO_{2екв}.

Загальна кількість парникових викидів, яка утворилась становить 2.46 млн тон CO_{2екв}.

5. Встановлено, що значна частка – 48% парникових газів буде утворена внаслідок відбудови будівель, що становить 24 млн тон CO_{2екв}. Майже однаковий розподіл утворених викидів від відбудови транспорту та інфраструктури (13, млн тон CO_{2екв}.) та промисловості і комунальних об'єктів (13,2 млн тон CO_{2екв}.), що становить 26 %

6. Розраховано, що на сьогодні вуглецевий слід України внаслідок війни в грошовому еквіваленті становить майже три мільярди гривень.

Виходячи з того, що найбільша частина парникових газів утворюється під час відбудови постраждалої інфраструктури пропонуємо:

- ще на стадії проектування визначати «життєвий цикл» матеріалів, та визначати їх вуглецевий слід;
- використовувати для відбудови «зелені технології», а також впроваджувати енергоефективні та енергоощадні технології;
- під час відбудови інфраструктури надавати перевагу низьковуглецевим технологія та матеріалам, які мають менший «вуглецевий слід»;
- надавати перевагу у використанні матеріалам місцевого виробництва для розвитку локальним ланцюгів постачання, збільшення робочих місць та скорочення вуглецевого сліду.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ленард де Клерк, М. Шлапак, А. Шмурак, О. Михайленко, О. Гасан-Заде, А. Кортуїс, Є. Засядько. - Звіт з впливу російської війни в Україні на клімат(2023). - <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/07/vplyv-ros-viyny-na-klimat-2023.pdf>
2. Climate Damage caused by Russia's war in Ukraine. <https://en.ecoaction.org.ua/climate-damage-caused-by-russiaswar.html>
3. Brett Clark, Andrew K. Jorgenson & Jeffrey Kentor (2010), Militarization and Energy Consumption, International Journal of Sociology, 40:2, 23-43, DOI: 10.2753/IJS0020-7659400202
4. War changes everything: Russia after Ukraine, edited by Marc Ozawa, <https://www.ndc.nato.int/news/news.php?icode=1798>
5. Ukraine. 2022 National Inventory Report (NIR), <https://unfccc.int/documents/476868>
6. Департамент навколишнього середовища, продовольства та сільських справ Сполученого Королівства — коефіцієнти викидів «від свердловини до бака» (тобто попередні) для палива “Conversion factors 2022: full set (for advanced users)” <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gasreporting-conversion-factors-2022>
7. Ukraine finally launches domestic ammunition production. How will this impact the war? <https://euromaidanpress.com/2023/01/10/ukraine-finally-launches-domestic-ammunition-production-how-will-this-impact-the-war/>
8. Magnus Sparrevik, Simon Utstøl, Assessing life cycle greenhouse gas emissions in the Norwegian defence sector for climate change mitigation, Journal of Cleaner Production, Volume 248, 2020,

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119196>,

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619340661>.

9. Carbon Dioxide Emissions Associated with the Manufacturing of Tractors and Farm Machinery in Canada,

https://www.researchgate.net/publication/222979796_Carbon_Dioxide_Emissions_Associated_with_the_Manufacturing_of_Tractors_and_Farm_Machinery_in_Canada

10. Carbon Brief. Two degrees: The history of climate change's speed limit [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http:// www.carbonbrief.org/two-degrees-the-history-of-climatechanges-speed-limit](http://www.carbonbrief.org/two-degrees-the-history-of-climatechanges-speed-limit).

11. The environmental impacts of the UK military sector, <https://www.sgr.org.uk/publications/environmental-impacts-uk-military-sector>

12. <https://data.unhcr.org/en/situations/ukraine>, accessed 21 April 2023

13. Stuart Parkinson, Scientists for Global Responsibility (SGR) with Linsey Cottrell, Conflict and Environment Observatory (CEOBS).

14. Estimating the Military's Global Greenhouse Gas Emissions, <https://www.sgr.org.uk/publications/estimating-military-s-globalgreenhouse-gas-emissions>

15. Magnus Sparrevik, Simon Utstøl, Assessing life cycle greenhouse gas emissions in the Norwegian defence sector for climate change mitigation, Journal of Cleaner Production, Volume 248, 2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619340661>

16. Фізична географія України. За редакцією В.П. Бойка. Київ: Вища школа, 2022.

17. Бойко, В.П. (2022). Природні умови та ресурси України. В кн.: Географія України. Фізична. За редакцією С.Г. Шумського, Л.О. Похиленко. Київ: ВЦ "Академія", с. 16-29.

18. Гаврилюк, О.О. (2022). Геоморфологічна структура та рельєф України. В кн.: Географія України. Фізична. За редакцією С.Г. Шумського, Л.О. Похиленко. Київ: ВЦ "Академія", с. 30-45.

19. Завальнюк, О.В. (2022). Клімат України. В кн.: Географія України. Фізична. За редакцією С.Г. Шумського, Л.О. Похиленко. Київ: ВЦ "Академія", с. 46-61.
20. Клименко, М.П. (2022). Водні ресурси України. В кн.: Географія України. Фізична. За редакцією С.Г. Шумського, Л.О. Похиленко. Київ: ВЦ "Академія", с. 62-77.
21. Кравченко, О.М. (2022). Поверхневі води України. В кн.: Географія України. Фізична. За редакцією С.Г. Шумського, Л.О. Похиленко. Київ: ВЦ "Академія", с. 78-93.
22. Мельник, В.О. (2022). Почви України. В кн.: Географія України. Фізична. За редакцією С.Г. Шумського, Л.О. Похиленко. Київ: ВЦ "Академія", с. 94-109.
23. Пілюшенко, В.О. (2022). Рослинний покрив України. В кн.: Географія України. Фізична. За редакцією С.Г. Шумського, Л.О. Похиленко. Київ: ВЦ "Академія", с. 110-125.
24. Скрипник, О.А. (2022). Тваринний світ України. В кн.: Географія України. Фізична. За редакцією С.Г. Шумського, Л.О. Похиленко. Київ: ВЦ "Академія", с. 126-141.
25. Географічна енциклопедія України. Том 1: А-Й. (1989). Київ: Головне редакційно-видавниче управління "Українська радянська енциклопедія".
26. Гідрографічна характеристика України. Державна служба гідрометеорології України. URL: <http://www.meteo.gov.ua/ua/33346/>
27. Кліматична характеристика України. Український гідрометеорологічний центр. URL: <http://www.ukrmeteo.com/klimat/klimat-dnepr.php>
28. S. V. Zibtsev, O. M. Soshenskyi, V. V. Humeniek, V. A. Koren (2019), Long term dynamic of forest fires in Ukraine, Ukrainian Journal of Forest and Wood Science, 10(3):27-40, <https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u184/13113-29360-1-sm1.pdf>

29. Еколого-економічні наслідки війни в Україні. - Звіт центру екологічної політики та права. (2023).
30. Вплив війни в Україні на глобальну енергетичну систему. – Звіт Міжнародного енергетичного агентства. (2023).
31. Екологічні наслідки війни в Україні для Чорноморського регіону. - Програма ООН з навколишнього середовища. (2023).
32. Мінова безпека: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За редакцією В.В. Гуцала, О.В. Кузьменка. Київ: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", 2022.
33. Мінова безпека: Навчальний посібник. За редакцією В.В. Гуцала, О.В. Кузьменка. Київ: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", 2022.