



ЗГУРОВСЬКИЙ
Михайло Захарович —
академік НАН України

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТІВ У ГЛОБАЛЬНОМУ ВИМІРІ

Від початку ХХІ ст. збройні конфлікти спричинили безпрецедентну деградацію довкілля, особливо в Африці, на Близькому Сході та у Східній Європі (Україна). Головні наслідки, пов'язані з руйнуванням лісів, втратою біорізноманіття, забрудненням води, підвищенням рівня викидів CO₂, наближають екосистеми до критичних меж. Розраховані у статті значення індексів екологічної деградації (EDI = 9,48), екологічного сліду (EF = 8 695 000 га) та стійкості екосистем (ERI = 0,09) свідчать про наростання воєнних і екологічних криз у світі з горизонтом до 2050 р., а саме: виснаження ресурсів, масові міграції та колапс екосистем. Ці тенденції корелюють з висновками сформульованої у статті гіпотези «Конфлікт ХХІ століття», яка, на жаль, підтверджується реальними даними за 2000—2023 рр., отриманими з аналітичних центрів Uppsala Conflict Data Program та Conflict Barometer від Heidelberg Institute for International Conflict Research. Для унеможливлення незворотних наслідків для людства необхідно негайно вжити глобальних заходів, спрямованих на упередження та запобігання збройним конфліктам, а також зосередити зусилля на відновленні екосистем.

Ключові слова: збройні конфлікти, деградація довкілля, біорізноманіття, відновлення екосистем, індекс екологічної деградації, екологічний слід, індекс стійкості екосистем.

Війни та збройні конфлікти є одними з найбільш руйнівних чинників, що впливають на екологічну безпеку, ставлячи під загрозу здоров'я людей, біорізноманіття та виживання глобальної екосистеми. Воєнні дії зазвичай супроводжуються негативними екологічними наслідками, такими як забруднення повітря, ґрунту і води токсичними хімічними речовинами, руйнування природних ландшафтів і деградація ґрунтів унаслідок бомбардувань, обстрілів, мінування територій, значне скорочення лісових масивів тощо. Крім того, знищення промислових об'єктів, нафтових резервуарів, гідроелектростанцій, загрози для АЕС створюють надзвичайні екологічні ризики, які впливають на локальну і глобальну безпеку.

Особливу загрозу становить використання хімічної, біологічної та ядерної зброї, яка здатна завдати непоправної шкоди довкіллю на десятиліття чи навіть на століття. Наслідки цих дій мо-

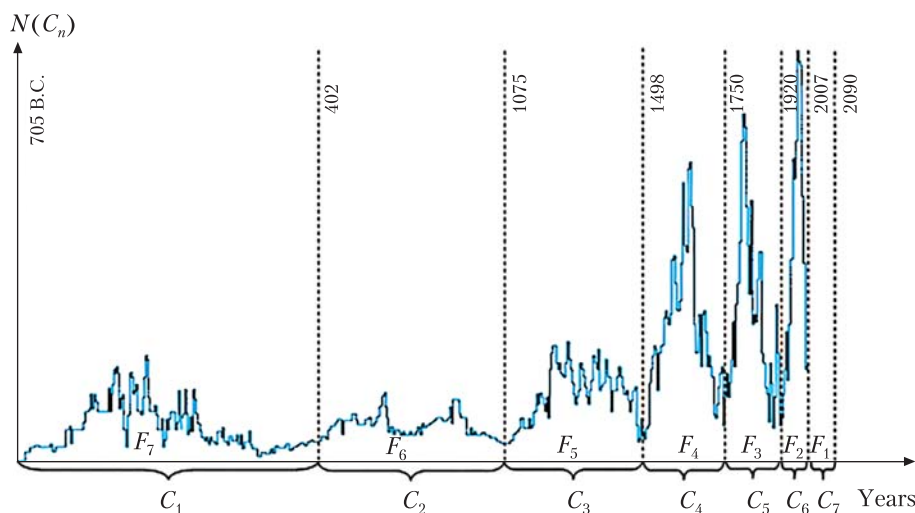


Рис. 1. Структурний портрет C_n -хвиль глобальних системних конфліктів (C_7 — прогнозована хвиля)

жуть не лише спричиняти локальні катастрофи, а й створювати глобальні екологічні проблеми, такі як посилення кліматичних змін або порушення глобального балансу екосистем.

Важливо, що під час збройних конфліктів критична інфраструктура (системи водопостачання, водовідведення, енергетичні мережі, системи управління відходами тощо) стає об'єктом нападів і зазнає прямого й непрямого руйнування. Це спричиняє довготривалі наслідки для здоров'я населення і життєздатності екосистем.

Проблеми екологічної безпеки під час воєн та збройних конфліктів потребують застосування комплексного підходу, який охоплює такі напрями:

- *моніторинг і оцінка екологічних збитків* — важливо створити ефективні системи моніторингу, які забезпечуватимуть вчасне виявлення та можливість оцінювання завданої шкоди;
- *розроблення міжнародних стандартів і механізмів захисту довкілля під час конфліктів* — це передбачає посилення ролі міжнародних організацій, наприклад ООН, в гарантуванні екологічної безпеки;
- *реабілітація постраждалих територій* — після завершення збройних конфліктів необхідно проводити заходи з очищення територій від забруднень, відновлення екосистем та забезпечення сталого розвитку;

- *запобігання екологічним катастрофам* — важливо створювати стратегії запобігання, які б враховували ризики екологічних катастроф у зонах потенційних конфліктів.

Розгляду цих проблем було присвячено семінар ООН «Екологічна безпека під час воєн та збройних конфліктів» [1], який відбувся 6 листопада 2024 р. у Нью-Йорку. Його учасники констатували, що Україна як держава, що зазнала масштабної воєнної агресії, стикається з величезними викликами у сфері екологічної безпеки. Заміновані території, зруйновані інфраструктурні об'єкти, пожежі у природоохоронних зонах, забруднення водою потребують негайних заходів з ліквідації наслідків.

Екологічна безпека під час воєн та збройних конфліктів є надзвичайно важливим аспектом сучасної міжнародної політики та сталого розвитку. Збереження природи в умовах війни — це питання не лише екології, а й людської гідності, здоров'я та майбутнього всього людства.

Загальна закономірність перебігу системних світових конфліктів. У статті [2] на основі аналізу великих обсягів історичних даних ми дослідили закономірності перебігу системних світових конфліктів. Визначення цих закономірностей уможливило прогнозування наступного системного конфлікту, який виник на початку ХХІ ст., а також дало змогу проаналізувати його вплив на екологію планети. У роботі [2]

виконано інтелектуальний аналіз (Data Mining) історичних даних щодо послідовності світових конфліктів, які відбувалися з 705 р. до н.е. і дотепер, зі змінним інтервалом квантування:

$$\Delta_n = 50 \text{ років} - 5 \text{ років} \cdot n; n = 0, 1, 2, \dots$$

Кількість конфліктів для кожного інтервалу квантування Δ_n визначено як середнє арифметичне числа всіх конфліктів на цьому інтервалі часу. Для $\Delta_9 = 5$ років ($n_{min} = 9$) стали очевидними шість послідовних еволюційних груп (хвиль) $\{C_n\}$, $n = 1, 2, \dots, 6$ глобальних конфліктів (C_n -хвиль) (рис. 1).

Ці хвилі мають такі характерні особливості (табл. 1):

1) кожна C_n -хвиля має п'ять послідовних еволюційних фаз $\{C_{n,i}\}$, $i = 1, \dots, 5$, а саме: $C_{n,1}$ (зародження) $\rightarrow C_{n,2}$ (зростання) $\rightarrow C_{n,3}$ (кульмінація) $\rightarrow C_{n,4}$ (спад) $\rightarrow C_{n,5}$ (затухання);

2) тривалість життя $T(C_n)$ кожної наступної C_n -хвилі визначається тривалістю життя двох попередніх:

$$T(C_n) = T(C_{n-2}) + T(C_{n-1}); \quad (1)$$

3) для C_n -хвиль ($n = 1, 2, 3, \dots, 6$) зростає інтенсивність конфлікту $I(C_n) = N(C_n)/T(C_n)$, де

$N(C_n)$ — кількість конфліктів, які формують хвилю C_n , $I(C_{n+1}) > I(C_n)$, що є результатом технологічного прогресу людства.

Глобальні конфлікти, визначені цими ознаками, назвемо C_n -хвилями глобальних системних конфліктів, або C_n -хвилями. Як бачимо, в період з 705 р. до н.е. і дотепер можна ідентифікувати шість C_n -хвиль.

У табл. 2 наведено співвідношення

$$T(C_n)/T(C_{n+1}), n = 1, 2, \dots, 6, \quad (2)$$

значення яких коливаються навколо золотого перетину 1,618.

Представимо послідовність $\{T(C_n)\}$, $n = 1, \dots, 7$ (табл. 2) у вигляді ряду:

$$T(C_1) = 13k_c; T(C_2) = 8k_c; T(C_3) = 5k_c; T(C_4) = 3k_c; T(C_5) = 2k_c; T(C_6) = 1k_c; T(C_7) = 1^*k_c, \quad (3)$$

де $k_c = 85$ років є найбільшим спільним дільником для всіх значень $T(C_n)$.

Коефіцієнти у співвідношенні (3)

$$F_s = \{13, 8, 5, 3, 2, 1, 1^*\} \quad (4)$$

є послідовністю (рядом) Фібоначчі, де 1^* належить до прогнозованої хвилі C_7 цієї послідовності.

Таблиця 1. Головні характеристики C_n -хвиль системних світових конфліктів

C_n -хвилі	Часовий інтервал C_n -хвилі, роки	Тривалість C_n -хвилі, роки	Кількість конфліктів, які формують C_n -хвилю	Інтенсивність C_n -хвилі	Відповідність C_n -хвилі елементу ряду Фібоначчі, F_s
C_1	705 до н.е. — 401 н.е.	1106	1218	1,101	$F_7 = 13$
C_2	402—1074	674	756	1,122	$F_6 = 8$
C_3	1075—1497	422	1680	3,981	$F_5 = 5$
C_4	1498—1749	252	1543	6,123	$F_4 = 3$
C_5	1750—1919	170	1485	8,735	$F_3 = 2$
C_6	1920—2007	87	1035	11,897	$F_2 = 1$
C_7 (прогноз)	2008—2092	85	>1400	>16	$F_1 = 1$

Таблиця 2. Коефіцієнти золотого перетину $T(C_n)/T(C_{n+1})$, числа Фібоначчі $\{F_s\}$ і періоди глобальних конфліктів $T(C_n)$ для послідовності $\{C_n\}$, $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$

$\{C_n\}$	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
$T(C_n)$, роки	1106	674	422	252	170	87	85
$T(C_n)/T(C_{n+1})$	1,641	1,597	1,675	1,482	1,954	1,023	—
$F_s, s = 8-n$	13	8	5	3	2	1	1^*
F_s/F_{s-1}	1,625	1,6	1,667	1,5	2	1	—

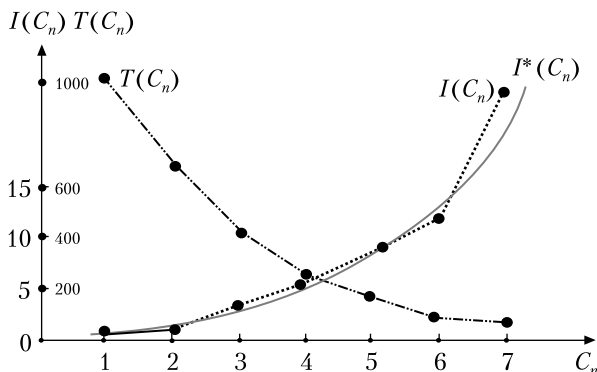


Рис. 2. Реальні $I(C_n)$ і апроксимовані $I^*(C_n)$ інтенсивності глобальних системних конфліктів і їх тривалість $T(C_n)$ для послідовності $\{C_n\}$ ($n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$) [3, 4]

Апроксимована інтенсивність конфлікту $I^*(C_n)$ залежить від рівня технічного прогресу суспільства і гіперболічно зростає з часом (рис. 2):

$$I^*(C_n) = N(C_n) \cdot \{T(C_n)^{-1}\} = N(C_n) \cdot (F_{8-n} k_c)^{-1}, \quad (5)$$

звідки випливає інтенсивність сьомої (прогнозованої) хвилі конфлікту:

$$I^*(C_7) > 16. \quad (6)$$

Отже, виявлені закономірності описують перебіг глобальних системних конфліктів у термінах тривалості $T(C_n)$ цих конфліктів, їх інтенсивності $I^*(C_n)$ та чисел Фібоначчі (F_s) [2].

Гіпотеза «Конфлікт ХХІ століття». Ґрунтуючись на тому, що шість членів послідовності $T(C_1), \dots, T(C_6)$ підпорядковуються закону зміни елементів ряду Фібоначчі, у статті [2] сформульовано гіпотезу про те, що саме ця закономірність описує перебіг глобальних системних конфліктів. Тому можна припустити, що сьомий (передбачуваний) елемент послідовності має бути $T(C_7) = T(C_5) - T(C_6) = 1 \cdot k_c$; $k_c \approx 85$ років. Ми назвали цю сьому хвилю глобальних системних конфліктів (C_7) «конфлікт ХХІ століття». Він має часовий діапазон 2010—2096 рр. з такими ймовірними фазами:

- 2010-ті роки — зародження;
- початок 2020-х — кінець 2040-х років — зростання;
- 2050-ті роки — кульмінація ($I(C_7) > 16$);
- початок 2060-х — кінець 2070-х років — спад;
- 2080-ті роки — затухання.

Відповідно до цієї гіпотези, у ХХІ ст. прогнозується зростання кількості конфліктів у різних регіонах світу. На етапах «зародження» та «зростання» ці тенденції підтверджуються реальними даними, представленими двома авторитетними аналітичними центрами: Упсальською програмою конфліктних даних (Uppsala Conflict Data Program, UCDP) [3] і Conflict Barometer від Гайдельберзького інституту дослідження міжнародних конфліктів (НІК) [4], які застосовують різні методології та критерії для збирання і класифікації інформації.

UCDP визначає збройний конфлікт як несумісність, пов'язану з питаннями управління або питаннями територій, що супроводжується застосуванням сили між двома сторонами і призводить до щонайменше 25 загиблих протягом календарного року. Обов'язковою умовою є участь уряду держави як однієї зі сторін конфлікту.

Натомість НІК розглядає ширший спектр політичних конфліктів — протистояння як насильницькі, так і ненасильницькі. Їх класифікують за п'ятьма рівнями інтенсивності:

- 1) «спір» (ненасильницькі розбіжності);
- 2) «ненасильницька криза» (напруженість);
- 3) «насильницька криза» (епізодичне застосування насильства);
- 4) «обмежена війна» (масштабне насильство);
- 5) «війна» (організоване й тривале насильство).

Незважаючи на відмінності у методологіях цих двох аналітичних центрів, їхні дані демонструють спільну тенденцію лінійного зростання кількості збройних конфліктів та числа країн, залучених до цих конфліктів, протягом першої чверті ХХІ ст. (рис. 3). Ця динаміка підтверджує висунуту вище гіпотезу «Конфлікт ХХІ століття», принаймні на фазах народження і зростання цього конфлікту. При цьому спостерігається кілька ключових тенденцій, які визначають зростання інтенсивності й тривалості збройних конфліктів. Розглянемо їх детальніше.

Тенденції зростання інтенсивності й тривалості збройних конфліктів у ХХІ ст. Застосування інструментів Data Mining до даних, наведених у роботах [3—22], дозволило виявити такі тенденції.

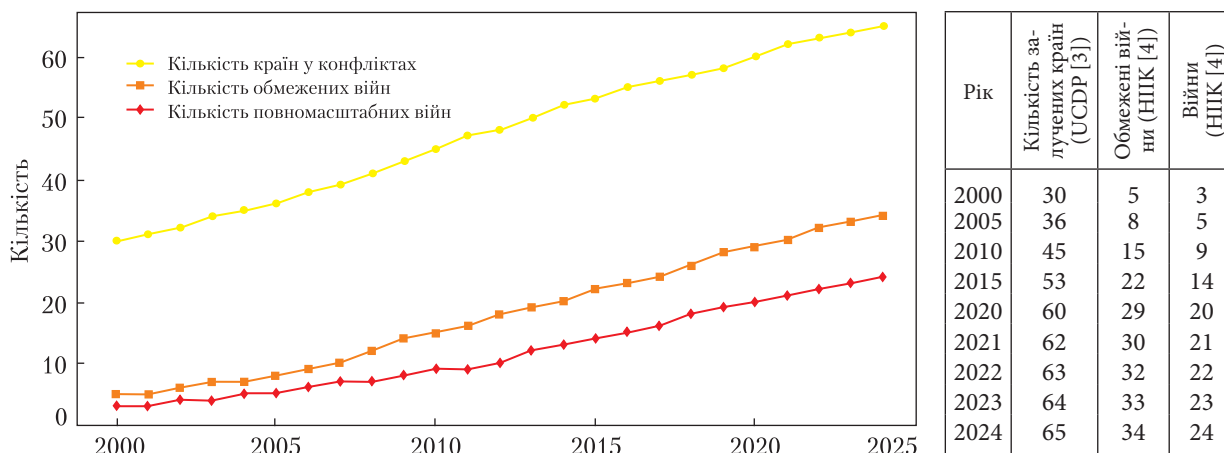


Рис. 3. Динаміка збройних конфліктів у світі в 2000—2024 рр. (за даними UCDP і НПК)

У першій чверті XXI ст. спостерігається збільшення кількості затяжних конфліктів, що є однією з головних тенденцій (рейтинг важливості 10, рис. 4). Сучасні збройні протистояння стають дедалі тривалішими, як-от конфлікти в Афганістані, Сирії, Ємені, Україні та на Близькому Сході. Цьому сприяють відсутність ефективних дипломатичних механізмів і численні зовнішні впливи. Інтенсивність таких конфліктів призводить до масштабних гуманітарних криз. Наприклад, збройні конфлікти у Сирії та Україні спричинили найбільші міграційні кризи з часів Другої світової війни. За останні 25 років п'ять найбільших конфліктів — війна РФ проти України, громадянські війни в Сирії та Ємені, війни на Північному Кавказі та на Близькому Сході — справили значний вплив на глобальну політику, економіку та гуманітарну ситуацію.

Ще однією з найважливіших тенденцій є гуманітарна криза (рейтинг важливості 10, рис. 4), яка супроводжує тривалі конфлікти. За даними ООН, війна в Сирії призвела до переміщення понад 13,5 млн осіб, з яких 6,8 млн стали біженцями. В Україні через російську агресію кількість внутрішньо переміщених осіб сягнула 5,5 млн (станом на 2024 р.), а майже 8 млн українців отримали в Європі статус біженців. Обмежений доступ до медичних послуг у зоні бойових дій спричиняє зростання смертності, а понад 75 % лікарень у прифронтових регіонах або пошкоджено, або зруйновано.

Економічні та соціальні чинники (рейтинг важливості 9, рис. 4) істотно впливають на ескалацію конфліктів. За оцінками Світового банку, понад 60 % громадян у регіонах конфліктів живуть у бідності. В Судані через збройні протистояння понад 15 млн людей залишилися без доступу до базових послуг, а громадянська війна в Центральноафриканській Республіці призвела до того, що 71 % населення потребує гуманітарної допомоги. Економічні втрати через війну в Україні оцінюють у більш як \$700 млрд, включно з руйнуванням інфраструктури і втратами доходів через зменшення експорту. Крім того, збройні конфлікти спричиняють міграційні кризи, збільшуючи навантаження на економіку сусідніх країн.

Ще однією важливою тенденцією є вплив збройних конфліктів на екологію (рейтинг важливості 9, рис. 4). Руйнування лісових екосистем, замінованість територій, забруднення водних ресурсів, збільшення рівня викидів CO₂ створюють значні екологічні проблеми. Наприклад, війна в Сирії спричинила втрату значної частини лісів, а в Україні заміновано понад 139 тис. км² земель. Забруднення водних ресурсів в Іраку та Сирії залишило більш як 40 % населення без доступу до чистої питної води. Пожежі на промислових об'єктах під час війни, зокрема в Україні, спричинюють значне забруднення атмосфери, а втрати біорізноманіття в регіонах бойових дій сягають 20—50 %.

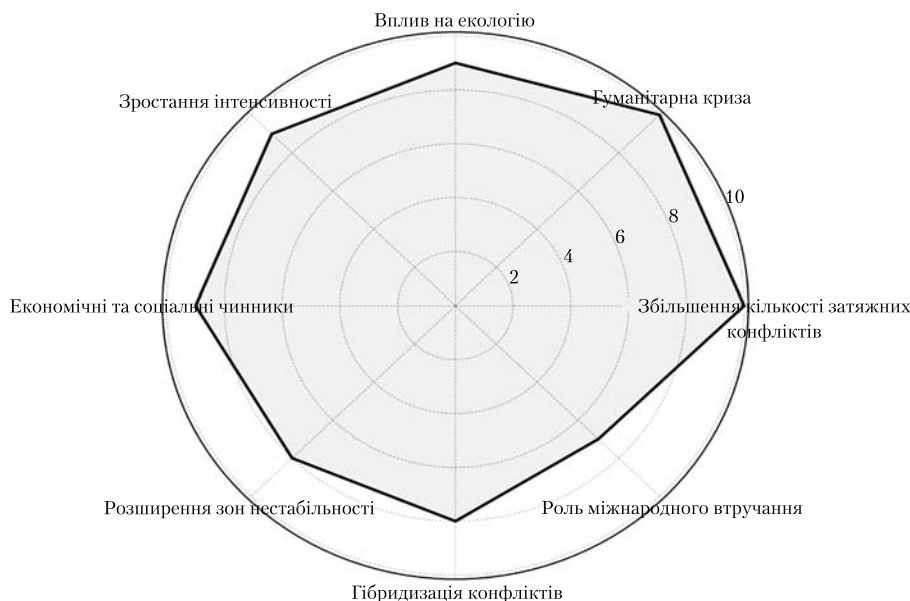


Рис. 4. Головні тенденції збройних конфліктів у XXI ст., виражені у значеннях рейтингу їхньої важливості (від 1 до 10)

Зростання інтенсивності конфліктів через залучення сучасних технологій є ще однією ознакою сучасних протистоянь (рейтинг важливості 9, рис. 4). Використання безпілотників, високоточної зброї, кібератак значно посилює руйнівні наслідки конфліктів. Наприклад, бойові дії між Вірменією та Азербайджаном у 2020 р. та війна РФ проти України у 2022—2025 рр. засвідчили важливість безпілотних технологій у сучасній війні. Економічні й соціальні чинники, такі як економічна нерівність, брак ресурсів, кліматичні зміни, також сприяють поширенню конфліктів. У Судані та ЦАР саме ці чинники стали підґрунтям тривалих громадянських воєн.

Ще однією небезпечною тенденцією є *розширення зон нестабільності* (рейтинг важливості 8, рис. 4), зокрема в регіонах, які раніше вважали стабільними. Війна РФ проти України стала найбільшим конфліктом у Європі з часів Другої світової війни.

Тенденція до *гібридизації конфліктів* (рейтинг важливості 8, рис. 4), що охоплює воєнні дії, економічний тиск, дезінформацію та кібероперації, ускладнює їх аналіз і пошук шляхів вирішення.

Міжнародне втручання (рейтинг важливості 8, рис. 4) є ще однією важливою тенденцією

сучасних конфліктів. Військова підтримка, фінансування й дипломатичний тиск з боку міжнародних акторів значною мірою впливають на тривалість і динаміку бойових дій. Наприклад, США та ЄС з 2022 р. надали Україні військову допомогу на суму понад \$150 млрд. У Сирії участь у конфлікті Росії та Ірану сприяла його продовженню, тоді як інші країни, як-от Туреччина та Саудівська Аравія, забезпечували підтримку протиборчих сторін. У регіональних конфліктах, таких як громадянська війна в Ємені, залучення регіональних держав (ОАЕ та Іран) значно ускладнило пошук дипломатичних рішень.

Отже, сучасні збройні конфлікти дедалі більше впливають на глобальну політику, економіку й гуманітарну сферу. Їхня тривалість, інтенсивність та залученість зовнішніх акторів потребують нових підходів до розв'язання цих проблем, зокрема глибшого і більш комплексного аналізу їхніх соціальних, економічних та геополітичних аспектів.

Характер і масштаби збройних конфліктів на початку XXI ст. На початку XXI ст. збройні конфлікти набули нових масштабів, посиливши вплив на суспільство, економіку й довкілля. Кількість, тривалість та інтенсивність конфліктів стрімко зростають, що відображає

ється у збільшенні числа країн, залучених до протистоянь. Якщо на початку століття таких країн було близько 30—35, то, за даними UCDP [3], у 2020-х роках цей показник перевищив 50 (табл. 3). Сучасні конфлікти охоплюють як внутрішні громадянські війни, так і міжнародні зіткнення з активним втручанням іноземних держав у внутрішні справи сторін.

Тривалість конфліктів також зростає. Приклади війни в Сирії, громадянської війни в Ємені, війни Росії проти України та воєн на Близькому Сході свідчать, що конфлікти дедалі частіше затягуються на десятиліття. У XX ст. середня тривалість воєн становила 3—5 років, тоді як у XXI ст. вона часто сягає 10—15 років [4]. Цей тренд підтверджують збройні конфлікти в Афганістані, Сирії, Ємені, Україні та на Близькому Сході. У результаті людські втрати також зростають. За останнє десятиліття понад 2,5 млн осіб загинули внаслідок воєн, при цьому щороку конфлікти забирають життя 400—500 тис. людей.

За оцінками ООН, станом на 2023 р. понад 2 млрд людей, або 25 % населення світу, проживають у зонах, зачеплених війнами. Збройні конфлікти спричиняють значні міграційні кризи. За даними Управління Верховного комісара ООН у справах біженців (UNHCR), у період 2022—2024 рр. кількість біженців і внутрішньо переміщених осіб у світі зростає зі 100 до 115—120 млн, що є рекордним показником. Наприклад, війни в Україні та Сирії спричинили переміщення понад 25 млн людей.

За даними Стокгольмського міжнародного інституту дослідження проблем миру (SIPRI) [6], фінансові витрати на воєнні дії в період 2022—2024 рр., зокрема й на великі конфлікти в Україні, Сирії та на Близькому Сході, досягли \$2,5—3,0 трлн. Значну частину цих коштів спрямовано на підтримку бойових дій, тоді як відновлення постраждалих регіонів залишається недофінансованим.

Охоплені конфліктами території перевищують 5 млн км². Екологічні збитки включають руйнування лісів, деградацію ґрунтів, втрату біорізноманіття та забруднення водних ресурсів. В Україні війна призвела до втрати понад 20 %

Таблиця 3. Кількісні показники масштабів і наслідків збройних конфліктів у 2000—2024 рр.

Показник	Кількісні дані	Джерело
Кількість залучених країн	На початку XXI ст. — 30—35 країн; у 2020-х роках — 55 країн	UCDP [3]
Кількість населення, що потерпає	2 млрд осіб (25 % населення світу); лише в Сирії і Україні — понад 25 млн біженців	UCDP [3] НІПК [4]
Площа територій конфліктів	Охоплено конфліктами — 5 млн км ² ; замінованих територій — 200—250 тис. км ²	НІПК [4] UNEP [5]
Фінансові витрати	Прямі військові, економічні витрати, гуманітарна допомога, витрати на відновлення — \$45—50 трлн	SIPRI [6]
Кількість загиблих і поранених	Загиблі — 10—11 млн осіб; поранені — близько 35—40 млн осіб	UCDP [3]
Шкода для екології	Втрати лісів — понад 20 млн га; заміновані території — понад 170 тис. км ² ; деградовані ґрунти — понад 30 % угідь; втрати водних ресурсів — понад 40 % населення в окремих регіонах втратили доступ до чистої води; викиди CO ₂ — через бойові дії додатково десятки мільйонів тонн щороку; втрати біорізноманіття — у зонах бойових дій скорочення популяцій ключових видів на 20—50 %	UNEP [5]
Тривалість конфліктів	У XX ст. — 3—5 років; у XXI ст. — 10—15 років	НІПК [4] UCDP [3]
Кількість біженців та переміщених осіб	Загальна кількість переміщених осіб — 150—160 млн; біженці, що перетнули державні кордони, — 70—80 млн; внутрішньо переміщені особи — 80—90 млн	UCDP [3] НІПК [4] SIPRI [6]

сільськогосподарських угідь. Землі в зоні конфліктів стають непридатними для використання, ставлячи під загрозу продовольчу безпеку.

Для подолання цих негативних тенденцій необхідно об'єднати зусилля вчених, міжнародних організацій і громадськості. Науковці мають поглиблювати дослідження причин і динаміки конфліктів, розробляти міждисциплінарні моделі запобігання їм. Завданням міжнародних організацій повинне стати посилення дипломатичних механізмів, моніторинг використання сучасних технологій у конфліктах і збільшення фінансування програм відновлення. Громадськість може відігравати ключову роль, підтримуючи миротворчі ініціативи та впливаючи на прийняття політичних рішень.

Збройні конфлікти ХХІ ст. ставлять перед людством величезні виклики, але завдяки міжнародній співпраці, пошуку інноваційних підходів та залученню всіх верств суспільства можна знайти ефективні шляхи їх вирішення.

Аналіз наслідків впливу воєнних конфліктів на екологію. Протягом 2000—2024 рр. збройні конфлікти завдали значної шкоди екології планети, розширивши коло наслідків від руйнування природних екосистем до загострення кліматичної кризи [5—22]. Масштаби впливу виходять далеко за межі зон бойових дій, зачіпаючи глобальні екологічні та соціальні системи (табл. 4).

Однією з найсерйозніших проблем стало *руйнування лісових екосистем* (рейтинг важли-

Таблиця 4. Кількісні дані, що відображають вплив збройних конфліктів на екологію планети

Складові впливу на екологію	Кількісні дані	Приклади регіонів/країн	Рейтинг важливості	Джерело
Руйнування лісових екосистем	Сумарні втрати лісових екосистем у всьому світі — понад 20 млн га; прямі втрати лісових екосистем — 8,2 млн га	Африка, Сирія, Україна, Південно-Східна Азія, Латинська Америка	9	UNEP [5] FAO [7]
Втрати біорізноманіття	Лише в Україні знищено понад 3 млн га лісів; на Близькому Сході постраждали близько 50 % заповідників, десятки заповідників в інших регіонах; в Африці знищено до 70 % носорогів і 60 % слонів; в Азії тисячі видів втрачають середовище існування; зменшення популяцій ключових видів на 20—50 %	Сирія, Африка, Україна	9	UNEP [5] FAO [7] WWF [9]
Заміновані території	Загальна площа у світі — приблизно 200—250 тис. км ²	Україна, Сирія, Афганістан	8	ICBL [19]
Пошкодження сільськогосподарських земель	Загальна площа у світі — 260—274 тис. км ² ; понад 30 % угідь у регіонах конфліктів зруйновано або деградовано	Сирія, Ємен, Україна	8	FAO [7]
Пожежі та токсичні викиди	Масові пожежі, значне забруднення атмосфери	Україна (2022—2023), Сирія, Лівія	7	UNEP [5] WHO [20]
Забруднення водних ресурсів	Забруднення водних ресурсів у світі — 1 934 млрд м ³ ; 40 % населення планети без доступу до питної води	Ірак, Сирія, Ємен	7	UNICEF [21] UNHCR [22]
Викиди CO ₂	Сумарні викиди CO ₂ — від 1005,5 до 1155 млн т	Ірак (2003—2011), Україна (2014—2024)	6	UNICEF [21] UNHCR [22]

вості 9), що охопило понад 20 млн га лісів у світі [5, 6], з яких 8,2 млн га знищено безпосередньо через бойові дії. Ліси Африки, Сирії, України, Південно-Східної Азії та Латинської Америки постраждали від обстрілів, пожеж і незаконного вирубування, зумовленого військовою необхідністю. Ці втрати значно зменшили здатність планети поглинати вуглекислий газ, посилили кліматичні ризики й ускладнили відновлення середовищ існування багатьох видів.

Втрати біорізноманіття (рейтинг важливості 9) стали ще одним катастрофічним наслідком воєн [5, 7, 9]. В Африці, наприклад, через браконьєрство та бойові дії знищено до 70 % носорогів і 60 % слонів. В Україні втрачено понад 3 млн га природних територій, а на Близькому Сході близько половини заповідників зазнали значних пошкоджень. Популяції багатьох видів у регіонах бойових дій скоротилися на 20—50 %, що вплинуло на стійкість екосистем і загальну екологічну стабільність.

Замінованість територій (рейтинг важливості 8) стала ще однією серйозною проблемою [20]. Загальна площа замінованих земель у світі становить близько 200—250 тис. км², з яких понад 156 тис. км² — в Україні. Ці території залишаються непридатними для сільського господарства, відновлення екосистем та безпечного життя людей. Замінованість створює також довгострокові бар'єри для економічного та екологічного відновлення.

Пошкодження сільськогосподарських земель (рейтинг важливості 8) призвело до деградації понад 260 тис. км² угідь у таких країнах, як Сирія, Ємен та Україна [7]. Понад 30 % продуктивних земель у цих регіонах втратили родючість. Це спричинило зниження врожайності, посилення продовольчої кризи та поглиблення соціальних конфліктів, особливо в регіонах із високою залежністю від сільського господарства.

Масові пожежі та токсичні викиди (рейтинг важливості 7), спричинені збройними конфліктами, значно забруднили атмосферу [5, 20]. Наприклад, війна в Україні у 2022—2023 рр. супроводжувалася масштабними пожежами на промислових об'єктах, які спричинили викиди токсичних речовин. Такі явища погіршують

якість повітря, створюють серйозні ризики для здоров'я населення та завдають непоправної шкоди навколишньому середовищу.

Забруднення водних ресурсів (рейтинг важливості 7) стало однією з найгостріших проблем. Загальний обсяг забруднених вод становить 19—34 млрд м³, а понад 40 % населення у деяких зонах конфліктів втратили доступ до чистої питної води [21, 22]. В Іраку, Сирії та Ємені це призвело до гуманітарних та екологічних криз, подолання яких потребує значних інвестицій у відновлення водних ресурсів.

Викиди вуглекислого газу (рейтинг важливості 6), пов'язані зі збройними конфліктами, за різними оцінками становили від 1005,5 до 1155 млн т CO₂ [21, 22]. Бойові дії, такі як війна в Іраку (2003—2011) та війна РФ проти України (2014—2024), зумовили значний вуглецевий слід. Це не лише погіршує ситуацію з глобальною зміною клімату, а й нівелює міжнародні зусилля зі скорочення викидів.

Усі зазначені вище складові впливу воєнних конфліктів на екологію планети (табл. 4) є дуже вагомими, і кожна з них робить помітний «внесок» у руйнування природного середовища та загальний обсяг завданої планеті шкоди, що відображено в рейтингу важливості цих складових (рис. 5).

Отже, збройні конфлікти поглиблюють кліматичну кризу, спричиняють деградацію екосистем, зменшують біорізноманіття та заострюють гуманітарні проблеми. Відновлення природних екосистем потребує скоординованих міжнародних зусиль. Необхідно впроваджувати глобальні програми з відновлення лісів, деградованих ґрунтів і водних ресурсів, а також фінансово забезпечити відновлення постраждалих територій. Важливим є також створення механізмів скорочення «воєнного» вуглецевого сліду та забезпечення моніторингу екологічних наслідків бойових дій.

Комплексна (інтегральна) оцінка екологічних збитків від збройних конфліктів у ХХІ ст. У наукових дослідженнях і на практиці використовують різні підходи для отримання комплексної оцінки екологічних збитків. Скористаємося групою загальних (універсаль-

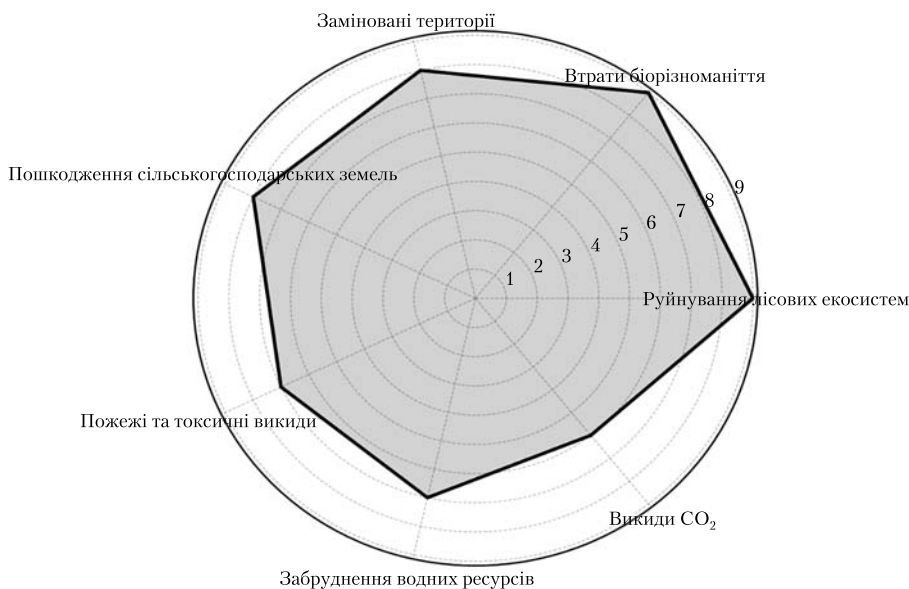


Рис. 5. Складові впливу воєнних конфліктів на екологію планети, виражені у значеннях рейтингу їхньої важливості (від 1 до 10)

Таблиця 5. Зведені складові для розрахунку індексу екологічної деградації (EDI)

Складові	P_i	W_i	$P_i \times W_i$
Руйнування лісових екосистем	8 200 000 га	9	73 800 000
Втраги біорізноманіття	50 % (умовна шкала)	9	450
Заміновані території	225 000 км ²	8	1 800 000
Пошкоджені сільськогосподарські землі	270 000 км ²	8	2 160 000
Пожежі і токсичні викиди	7 (умовна шкала)	7	49
Забруднення води	34 млрд м ³	7	238
Викиди CO ₂	1155 млн т	6	6,930

них) індексів, які найчастіше застосовують для комплексної оцінки шкоди, завданої природному середовищу веденням бойових дій. Ми обрали індекси, які поєднують кількісні і якісні характеристики досліджуваних систем та враховують усі аспекти завданої шкоди: 1) індекс екологічної деградації; 2) екологічний слід; 3) індекс стійкості екосистем.

Перевагами цих індексів у разі наявності необхідних даних щодо соціально-економічних і екологічних наслідків збройних конфліктів є можливість інтеграції різнорідних показників у зрозумілу метрику, що дає змогу на єдиній базі порівнювати різні регіони чи події. Для обчислення обраних індексів насамперед потрібно здійснити нормалізацію даних, врахувати рейтинги важливості компонентів та побудувати

відповідні формули. Розглянемо методологію обчислення кожного з цих індексів окремо.

1) **Індекс екологічної деградації (Environmental Degradation Index, EDI)** [23] поєднує в єдиний шкальний показник кількісні показники втрати лісів, біорізноманіття, замінованості територій, пошкодження сільськогосподарських земель, пожеж, викидів токсичних речовин, забруднення води та інших наслідків.

Розрахунок EDI ґрунтується на методі стохастичного домінування, який враховує всі зазначені в табл. 4 показники.

$$EDI = \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i \times W_i}{M_i} \right); \quad (7)$$

де P_i — кількісне значення впливу для кожної складової; W_i — рейтинг важливості; M_i — мак-

симальне значення впливу серед компонентів (нормалізація). Складові для розрахунку EDI наведено в табл. 5.

Підставляючи дані з табл. 5 у формулу (7), отримуємо $EDI = 9,48$ за умовного максимального значення компонентів, нормалізованого до найбільшого впливу. Це значення індексу свідчить про високий ступінь впливу воєнних конфліктів на природну екосистему. Головними чинниками деградації є руйнування лісових екосистем, втрата біорізноманіття, забруднення води та викиди CO_2 . Ці процеси набувають глобального масштабу, руйнуючи ключові функції екосистем, що забезпечують стабільність клімату, продовольчу безпеку та якість життя.

2) **Екологічний слід (Ecological Footprint, EF)** [24] визначає площу пошкодженої землі та обсяг ресурсів, зокрема води, необхідний для відновлення екосистем.

Розраховують цей індекс за такою формулою:

$$EF = \text{Площі втрачених лісів} + \\ + \text{Площі втрачених с/г земель} + \\ + \text{Площі замінованих територій}.$$

Підставляючи в цю формулу відповідні дані з табл. 5, отримуємо:

$$EF = 8\,200\,000 + 270\,000 + 225\,000 = 8\,695\,000.$$

Тобто сумарний екологічний слід воєнних конфліктів оцінюється так: $EF = 8\,695\,000$ га втраченої природної території. Це величезний обсяг ресурсів, які не можуть більше виконувати свої природні функції.

3) **Індекс стійкості екосистем (Ecosystem Resilience Index, ERI)** [25] враховує втрати біорізноманіття та природних ресурсів і дозволяє оцінити зниження здатності екосистем виконувати свої функції. Розраховують його за формулою:

$$ERI = 1 - \left(\frac{\text{Loss of diversity} + \text{Forest loss}}{\text{Maximum possible losses}} \right); \\ ERI = 1 - \left(\frac{50\% + 8,200,00}{20000000} \right) = 1 - \left(\frac{0,5 + 0,41}{1} \right) = 0,09.$$

Низьке значення індексу ($ERI = 0,09$) свідчить про критичний стан екосистем, які втра-

чають здатність до відновлення. Руйнування лісів та зменшення біорізноманіття створюють передумови для довготривалої деградації природної системи.

Отже, індекс екологічної деградації ($EDI = 9,48$) демонструє безпрецедентний рівень руйнування екологічного середовища, що включає забруднення ґрунтів, водних ресурсів і повітря, втрату біорізноманіття, знищення ландшафтів і порушення екосистемних функцій. Таке високе значення свідчить про системну деградацію, яка не лише стосується локальних територій, а й впливає на глобальну екологічну стабільність.

Не менш вражаючим є екологічний слід ($EF = 8\,695\,000$ га), який свідчить про гігантські обсяги природних ресурсів, необхідних для компенсації завданої шкоди. Руйнування сільськогосподарських земель, знищення лісів, замінованість територій та забруднення довкілля перетворюють колосальні площі на екологічно непридатні зони. Вплив цих втрат поширюється не лише на екосистеми, а й на економічну та соціальну сфери, створюючи довготривалий тягар для майбутніх поколінь.

Ще одним тривожним показником є індекс стійкості екосистем ($ERI = 0,09$). Його критично низьке значення свідчить про майже повну втрату здатності постраждалих територій до самовідновлення. Порушення природної регуляції клімату, забруднення води та повітря, а також втрата біорізноманіття підкреслюють серйозність проблеми. Екосистеми, які зазвичай є фундаментом екологічної рівноваги, опиняються в стані, коли їхні функції стають майже невідновними.

Проведене дослідження демонструє, що збройні конфлікти залишають по собі не лише людські трагедії, а й глибокі рани у природному середовищі. Рівень завданої шкоди є свідченням того, що екологічний баланс планети опинився під загрозою. Реабілітація таких територій потребує глобальних дій, посилення міжнародного співробітництва, впровадження ефективних екологічних програм та довгострокових стратегій відновлення. Лише через посилення міжнародного діалогу, вирішення

конфліктів шляхом переговорів, реалізацію глобальних ініціатив у сфері освіти, науки та соціальної рівності людство зможе досягти гармонії з природою, створюючи умови для стійкого розвитку, збереження екологічної рівноваги та забезпечення сталого майбутнього планети.

Висновки. На основі аналізу великих обсягів історичних даних виявлено періодичну закономірність у перебігу системних світових конфліктів. Ця закономірність характеризується тривалістю кожної наступної хвилі конфліктів, що відповідає послідовності Фібоначі. На основі отриманих результатів сформульовано гіпотезу про виникнення наступної хвилі системного світового конфлікту — «Конфлікту XXI століття», часовий діапазон якого охоплює період 2010—2096 рр.

З початку XXI ст. людство стало свідком безпрецедентного рівня впливу збройних конфліктів на природну систему планети. Збільшення масштабів і тривалості збройних конфліктів спричинило катастрофічні зміни в екосистемах. Ліси, які є важливими вуглецевими резервуарами, знищуються зі швидкістю, що перевищує здатність природи до їх відновлення.

Руйнування природних систем створює ефект «екосистемного боргу», коли навіть припинення негативного впливу не забезпечує автоматичного відновлення. Наприклад, деградація ґрунтів та зникнення видів призводять до втрати екосистемних послуг, таких як регулювання клімату, запилення рослин, очищення води. Поєднання воєнних дій, змін клімату, урбанізації та промислової діяльності значно перевищує природні можливості планети до саморегуляції. Цей тиск створює реальні загрози для сталого розвитку людства.

Кількісно оцінити ці наслідки та визначити тенденції, які можуть загрожувати майбутньому людству, дають можливість екологічні індекси, такі як індекс екологічної деградації (EDI), екологічний слід (EF) та індекс стійкості екосистем (ERI). Їх розраховані значення свідчать про високий ступінь впливу воєнних конфліктів на природну екосистему, величез-

ний обсяг природних ресурсів, які не можуть більше виконувати свої функції, та критичний стан екосистем, які втрачають здатність до відновлення.

Екологічний резерв планети не є безмежним. Екосистеми мають критичні межі, після досягнення яких починається незворотна деградація. Втрата 50 % лісів планети може спричинити порушення вуглецевого циклу, а зникнення 50—70 % ключових видів поставить під загрозу наявність харчових ланцюгів. Сучасні тенденції свідчать, що планета невпинно рухається до цих меж. Значні втрати лісів, біорізноманіття та деградація ґрунтів створюють ризики незворотних змін у природній системі. Якщо ці тенденції зберуться, перші серйозні наслідки можуть проявитися вже до 2050 р., що підтверджує висунуту вище гіпотезу «Конфлікт XXI століття». Серед таких наслідків — масові міграції, дефіцит продовольства, більш масштабна збройна боротьба за контроль над залишками ресурсів на планеті.

У разі продовження зростання у світі кількості збройних конфліктів за лінійним законом прогнози на майбутнє свідчать, що в 2025—2030 рр. може відбутися подальше розростання збройних конфліктів в уразливих регіонах; у 2030—2040 рр. — критичне виснаження ґрунтів і водних ресурсів; у 2040—2050 рр. — ймовірний початок масової деградації екосистем, що на глобальному рівні вплине на життя людей.

Для запобігання глобальній екологічній катастрофі необхідні термінові спільні дії на міжнародному рівні, спрямовані на зменшення масштабів збройних конфліктів і активізацію проектів з відновлення навколишнього середовища, лісів, водних акваторій, біорізноманіття та деградованих земель. Ключовим завданням є розроблення інструментів і моделей для прогнозування критичних точок, що забезпечить своєчасну реакцію на потенційні екологічні загрози. Зволікання з такими заходами може призвести до незворотних наслідків, адже екологічний резерв планети не безмежний і швидко вичерпується.

REFERENCES

1. Environmental Security in War and Armed Conflict: UN Seminar, 06.11.2024, New York. <https://webtv.un.org/en/asset/k17/k17k7fakgw>
2. Zgurovsky M.Z. General pattern of global system conflicts and global threats of the 21st century. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2007. 43(5): 687—695. <https://doi.org/10.1007/s10559-007-0094-y>
3. Uppsala Conflict Data Program (UCDP). <https://ucdp.uu.se/year/2023>
4. Conflict Barometer. Heidelberg Institute for International Conflict Research. <https://hiik.de/data-and-maps/datasets/?lang=en>
5. United Nations Environment Programme (UNEP). <https://www.unep.org/>
6. Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). <https://www.sipri.org/>
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/home/en/>
8. Analytical portal. <https://analytics.intsecurity.org/en/war-impact-ukraine-ecology/>
9. World Wildlife Fund (WWF). Our work in action. <https://www.worldwildlife.org/>
10. The International Union for Conservation of Nature (IUCN). United for Life & Livelihoods. <https://iucn.org/>
11. The State Emergency Service of Ukraine. <https://dsns.gov.ua/en>
12. United Nations Mine Action Service (UNMAS). <https://www.unmas.org/en>
13. The HALO Trust. <https://www.halotrust.org/>
14. GICHD. Reducing risk from explosive ordnance. <https://www.gichd.org/>
15. Monitor. Tracking progress toward a world free of landmines and cluster munitions. <https://www.the-monitor.org/>
16. Global Fire Emissions Database (GFED). Related datasets and older GFED versions. <https://www.globalfiredata.org/related.html>
17. Ukraine War Environmental Consequences Work Group (UWEC). <https://uwecworkgroup.info/>
18. EcoPolitic. <https://ecopolitic.com.ua/en/>
19. ICBL-CMC. Protecting lives (ICBL). <https://www.icblcmc.org/>
20. World Health Organization (WHO). <https://www.who.int/>
21. United Nations Children's Fund (UNICEF). <https://www.unicef.org/>
22. United Nations Refugee Agency (UNHCR). <https://www.unhcr.org/>
23. Agliardi E., Pinar M., Stengos T. An environmental degradation index based on stochastic dominance. *Empirical Economics*. 2015. 48: 439—459. <https://doi.org/10.1007/s00181-014-0853-3>
24. Global Footprint Network. Data and Methodology. https://www.footprintnetwork.org/resources/data/?utm_source=chatgpt.com
25. Angeler D.G., Allen C.R. Quantifying resilience. *Journal of Applied Ecology*. 2016. 53(3): 617—624. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12649>

Michael Z. Zgurovsky

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5896-7466>

ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF ARMED CONFLICTS IN THE GLOBAL DIMENSION

Since the beginning of the 21st century, armed conflicts have caused unprecedented environmental degradation, particularly in Africa, the Middle East, and Eastern Europe (Ukraine). The main consequences include deforestation, biodiversity loss, water pollution, and CO₂ emissions, which push ecosystems toward critical thresholds. The calculated indices presented in the article — Environmental Degradation Index (EDI = 9.48), Ecological Footprint (EF = 8,695,000 ha), and Ecosystem Resilience Index (ERI = 0.09) — highlight the escalating military and environmental crises worldwide, with projections extending to 2050: resource depletion, mass migrations, and ecosystem collapse. These trends align with the conclusions of the “21st Century Conflict” hypothesis formulated in the article, which, unfortunately, is corroborated by real data for 2000—2023 obtained from analytical centers such as the Uppsala Conflict Data Program (UCDP) and the Conflict Barometer by the Heidelberg Institute for International Conflict Research (HIIC). Immediate global actions, including international cooperation aimed at conflict prevention and ecosystem restoration, are essential to avert irreversible consequences for humanity.

Keywords: armed conflicts, environmental degradation, biodiversity, ecosystem restoration, Environmental Degradation Index, Ecological Footprint, Ecosystem Resilience Index.

Cite this article: Zgurovsky M.Z. Environmental consequences of armed conflicts in the global dimension. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2025. (2): 3—15. <https://doi.org/10.15407/visn2025.02.003>