

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-81-85>

УДК 502.131.1:623.4:669

КЛІМАТИЧНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ МІЛІТАРИЗАЦІЇ СВІТОВОЇ ЕКОНОМІКИ: ВТОРИННЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗНИЩЕНОЇ БРОНЕТЕХНІКИ

CLIMATE RESPONSIBILITY OF THE MILITARIZATION OF THE GLOBAL ECONOMY: SECONDARY USE OF DESTROYED ARMOR VEHICLES

Сохацька Олена Миколаївна

доктор економічних наук, професор,
професор кафедри міжнародних економічних відносин,
Західноукраїнський національний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6535-549X>

Максимова Ірина Іванівна

доктор економічних наук, доцент,
завідувач кафедри міжнародних відносин,
Державний університет економіки і технологій
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9754-0414>

Sokhatska Olena

West Ukrainian National University

Maksymova Iryna

State University of Economics and Technology

У статті обґрунтовано, що прискорена мілітаризація світової економіки у відповідь на військові та гібридні загрози, має здійснюватися з кліматичною відповідальністю через запровадження замкнених циклів виробництва та декарбонізацію викидів. Саме в такий спосіб можна уникнути значних екологічних екстерналій через споживання енергоємних ресурсів та викидів парникових газів. В контексті підвищення кліматичної відповідальності мілітарної економіки у статті звернуто увагу на потенціал вторинного перероблення знищеної та застарілої бронетехніки, як джерела отримання металів для нової зброї без зростання металургійного вуглецевого сліду. Доведено, що рециклінг військових відходів може стати інструментом екологічної трансформації та економічної резилієнтності у післявоєнний період. Наголошено на необхідності інституційної підтримки та міжнародної координації цих процесів для масштабування відповідних технологій і мінімізації екологічних ризиків у Європі.

Ключові слова: мілітаризація світової економіки; кліматична відповідальність, вторинна переробка металів; рециклінг військових відходів; промислова декарбонізація; повоєнне економічне відновлення.

This article examines the relationship between the militarization of the global economy and climate responsibility within the framework of circular economy and industrial decarbonization. It is substantiated that armed conflicts generate significant environmental externalities through intensive energy consumption, destruction of infrastructure, soil and water contamination, and a substantial increase in greenhouse gas emissions in the military-industrial sector. Particular attention is paid to the potential of recycling destroyed armored vehicles as a source of secondary metals for restoring industrial value chains and reducing the carbon footprint of metallurgy. The study argues that the reuse of military metal scrap enables a decrease in demand for primary raw materials, lowers energy intensity in metal production, and contributes to the achievement of climate targets in post-conflict economies. It is demonstrated that recycling military equipment may become an effective instrument of ecological transformation, economic resilience, and resource security under conditions of geopolitical instability. The paper also outlines institutional and technological barriers that hinder the development of recycling infrastructure in war-affected regions, including limited access to investment, logistics constraints, and regulatory gaps. Policy recommendations are proposed to integrate the principles of a "green" recovery strategy into national reconstruction programs through international cooperation, carbon-sensitive industrial policy, and the development of environmental standards for military waste management.



The findings confirm that climate-oriented approaches to post-war reconstruction can transform military destruction into a partial source of sustainable industrial renewal and long-term environmental benefits. Such instruments allow quantifying the real climate effect of secondary metal production compared to primary mining and smelting. The study highlights that transparent monitoring systems and climate reporting standards are essential

Keywords: global economic militarization; climate responsibility, secondary metal recycling; military equipment recycling; industrial decarbonization; post-war economic reconstruction.

Постановка проблеми. Сучасна світова економіка характеризується одночасним посиленням мілітаризації виробництва та загостренням кліматичної кризи, що формує нову конфігурацію глобальних ризиків для її сталого розвитку. Збройні конфлікти супроводжуються зростанням енергоємного виробництва у військово-промисловому секторі, масштабними руйнуваннями інфраструктури, деградацією екосистем і різким збільшенням вуглецевого сліду. Відтак, у постконфліктних економіках зростає потреба у відновленні промисловості та ресурсного забезпечення цих процесів, що, як правило, здійснюється за рахунок первинних сировинних ресурсів із високою екологічною вартістю.

У цьому контексті перероблення знищеної бронетехніки як джерела отримання дефіцитних металів може стати невикористаним резервом кліматичної нейтралізації наслідків мілітаризації та інструментом промислової декарбонізації. Проблема полягає у відсутності системних підходів до інтеграції військових відходів у контури циркулярної економіки, стандартизованих методик оцінювання кліматичного ефекту рециклінгу та дієвих інституційних механізмів масштабування відповідних технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Упродовж останніх років науковий дискурс дедалі активніше фокусується на «кліматичному сліді» мілітаризації економіки. Так, у звіті S. Parkinson та L. Cottrell показано, що сукупний вуглецевий слід військових секторів може сягати близько 5,5 % глобальних викидів, що ставить їх на рівень окремої «наддержави» за обсягами викидів CO₂ [1]. L. Cottrell пропонує методологічні підходи до стандартизації звітності щодо викидів мілітарної економіки, наголошуючи на потребі включення повного життєвого циклу озброєнь та інфраструктури до кліматичної політики держави [2]. Дослідження названих авторів формують теоретичне підґрунтя для переосмислення мілітаризації як значущого джерела антропогенних викидів.

Специфічний контекст російсько-української війни детально проаналізовано в статті

R. Bun, G. Marland, T. Oda, L. See та співавт., які оцінили «невраховані» парникові викиди, спричинені воєнними діями в Україні, на рівні 77 млн. т CO₂ – екв. лише за перші 18 місяців повномасштабної агресії [3]. W. L. Filho та колеги, досліджуючи вплив війни на природоохоронні території України, підкреслюють, що докільля стає «першою жертвою» конфлікту, а відновлення потребує інтеграції кліматичних критеріїв у політику безпеки та реконструкції [4]. Названі автори демонструють, що мілітарні викиди та руйнування інфраструктури мають довготривалий кліматичний ефект, який виходить далеко за межі поля бою.

У площині циркулярної економіки та «зеленої» відбудови ключовими є дослідження, присвячені використанню воєнних і будівельних відходів як вторинної сировини. A. Bielohrad обґрунтовує можливість застосування відходів руйнувань будівель, спричинених обстрілами, як заповнювачів у бетоні та джерел вторинної сировини для цементу за умови дотримання технологічних та екологічних вимог [5].

У монографії N. Antoniuk, O. Bochko та J. Kulczycka «Circular economy in Ukraine – a chance for transformation in industry and services» розкрито інституційні та галузеві механізми впровадження циркулярних моделей в Україні, зокрема в контексті переходу до «зеленої» реконструкції та зменшення залежності від первинних ресурсів [6]. Z. Kalyniv аналізує вплив циркулярної економіки на добробут домогосподарств та підкреслює, що переробка матеріалів і високий рівень повторного використання ресурсів здатні одночасно знижувати екологічне навантаження та формувати нові джерела доходів [7].

Окремий напрям становлять дослідження вторинного використання металобрухту війни. U. Kırıözüm на прикладі Іракського Курдистану показує, як металобрухт з територій бойових дій може перетворюватися на стратегічний ресурс для місцевої економіки, формуючи специфічні ланцюги доданої вартості та нові ризики для безпеки та довкілля [8].

У працях українських авторів (зокрема V. Mikhno та співавт.) підкреслюється, що

інтеграція принципів циркулярної економіки у відбудову промисловості України передбачає розширення використання вторинних металів і мінімізацію вуглецевої інтенсивності металургійних процесів [9]. Водночас на рівні міжнародних організацій (UNIDO, EU4Environment) пропонується стратегічні рамки «зеленої реконструкції» України, у яких управління воєнними відходами, включно з бронетехнікою, розглядається як елемент низьковуглецевого відновлення [10].

Сукупно ці дослідження демонструють, що наукова думка вже визнає необхідність переходу від логіки «військових викидів» до логіки «кліматично відповідальної мілітаризації», де вторинне використання металів зі знищеної техніки стає одним із інструментів декарбонізації та циркулярної трансформації світової й української економіки.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є наукове обґрунтування кліматичної відповідальності мілітаризації світової економіки через призму циркулярної трансформації металургійного виробництва та оцінка потенціалу вторинного використання металів зі знищеної бронетехніки як інструменту декарбонізації та ресурсозбереження в умовах війни та повоєнного відновлення.

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

1. проаналізувати сучасні підходи до оцінювання вуглецевого сліду військово-промислового сектору та визначити місце мілітаризації економіки серед глобальних джерел антропогенних викидів;
2. систематизувати екологічні, економічні та соціальні наслідки використання первинної металургійної сировини в умовах збройних конфліктів;
3. обґрунтувати доцільність рециклінгу знищеної військової техніки як джерела вторинних металів у контексті принципів циркулярної економіки;
4. здійснити порівняльну оцінку екологічної ефективності первинного та вторинного виробництва металів за показниками енергоємності та вуглецеємності;
5. визначити інституційні та технологічні бар'єри впровадження систем перероблення військових відходів у післявоєнних економіках;
6. розробити практичні рекомендації щодо інтеграції кліматичних критеріїв у політику відновлення промисловості та управління військовими відходами з метою формування низьковуглецевих виробничих ланцюгів.

Виклад основного матеріалу дослідження. У сучасному глобальному економічному ландшафті прискорена мілітаризація дедалі більше постає не лише як безпековий феномен, а як системний економіко-екологічний чинник, який формує довгострокові дисбаланси у сфері кліматичної стабільності та ресурсної безпеки. Військово-промисловий сектор відзначається високою енергоємністю, масштабним споживанням чорних і кольорових металів, інтеграцією в складні міжнародні ланцюги постачання та домінуванням важкого машинобудування, що в сукупності зумовлює непропорційно високий вуглецевий слід. При цьому внесок армій у глобальні викиди парникових газів залишається недостатньо відображеним у національних кліматичних інвентаризаціях, що формує інституційну асиметрію між фактичним екологічним впливом і регуляторною відповідальністю [1; 2]. За оцінками S. Parkinson і L. Cottrell, сукупний вуглецевий слід військового сектору сягає рівня провідних індустриальних держав, що підтверджує системний характер проблеми [1]. N. Crawford доводить, що непрозорість військових видатків і викидів істотно занижує офіційні національні кліматичні баланси [2].

Безпосередньо це підтверджується порівняльними оцінками енерго – та вуглецеємності металургійних процесів, наведеними в роботах M. Cullen, J. Allwood та аналітичних звітах World Steel Association, де вторинне виробництво сталі демонструє у кілька разів нижчі питомі викиди порівняно з доменним циклом [5; 6]. На цій основі сформовано узагальнення, подані в табл. 1, які відображають структурні відмінності між первинною та вторинною металургією з позицій кліматичної економіки.

Аналітична інтерпретація даних, поданих у табл. 1, дозволяє дійти висновку, що вторинна металургія у контексті повоєнної реконструкції має не лише екологічні, а й виразні макроекономічні переваги. Скорочення енерговитрат безпосередньо впливає на собівартість металопродукції, знижуючи інфляційний тиск у відбудовчих галузях і підвищуючи конкурентоспроможність національного виробника. Поряд із цим, обмеження потреби у первинній рудній сировині мінімізує залежність від імпорту та зменшує геоекономічні ризики, особливо в умовах розламаних ланцюгів постачання.

З позицій кліматичної економіки табличні порівняння також підтверджують наявність прямого зв'язку між структурою металургій-

Таблиця 1

Порівняння первинного та вторинного виробництва металів

Критерій	Первинна металургія	Вторинна металургія
Джерело сировини	Природна руда	Брухт, уламки техніки
Енергоємність	Висока	Значно нижча
Вуглецеємність	Висока	Значно нижча
Водоспоживання	Значне	Знижене
Відходи	Хвости, шлаки	Мінімізовані
Логістика	Глобальна	Локалізована
Час запуску	Тривалий	Швидший

Джерело. сформовано авторами на основі [8-9]

ного виробництва та динамікою національних викидів. Як показують узагальнення World Steel Association та результати моделювання J. Cullen і J. Allwood, перехід від доменно-конверторних технологій до електроплавильних процесів на основі брухту здатний забезпечити системне зниження вуглецеємності металу та формування довгострокових кліматичних дивідендів [5,6]. Це дозволяє розглядати вторинну металургію не як допоміжний сегмент, а як ядро кліматично орієнтованої промислової політики як під час війни, так і у післявоєнний період, що узагальнює логіку трансформації військових відходів у ресурс розвитку та кліматичної стабілізації економіки.

Подальше теоретичне обґрунтування цієї логіки міститься у дослідженнях Міжнародного енергетичного агентства, де доведено, що металургія є одним із ключових індустріальних секторів для досягнення цілей кліматичної нейтральності, а найбільший потенціал скорочення викидів зосереджується у переході на електрометалургію, використанні низьковуглецевої електроенергії та збільшенні частки вторинних матеріалів у виробництві [7]. Окремо наголошується, що у перехідних економіках структурна модернізація металургії здатна забезпечити значно швидший кліматичний ефект, ніж поступові вдосконалення традиційних доменних процесів, що обґрунтовує стратегічну доцільність інвестицій у переробну інфраструктуру саме у післякризовий період.

Із позицій інституційної економіки важливо підкреслити, що циркулярне використання металів формується не лише як технологічна інновація, а як елемент ширшої трансформації промислової політики. У доповідях Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD) зазначається, що ефективно

впровадження циркулярних моделей потребує синхронізації податкових інструментів, екологічних стандартів, інноваційної та інвестиційної політики, без чого вторинна металургія залишатиметься фрагментованим сегментом замість системного драйвера «зеленої» індустріалізації [8]. Додатково вказується, що країни, які інтегрують переробні галузі в державні програми індустріального відновлення, досягають вищої макроекономічної віддачі від «зелених» інвестицій порівняно з тими, хто обмежується окремими екологічними проектами.

Важливий емпіричний аргумент на користь масштабування вторинної металургії наводиться у новітніх працях UNIDO, де аналізуються моделі «зеленої» реконструкції промисловості у країнах, постраждалих від воєнних конфліктів. За оцінками організації, переробні галузі відіграють ключову роль у формуванні відновлювального індустріального мультиплікатора, оскільки одночасно активізують локальні ланцюги доданої вартості, знижують імпорту залежність та зменшують екологічний слід реіндустріалізації [9]. Зазначається, що залучення міжнародного кліматичного фінансування до проектів вторинної металургії значно підвищує їх комерційну життєздатність і прискорює структурну переорієнтацію економіки на принципи низьковуглецевого зростання.

Окреме аналітичне значення має також підхід Європейського інвестиційного банку та Світового банку до фінансування проектів декарбонізації важкої промисловості, де вторинна металургія розглядається як один із пріоритетних напрямів «зеленої» трансформації у країнах із підвищеними воєнними та інфраструктурними ризиками [10]. У відповідних аналітичних звітах наголошується, що проекти з перероблення металевих відходів

мають вищі шанси на отримання пільгового фінансування та гарантій, оскільки поєднують кліматичний ефект зі швидкою віддачею інвестицій. Це додатково підтверджує, що вторинна металургія переходить у статус фінансово верифікованого інструменту кліматичної політики, а не залишається суто екологічною ініціативою. Відтак, пропонується концептуальна модель кліматично відповідальної циркулярної металургії на основі вторинного використання знищеної бронетехніки (рис. 1).

Впровадження моделі циркулярної металургії суттєво змінює економічну логіку поводження з військовими відходами: вони трансформуються з екологічного тягаря у фактор формування доданої вартості. Ключовим ефектом є так званий «ефект заміщення», за якого кожна тона вторинного металу витісняє видобуток і первинну переробку рудної сировини, зменшуючи енерговитрати та вуглецеву інтенсивність виробництва. За оцінками галузевих досліджень, виплавка сталі з брухту в електродугових печах потребує у кілька разів менше енергії порівняно з повним доменним циклом, що безпосередньо відображається у скороченні непрямих викидів CO₂ та загальному зниженні техногенного навантаження.

З огляду на матеріальну структуру сучасної бронетехніки, до 85–90 % її маси становлять металеві компоненти, з яких переважають

броньовані сталі, леговані чавуни та алюмінієві сплави. Середній танк або бойова машина піхоти містить приблизно 40–55 т сталі, 1,5–3,0 т алюмінію, 0,5–1,2 т міді, а також домішки нікелю, хрому та молібдену у вигляді легувальних елементів. Таким чином, масове знищення важкої техніки формує значний техногенний резерв металів, який за масштабами співвідноситься з середніми родовищами промислової сировини.

На прикладі російсько-української війни можна оцінити потенціал можливої вторинної переробки, оскільки за даними Генерального штабу ЗСУ станом на 01.12. 2025 року знищено 11387 танків, 23687 бойових броньованих машин.

Коефіцієнт вилучення металів при рециклінгу військового брухту за умови організованого демонтажу оцінюється на рівні 92–97 % для сталі, 85–92 % для алюмінію та 90–95 % для міді. Водночас без технологічно впорядкованого процесу ці показники знижуються до 60–70 %, що означає втрату стратегічно цінних елементів і зростання частки непридатних відходів. Це свідчить, що ефективність рециклінгу визначається не лише кількістю наявного брухту, а й рівнем організації інфраструктури перероблення.

У практичному вимірі навіть обмежена інтеграція вторинних металів у відбудову

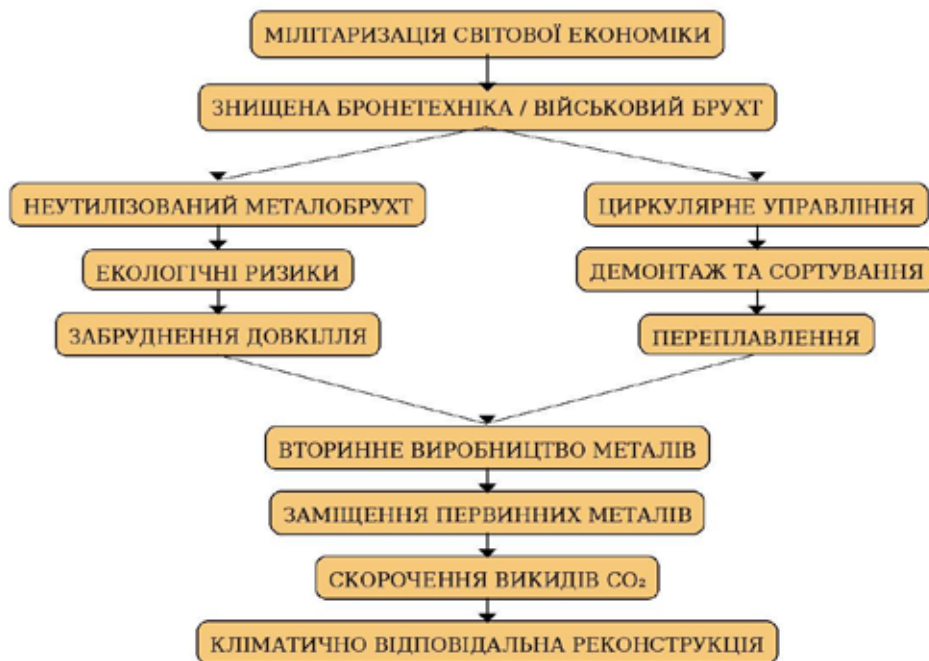


Рис. 1. Концептуальна модель кліматично відповідальної циркулярної металургії на основі вторинного використання знищеної бронетехніки

Джерело: сформовано авторами в Python 3.12 на основі [11-15]

здатна забезпечити суттєвий ефект. Якщо умовно переробляти 1 млн. тонн військового металобрухту, це дозволяє отримати близько 920–950 тис. тонн конструкційної сталі, 70–90 тис. тонн алюмінію та до 20 тис. тонн міді, що еквівалентно річному випуску середнього металургійного підприємства регіонального масштабу. Для післяконфліктних економік це означає можливість часткового забезпечення будівельного, машинобудівного й транспортного секторів без залучення імпортової сировини.

Особливе значення має відновлення легованих елементів. У бронестелях вміст нікелю та хрому може сягати 2–4 %, що в перерахунку на 1 млн. тонн брухту означає вилучення до 20–40 тис. тонн стратегічних легувальних металів. Це істотно знижує дефіцит рідкісних ресурсів і зменшує вразливість промисловості до коливань світових сировинних ринків [16].

Отже, кількісний аналіз підтверджує, що рециклінг знищеної бронетехніки слід розглядати не як допоміжний захід утилізації, а як індустріальний механізм відтворення металургійної сировинної бази, здатний компенсувати втрати виробничих потужностей, підтримати відновлення промисловості й сформувати матеріальну основу економічної реконструкції.

Аналітичне порівняння первинної та вторинної металургії дозволяє стверджувати, що використання знищеної бронетехніки як сировинної бази створює мультиплікативний ефект для економіки відбудови. По-перше, формується внутрішнє джерело ресурсів, що зменшує імпорتنу залежність країн, які перебувають у післявоєнній фазі. По-друге, локалізація переробних потужностей скорочує логістичні витрати та супутні викиди від транспортування сировини. По-третє, створюються додаткові робочі місця у сферах збирання, демонтажу, сортування та переплавлення, що сприяє соціально-економічній стабілізації вразливих регіонів.

Разом із позитивними ефектами модель вторинної металургії передбачає наявність технологічних та інституційних ризиків. Зокрема, неконтрольоване накопичення військового брухту без процедури знешкодження може призвести до забруднення довкілля залишками паливно-мастильних матеріалів, важкими металами та елементами вибухових речовин. Це зумовлює необхідність формування жорстких стандартів безпечного демонтажу та перероблення, а також впровадження

екологічного моніторингу на кожному етапі життєвого циклу вторинного металу.

З макроекономічної позиції вторинне використання бронетехніки слід розглядати як елемент кліматичної промислової політики, орієнтованої на поєднання відновлення з декарбонізацією. У разі інтеграції таких підходів у державні програми відбудови досягається подвійний ефект: скорочуються національні викиди парникових газів і водночас активізується індустріальна модернізація. Зростає роль держави як координатора інвестиційних процесів, формувача стандартів та гаранта екологічної безпеки, тоді як приватний сектор отримує стимули для інвестування в екологічно чисті технології [17].

У результаті модель циркулярної металургії з військових відходів набуває системного значення як інструмент реалізації концепції «зеленої» реконструкції [7,8]. Нами підтримується позиція W. Leal Filho зі співавторами, що інтеграція кліматичних критеріїв у відбудову дозволяє уникнути «вуглецевої пастки реконструкції», коли темпи відновлення супроводжуються новим стрибком викидів [7].

Згідно з оцінками R. Bun, G. Marland, T. Oda та L. See, воєнні дії формують значний обсяг «відкладених емісій», які проявляються саме у фазі відбудови, що робить вторинну металургію критично важливим компенсаторним механізмом [8]. Вона дозволяє трансформувати наслідки війни з виключно деструктивного чинника в основу для формування нової моделі економічного зростання, орієнтованої на ресурсну ефективність, зниження вуглецевого сліду та довгострокову екологічну стійкість.

Висновки. У дослідженні доведено, що мілітаризація світової економіки є суттєвим, але системно недооціненим джерелом глобальних кліматичних ризиків, оскільки військово-промисловий сектор формує значний вуглецевий слід через енергоємне виробництво металів, інтенсивні логістичні потоки, використання викопних ресурсів та масштабні руйнування критичної інфраструктури, що поглиблює структурну нестійкість системи сталого розвитку. Обґрунтовано, що вторинне використання знищеної бронетехніки здатне виконувати не лише утилізаційну, а й стратегічну кліматичну функцію, перетворюючись на ефективний інструмент декарбонізації металургійної галузі шляхом скорочення енергоємності виробництва, зменшення обсягів первинного видобутку сировини та зниження викидів CO₂ упродовж усього життєвого циклу

металопродукції. Порівняльний аналіз первинної та вторинної металургії підтвердив наявність прямого зв'язку між технологічною структурою галузі та динамікою національних викидів: перехід до електроплавильних технологій на основі металобрухту формує довгострокові кліматичні дивіденди, посилює адаптивність промисловості та створює підґрунтя для кліматично орієнтованої індустріальної політики.

Встановлено, що циркулярна металургія у післяконфліктних економіках має виразний мультиплікативний ефект, оскільки поєднує екологічні результати зі зростанням зайнятості, скороченням імпортової залежності, формуванням внутрішніх ланцюгів створення доданої вартості та активізацією інвестиційної динаміки, що посилює економічну резилієнтність держав. Показано, що масштаби впровадження вторинної металургії визначаються рівнем інституційної спроможності: недосконале регулювання, відсутність стандартизованих процедур безпечної утилізації, нестача ринкових стимулів і обмежений доступ до зеленого фінансування істотно стримують модернізаційні процеси. Обґрунтовано потребу в інституційному перезавантаженні політики поводження з військовими відходами

шляхом гармонізації екологічних стандартів, вуглецевої сертифікації металургійної продукції, створення податкових стимулів для переробних підприємств і включення військових потоків до систем вуглецевого обліку.

Доведено доцільність інтеграції вторинної металургії в державні програми «зеленої» реконструкції та політику кліматичної нейтральності як ключового елемента післявоєнної структурної трансформації економіки. Акцентовано, що залучення міжнародних фінансових інституцій, кліматичних фондів та механізмів гарантування інвестицій істотно знижує ризики для приватного сектору та водночас підвищує фінансову життєздатність проєктів рециклінгу. Узагальнено, що перероблення знищеної бронетехніки трансформує наслідки війни з виключно деструктивного чинника у ресурс індустріальної модернізації, прискорення декарбонізації та формування кліматично відповідального відновлення економіки. Запропонована концептуальна модель доцільна для використання при розробленні низьковуглецевих індустріальних стратегій країн, що зазнали наслідків збройних конфліктів, а також у процесі формування національних планів кліматичної та промислової трансформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Parkinson S., Cottrell L. Estimating the Military's Global Greenhouse Gas Emissions. Scientists for Global Responsibility, Conflict and Environment Observatory. Available at: <https://ceobs.org/estimating-the-militarys-global-greenhouse-gas-emissions/> (accessed November 23, 2025).
2. Crawford N. The Pentagon, climate change, and war. Security Dialogue. Available at: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/09670106221103860> (accessed November 23, 2025).
3. Neimark B., Belcher O., Bigger P., Isenberg N., Kennelly C. Confronting the carbon footprint of the US military. Energy Research & Social Science. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629624000307> (accessed November 23, 2025).
4. Conflict and Environment Observatory (CEOBS). The Military Emissions Gap. Available at: <https://ceobs.org/the-military-emissions-gap/> (accessed November 23, 2025).
5. Bun R., Marland G., Oda T., See L., et al. Tracking unaccounted greenhouse gas emissions due to war: Evidence from Ukraine. Science of the Total Environment. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969724000135> (accessed November 23, 2025).
6. Leal Filho W., et al. War and the environment: The implications of armed conflicts for sustainable development. Sustainability. Available at: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/3/2156> (accessed November 23, 2025).
7. International Energy Agency. Emissions Intensity of Steel Production. Available at: <https://www.iea.org/reports/emissions-intensity-of-steel-production> (accessed November 23, 2025).
8. World Steel Association. World Steel in Figures 2024. Available at: <https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/world-steel-in-figures/> (accessed November 23, 2025).
9. Cullen J., Allwood J. Theoretical efficiency limits for energy use in steel production. Energy. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544221022287> (accessed November 23, 2025).
10. European Commission. Circular Economy Action Plan. Available at: https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en (accessed November 23, 2025).
11. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Circular Economy for Industrial Development in Ukraine. Available at: <https://www.unido.org/resources-publications> (accessed November 23, 2025).

12. EU4Environment, UNIDO. Scoping the Circular Future Ukraine. Available at: <https://www.eu4environment.org> (accessed November 23, 2025).
13. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), International Advisory Group (IACG). Ukraine Environmental Damage Assessment. Available at: <https://unece.org> (accessed November 23, 2025).
14. WWF Ukraine, Boston Consulting Group (BCG). Ukraine: A Sustainable Recovery for People and Nature. Available at: <https://wwf.ua/> (accessed November 23, 2025).
15. Kuruüzüm U. From rubble to rebuilding: Recycling scrap metal on the ISIS–Iraqi Kurdistan war frontier. Focaal. Available at: <https://www.berghahnjournals.com/view/journals/focaal> (accessed November 23, 2025).
16. International Energy Agency. The Role of Recycling in the Steel Value Chain. Available at: <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap> (accessed November 23, 2025).
17. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Policy Perspectives on the Circular Economy. Available at: <https://www.oecd.org/environment/circular-economy/> (accessed November 23, 2025).

REFERENCES:

1. Parkinson S., Cottrell L. Estimating the Military's Global Greenhouse Gas Emissions. Scientists for Global Responsibility, Conflict and Environment Observatory. Available at: <https://ceobs.org/estimating-the-militarys-global-greenhouse-gas-emissions/> (accessed November 23, 2025).
2. Crawford N. The Pentagon, climate change, and war. Security Dialogue. Available at: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/09670106221103860> (accessed November 23, 2025).
3. Neimark B., Belcher O., Bigger P., Isenberg N., Kennelly C. Confronting the carbon footprint of the US military. Energy Research & Social Science. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629624000307> (accessed November 23, 2025).
4. Conflict and Environment Observatory (CEOBS). The Military Emissions Gap. Available at: <https://ceobs.org/the-military-emissions-gap/> (accessed November 23, 2025).
5. Bun R., Marland G., Oda T., See L., et al. Tracking unaccounted greenhouse gas emissions due to war: Evidence from Ukraine. Science of the Total Environment. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969724000135> (accessed November 23, 2025).
6. Leal Filho W., et al. War and the environment: The implications of armed conflicts for sustainable development. Sustainability. Available at: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/3/2156> (accessed November 23, 2025).
7. International Energy Agency. Emissions Intensity of Steel Production. Available at: <https://www.iea.org/reports/emissions-intensity-of-steel-production> (accessed November 23, 2025).
8. World Steel Association. World Steel in Figures 2024. World Steel Association. Available at: <https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/world-steel-in-figures/> (accessed November 23, 2025).
9. Cullen J., Allwood J. Theoretical efficiency limits for energy use in steel production. Energy. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544221022287> (accessed November 23, 2025).
10. European Commission. Circular Economy Action Plan.. Available at: https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en (accessed November 23, 2025).
11. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Circular Economy for Industrial Development in Ukraine.. Available at: <https://www.unido.org/resources-publications> (accessed November 23, 2025).
12. EU4Environment, UNIDO. Scoping the Circular Future Ukraine. Available at: <https://www.eu4environment.org> (accessed November 23, 2025).
13. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), International Advisory Group (IACG) Ukraine Environmental Damage Assessment.. Available at: <https://unece.org> (accessed November 23, 2025).
14. WWF Ukraine, Boston Consulting Group (BCG). Ukraine: A Sustainable Recovery for People and Nature. Available at: <https://wwf.ua/> (accessed November 23, 2025).
15. Kuruüzüm U. From rubble to rebuilding: Recycling scrap metal on the ISIS–Iraqi Kurdistan war frontier. Focaal. Available at: <https://www.berghahnjournals.com/view/journals/focaal> (accessed November 23, 2025).
16. International Energy Agency. The Role of Recycling in the Steel Value Chain. Available at: <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap> (accessed November 23, 2025).
17. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Policy Perspectives on the Circular Economy. Available at: <https://www.oecd.org/environment/circular-economy/> (accessed November 23, 2025).