УДК 338.4(477):355/359
JEL: C43; H54; H56; O18
DOI: https://doi.org/10.32983/2222-4459-2026-9-8-21

ДИНАМІКА ТА СТРУКТУРНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРЯМОЇ ШКОДИ, ЕКОНОМІЧНИХ ВТРАТ І ПОТРЕБ У ВІДНОВЛЕННІ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ RDNA1–RDNA5

©2026 **ТРУШКІНА Н. В.**

УДК 338.4(477):355/359
JEL: C43; H54; H56; O18

Трушкіна Н. В. Динаміка та структурна трансформація прямої шкоди, економічних втрат і потреб у відновленні критичної інфраструктури України: порівняльний аналіз RDNA1–RDNA5

Недостатньо дослідженим залишається питання, як за тривалого воєнного впливу одночасно трансформуються пряма шкода, економічні втрати та потреби у відновленні, наскільки узгоджуються їх секторні структури та як змінюється роль базових інфраструктурних систем у формуванні наслідків війни. З огляду на це, метою статті є виявлення закономірностей динамічної та структурної трансформації цих показників на основі порівняння RDNA1–RDNA5. Інформаційну базу становлять п'ять раундів Rapid Damage and Needs Assessment, що охоплюють період від початку повномасштабної війни до 31 грудня 2025 р. Застосовано структурно-динамічний, індексний, коефіцієнтний і ранговий аналіз, аналіз структурних часток, індекс Герфіндаля – Гіршмана та декомпозицію секторних внесків. У результаті дослідження встановлено, що між RDNA1 та RDNA5 пряма шкода зросла на 100,3%, потреби у відновленні – на 68,6%, а оцінений сукупний обсяг економічних втрат – на 164,6%. Виявлено відсутність пропорційної відповідності між фізичним, економічним і ресурсним вимірами наслідків війни, істотний незбіг секторних рангів та відмінні траєкторії концентрації. На базові інфраструктурні сектори припало 42,2% приросту прямої шкоди, 29,5% приросту економічних втрат і 50,2% приросту потреб, що засвідчує посилення їх ролі у формуванні ресурсних потреб відновлення. Наукова новизна дослідження полягає в комплексному структурно-динамічному зіставленні RDNA1–RDNA5 як послідовних аналітичних зрізів, сформованих за різних часових, інформаційних і методологічних умов, що дало змогу виявити асиметрії між шкодою, втратами та потребами, зміни секторної концентрації, рангів і внеску базових інфраструктурних систем. Обґрунтовано, що масштаб прямої шкоди не є достатнім критерієм визначення пріоритетів. Практична цінність результатів дослідження полягає у формуванні аналітичного підґрунтя для багатовимірної пріоритизації відновлення та публічних інвестицій з урахуванням шкоди, втрат, потреб і функціональної значущості інфраструктурних секторів в Україні.

Ключові слова: *національна економіка; критична інфраструктура; базові інфраструктурні сектори; структурно-динамічний аналіз; пряма шкода; економічні втрати; потреби у відновленні; структурна трансформація; секторна структура; секторна концентрація; інфраструктурна стійкість; резильєнтність критичної інфраструктури; повоєнна відбудова економіки; публічні інвестиції.*
Табл.: *5.* ***Бібл.:*** *24.*

Трушкіна Наталія Валеріївна *– кандидат економічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник сектора промислової політики та інноваційного розвитку відділу промислової політики та енергетичної безпеки, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)*
E-mail: *trushkina@nas.gov.ua*
ORCID: *https://orcid.org/0000-0002-6741-7738*

UDC 338.4(477):355/359
JEL: C43; H54; H56; O18

Trushkina N. V. Dynamics and Structural Transformation of Direct Damage, Economic Losses, and Recovery Needs of Ukraine's Critical Infrastructure: A Comparative Analysis of RDNA1–RDNA5

An insufficiently explored issue is how direct damage, economic losses, and recovery needs transform simultaneously under prolonged wartime impacts, to what extent their sectoral structures are aligned, and how the role of core infrastructure systems in shaping the consequences of war changes over time. Against this background, the aim of the article is to identify the patterns of dynamic and structural transformation of these indicators through a comparative analysis of RDNA1–RDNA5. The empirical basis comprises five rounds of the Rapid Damage and Needs Assessment, covering the period from the beginning of the full-scale war through 31 December 2025. The methodological framework combines structural and dynamic, index, coefficient, and ranking analyses, analysis of sectoral shares, the Herfindahl–Hirschman Index, and decomposition of sectoral contributions. The results show that between RDNA1 and RDNA5, direct damage increased by 100.3%, recovery needs by 68.6%, and the estimated cumulative volume of economic losses by 164.6%. The analysis reveals a lack of proportional correspondence between the physical, economic, and resource dimensions of the consequences of war, substantial divergence in sectoral rankings, and distinct trajectories of sectoral concentration. Core infrastructure sectors accounted for 42.2% of the increase in direct damage, 29.5% of the increase in economic losses, and 50.2% of the increase in recovery needs, indicating their growing role in shaping future resource requirements for recovery. The novelty of the study lies in the integrated structural and dynamic comparison of RDNA1–RDNA5 as consecutive analytical snapshots formed under differing temporal, informational, and methodological conditions. This approach makes it possible to identify asymmetries between damage, losses, and needs, as well as changes in sectoral concentration, rankings, and the contribution of core infrastructure systems. It is demonstrated that the scale of direct damage alone is not a sufficient criterion for setting recovery priorities. The practical value of the study lies in providing an analytical basis for the multidimensional prioritization of recovery and public investment, taking into account direct damage, economic losses, recovery needs, and the functional significance of infrastructure sectors in Ukraine.

Keywords: *national economy; critical infrastructure; core infrastructure sectors; structural and dynamic analysis; direct damage; economic losses; recovery needs; structural transformation; sectoral structure; sectoral concentration; infrastructure resilience; critical infrastructure resilience; postwar economic reconstruction; public investment.*
Tabl.: *5.* ***Bibl.:*** *24.*

Trushkina Nataliia V. *– PhD (Economics), Senior Research Stuff Member, Senior Research Fellow of the Sector of Industrial Policy and Innovative Development of the Department of Industrial Policy and Energy Security, Research Center for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)*
E-mail: *trushkina@nas.gov.ua*
ORCID: *https://orcid.org/0000-0002-6741-7738*

Повномасштабна війна суттєво змінила масштаби та характер економічних наслідків руйнування інфраструктури України. На відміну від традиційної посткризової моделі, коли оцінювання завданої шкоди передує розгортанню реструктуризації та відбудові, в Україні ці процеси відбуваються одночасно з продовженням бойових дій. Нові пошкодження виникають паралельно з ремонтними роботами, частина вже відремонтованих об'єктів зазнає повторних атак, змінюються умови функціонування територій, вартість обладнання та будівельних робіт, логістичні зв'язки та вимоги до безпеки. За таких обставин оцінювання наслідків війни перестає бути одноразовою процедурою та набуває характеру постійного уточнення масштабів руйнувань і ресурсів, необхідних для відбудови.

Особливої ваги ця проблема набуває для критичної інфраструктури [1], від стабільної роботи якої залежать життєдіяльність населення, функціонування економіки, стійкість територій і здатність держави забезпечувати базові послуги в умовах воєнних загроз [2]. Економічні наслідки пошкодження таких систем не обмежуються вартістю зруйнованого або втраченого майна. Припинення чи обмеження їх роботи спричиняє скорочення виробництва, втрату доходів, зростання операційних витрат, порушення господарських зв'язків, обмеження доступу до послуг і поширення негативних ефектів на суміжні сектори економіки.

Це зумовлює необхідність чіткого розмежування прямої шкоди, економічних втрат і потреб у відновленні. Пряма шкода відображає передусім вартість пошкоджених фізичних активів. Економічні втрати характеризують наслідки порушення їх роботи, які можуть накопичуватися протягом тривалого часу та виходити за межі безпосередньо ураженого сектора. Потреби у відновленні, своєю чергою, визначають обсяг майбутнього ресурсу, необхідного не лише для відтворення втрачених активів, а й для їх модернізації, посилення захисту, підвищення надійності й адаптації до нових ризиків. Отже, ці показники тісно пов'язані між собою, проте відображають різні сторони економічних наслідків війни.

Саме в цьому полягає одна з ключових наукових проблем дослідження. Зростання абсолютних оцінок шкоди, втрат і потреб саме по собі не дає достатнього уявлення про те, як змінюється економічна структура наслідків війни. Важливо встановити, чи однаковими темпами накопичуються фізичні руйнування та економічні втрати, як змінюється співвідношення між вартістю пошкоджених активів і ресурсами, необхідними для їх реконструкції, які сектори посилюють або втрачають свою вагу в загальній структурі наслідків та яку роль у цих процесах відіграють базові інфраструктурні системи.

Додаткову складність створює те, що послідовні оцінки формуються в різні моменти часу та за неоднакового обсягу доступної інформації. У міру продовження війни уточнюються вихідні дані, змінюються секторні оцінки, цінові параметри, склад потреб і вимоги до майбутньої реконструкції. Тому збільшення або зменшення окремого показника не завжди можна пояснити лише новими фізичними руйнуваннями. Без урахування цих обставин пряме зіставлення абсолютних величин може призводити до спрощеного розуміння фактичних тенденцій і структурних зрушень.

Для критичної інфраструктури це питання має безпосереднє практичне значення. В умовах обмежених фінансових ресурсів черговість відбудови не може визначатися лише величиною прямої шкоди. Сектор із відносно меншою вартістю пошкоджених активів може спричиняти значно більші економічні втрати через тривале порушення роботи або потребувати значного ресурсу для відновлення критичних функцій на вищому рівні безпеки та стійкості. Відповідно, визначення пріоритетів має ґрунтуватися не лише на масштабах руйнувань, а й на співвідношенні між шкодою, втратами та потребами, їх секторній структурі, динаміці та рівні концентрації.

Актуальність дослідження визначається необхідністю перейти від фіксації сукупних масштабів економічних наслідків війни до виявлення закономірностей їх структурної трансформації. Такий підхід дає змогу глибше оцінити роль базових інфраструктурних секторів в умовах воєнних загроз; виявити асиметрії між прямою шкодою, економічними втратами та потребами у відновленні та сформувати аналітичне підґрунтя для більш обґрунтованого визначення напрямів розвитку критичної інфраструктури України.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Дослідження економічних наслідків руйнування інфраструктури сформували кілька взаємопов'язаних наукових підходів. У зарубіжній літературі найбільш виразно представлено підходи до оцінювання шкоди, втрат і потреб; функціонально-системний підхід до визначення стійкості інфраструктури; а також концепції реконструкції, орієнтованої на зниження майбутніх ризиків. У вітчизняних дослідженнях домінують безпековий, функціональний, державно-управлінський і відновлювальний напрями, зміст яких істотно трансформувався під впливом повномасштабної війни.

Методичну основу першого зарубіжного напряму становлять підходи DaLA та PDNA, у межах яких розмежовуються фізична шкода, зміни економічних потоків і ресурси, які необхідно для реконструкції [3–5]. Їх принципове значення полягає в переході від оцінювання лише вартості зруйнованих активів до ширшого вимірювання економічних наслідків та майбутніх потреб. Водночас такі методики сформувалися переважно для посткризових умов, коли руйнівна подія має відносно визначені часові межі. Тривалий воєнний конфлікт ускладнює цю логіку, оскільки нові пошкодження виникають одночасно з ремонтними роботами, економічні втрати продовжують накопичуватися, а раніше визначені потреби переглядаються в міру зміни масштабів руйнувань, вартості ресурсів і параметрів майбутньої реконструкції [3–6].

Другий напрям зарубіжних досліджень ґрунтується на функціональному та системному розумінні інфраструктури. У межах цього підходу її стан оцінюється не лише за масштабом фізичних пошкоджень, а й за здатністю зберігати критично важливі функції, тривалістю порушення послуг, швидкістю відновлення, адаптивністю, наявністю резервних можливостей і взаємозалежністю з іншими системами [7–11]. Систематичні огляди свідчать про поступове розширення інструментарію оцінювання стійкості – від наборів індикаторів до мережевих, імовірнісних і динамічних моделей [7–10; 12]. Такий підхід особливо важливий для критичної інфраструктури, оскільки однакова за вартістю фізична шкода може мати різні економічні наслідки залежно від функції пошкодженого елемента, його місця в мережі, можливості заміщення та масштабу вторинних порушень.

Економічне трактування інфраструктурної стійкості також виходить за межі вартості втрачених активів. Перебої в енергопостачанні, водопостачанні, транспорті або телекомунікаціях створюють додаткові втрати для підприємств і населення та можуть поширюватися на інші сектори економіки [11]. Звідси випливає принципова відмінність між прямою шкодою та економічними втратами: перша характеризує насамперед фізичний результат руйнування, тоді як другі накопичуються впродовж періоду порушення відповідних функцій. Розвиток мережевих і динамічних методів дозволяє враховувати ці взаємозалежності та аналізувати можливі сценарії поширення порушень і відновлення систем [12].

Окремий напрям зарубіжних досліджень сформувався навколо проблем відновлення та модернізації в умовах конфліктів та підвищеного ризику. На відміну від традиційних моделей реагування на природні катастрофи, такі підходи враховують неповноту інформації, можливість повторного пошкодження, територіальну нерівномірність наслідків, обмеженість ресурсів і необхідність визначення черговості відновлення [6]. Ця логіка поєднується з концепцією Build Back Better, відповідно до якої реконструкція та відбудова не має автоматично відтворювати попередні вразливості, а має передбачати підвищення надійності, безпеки та стійкості інфраструктурних систем [13]. Відповідно, величина потреб може перевищувати вартість прямої шкоди не лише внаслідок цінових змін, а й через модернізацію, технологічне оновлення та приведення інфраструктури до вищих стандартів.

У дослідженнях, присвячених Україні, міжнародна логіка стійкої реконструкції доповнюється питаннями інституційної спроможності, пріоритизації та довгострокової модернізації. Відбудова розглядається не як повернення до довоєнного стану, а як можливість структурного оновлення економіки, посилення її інтеграції з ЄС і формування сучасної інфраструктурної основи розвитку [14]. Водночас сучасна інфраструктурна політика потребує не лише визначення загального обсягу ресурсів, а й обґрунтованого відбору проєктів, їх належної підготовки, ефективного фінансування та управління протягом усього життєвого циклу [15].

У вітчизняному науковому доробку можна виокремити два взаємопов'язані напрями. Перший пов'язано зі *стійкістю критичної інфраструктури та збереженням життєво важливих функцій і послуг*. У цьому контексті увага поступово зміщується від захисту окремого об'єкта до забезпечення безперервності функцій, які він виконує для населення, економіки й держави [16]. Другий напрям охоплює *проблеми реконструкції та подальшого розвитку критичної інфраструктури*. У відповідних працях досліджуються особливості деокупованих територій, послідовність реконструктивних заходів, державне регулювання, планування, фінансування, модернізація та формування стратегічних засад повоєнного розвитку [17–19].

Порівняння зарубіжних і вітчизняних напрацювань показує відмінність їх основних дослідницьких акцентів. Зарубіжні підходи більшою мірою формалізують співвідношення між фізичним станом інфраструктури, її функціональністю, стійкістю та економічними наслідками, використовуючи індикаторні, мережеві, імовірнісні та динамічні моделі [6–12]. Вітчизняні дослідження значно глибше враховують специфіку воєнного середовища, територіальні умови, державне управління та стратегічні завдання реконструкції [16–19]. Водночас поєднання цих двох дослідницьких площин поки залишається неповним. Зокрема, недостатньо досліджено такі питання: як упродовж тривалого періоду воєнних руйнувань одночасно змінюються пряма шкода, економічні втрати та потреби у відновленні; чи однаковою є секторна структура цих показників; як змінюється рівень їх концентрації та чи зберігають одні й ті самі сектори провідні позиції за різними видами економічних наслідків. Окремого дослідження потребує динаміка базових інфраструктурних секторів, оскільки їх значення визначається не лише вартістю пошкоджених активів, а й роллю в забезпеченні безперервності критично важливих функцій.

Наявні праці також не дають вичерпної відповіді на питання, як коректно порівнювати послідовні оцінки шкоди, втрат і потреб, сформовані за різних часових, інформаційних і вартісних умов. Саме ця прогалина обґрунтовує необхідність структурно-динамічного аналізу, який дозволяє простежити зміну співвідношень між трьома видами економічних наслідків, оцінити їх секторну трансформацію та визначити місце базових секторів критичної інфраструктури в загальній динаміці наслідків війни в Україні.

МЕТА, ГІПОТЕЗА ТА ДОСЛІДНИЦЬКІ ПИТАННЯ

Метою даного дослідження є виявлення закономірностей динаміки та структурної трансформації прямої шкоди, економічних втрат і потреб у відновленні критичної інфраструктури України на основі порівняльного аналізу RDNA1–RDNA5, а також встановлення змін у ролі базових інфраструктурних секторів у формуванні сукупних економічних наслідків війни.

Досягнення поставленої мети передбачає аналіз не лише абсолютної динаміки показників, а й змін їх співвідношень, секторної структури та концентрації з урахуванням відмінностей між окремими раундами оцінювання.

В основу дослідження покладено гіпотезу про те, що за тривалого порушення функціонування інфраструктурних систем економічні втрати накопичуються випереджальними темпами порівняно з прямою фізичною шкодою, тоді як потреби у відновленні формуються під впливом не лише вартості пошкоджених активів, а й необхідності відновлення критично важливих функцій, модернізації та підвищення стійкості інфраструктури. Відповідно, пряма шкода, економічні втрати та потреби у відновленні характеризуються різними динамічними та структурними пропорціями, а внесок окремих інфраструктурних секторів у їх формування змінюється в часі.

Для перевірки сформульованої гіпотези поставлено такі дослідницькі питання:

- як змінювалися масштаби та співвідношення прямої шкоди, економічних втрат і потреб у відновленні України від RDNA1 до RDNA5 та чи підтверджується випереджальне накопичення економічних втрат порівняно з прямою фізичною шкодою;
- як трансформувалися секторна структура та концентрація прямої шкоди, економічних втрат і потреб у відновленні та наскільки збігаються позиції окремих секторів за цими трьома видами показників;
- як змінювався внесок базових інфраструктурних секторів у загальнонаціональні обсяги прямої шкоди, економічних втрат і потреб у відновленні та які висновки з виявлених структурних змін випливають для визначення пріоритетів реконструкції критичної інфраструктури.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження ґрунтується на порівняльному структурно-динамічному аналізі економічних наслідків руйнування інфраструктури України. Інформаційну базу становлять п'ять послідовних звітів Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA1–RDNA5), які охоплюють період від початку повномасштабної війни до 31 грудня 2025 р. RDNA1 містить оцінки станом на 1 червня 2022 р.; RDNA2 – на 24 лютого 2023 р.; RDNA3 – на 31 грудня 2023 р.; RDNA4 – на 31 грудня 2024 р., RDNA5 – на 31 грудня 2025 р.

Аналіз охоплює три групи показників: пряму шкоду (*damage*), економічні втрати (*losses*) та потреби у відновленні (*needs*). Їх розмежування дозволяє одночасно врахувати масштаби фізичних руйнувань, економічні наслідки порушення діяльності та надання послуг, а також ресурс, який необхідно для реконструкції, відновлення функцій та модернізації інфраструктури.

RDNA1–RDNA5 розглядаються як послідовні аналітичні зрізи, а не як однорідний статистичний часовий ряд. Окремі раунди відрізняються трива-

лістю охопленого періоду, обсягом доступної та верифікованої інформації, ціновими параметрами та, в окремих випадках, межами секторної класифікації. Тому міжраундові зміни трактуються як зміни оцінених значень відповідних показників, а не як точний обсяг нової шкоди, втрат чи потреб, що виникли між двома датами.

Для забезпечення зіставності попередньо узгоджено назви, зміст і межі секторів у п'яти раундах RDNA. За наявності методологічних або класифікаційних відмінностей вони враховувалися під час інтерпретації результатів. Відсутні значення не замінювалися умовними розрахунками.

Для аналізу критичної інфраструктури сформовано базовий інфраструктурний блок, до якого включено енергетику та видобувні галузі, транспорт, телекомунікації, цифрову інфраструктуру та медіа, водопостачання та санітарію, а також муніципальні послуги. Таке групування забезпечує зіставність даних у RDNA1–RDNA5 і дозволяє окремо простежити динаміку секторів, від яких безпосередньо залежить надання базових послуг і функціонування інших складових економіки. Сформований блок має аналітичне призначення та не ототожнюється з офіційним переліком об'єктів критичної інфраструктури України.

Методичний інструментарій дослідження включає контент-аналіз, порівняльний і структурно-динамічний аналіз, індексний метод, аналіз структурних часток, коефіцієнтний і ранговий аналіз, індекс Герфіндаля – Гіршмана, декомпозицію секторних внесків та графічний метод. Їх поєднання дало можливість оцінити масштаби й темпи зміни прямої шкоди, економічних втрат і потреб у відновленні; встановити зміни їх співвідношень і секторної структури; визначити рівень концентрації та зміни позицій окремих секторів; оцінити їх внесок у загальну динаміку показників, а також простежити зміну ролі базових інфраструктурних секторів у формуванні економічних наслідків війни.

РЕЗУЛЬТАТИ

Порівняння п'яти послідовних раундів Швидкої оцінки шкоди та потреб України (*Rapid Damage and Needs Assessment – RDNA*) – RDNA1–RDNA5 – дає змогу простежити, як у міру продовження повномасштабної війни змінювалися не лише загальні масштаби прямої шкоди, економічних втрат і потреб у відновленні, а й співвідношення між ними та їх секторна структура. Водночас кількісні результати окремих раундів потребують обережного міжчасового зіставлення. RDNA1 відображає оцінку станом на 1 червня 2022 р., тоді як RDNA5 – станом на 31 грудня 2025 р. У наступних раундах розширювалися інформаційна база та часовий горизонт оцінювання, уточнювалися окремі секторні межі та зміст потреб у відновленні [20–24]. Тому міжраундові зміни доцільно трактувати передусім як зміни оцінених масштабів і структури економічних наслідків війни, а не як точну величину нової шкоди, втрат або потреб, що виникли виключно між двома датами.

Першою виразною закономірністю є неоднакова швидкість зміни трьох основних складових економічних наслідків війни. Між RDNA1 і RDNA5 оцінена пряма шкода збільшилася з 97,4 до 195,1 млрд дол. США, економічні втрати – з 252,0 до 666,7 млрд дол. США, а потреби у відновленні – з 348,5 до 587,7 млрд дол. США (*табл. 1*) [20–24].

Динаміка трьох показників істотно відрізняється. Пряма шкода за досліджуваний період практично подвоїлася, потреби збільшилися на 68,6%, тоді як економічні втрати – на 164,6%. Найбільше розходження спостерігається між RDNA2 та RDNA3: за збільшення прямої шкоди на 13,2% оцінені економічні втрати зросли на 72,7%. Такий стрибок не можна трактувати як безпосередній економічний результат додаткової фізичної шкоди, оскільки RDNA3 охоплює довший період війни, розширену інформаційну базу та ширший спектр оцінюваних наслідків [22]. Однак сама різниця в темпах свідчить, що зі збільшенням тривалості війни сукупні економічні наслідки порушення функціонування дедалі сильніше віддаляються від вартості безпосередньо пошкодженого капіталу.

Ця тенденція стає ще виразнішою при зіставленні основних показників між собою (*табл. 2*).

Після зниження у RDNA2 співвідношення економічних втрат і прямої шкоди послідовно зростає й у RDNA5 досягає 3,42. Водночас співвідношення потреб і прямої шкоди після RDNA1 коливається у відносно вузькому діапазоні – від 2,97 до 3,19. Це не дає підстав використовувати отримане співвідношення як універсальний нормативний коефіцієнт, оскільки склад потреб, секторні пропорції та умови оцінювання змінюються між раундами. Проте така відносна стабільність свідчить про стійкий розрив між вартістю пошкоджених активів і ресурсами, необхідними для їх повноцінного відновлення, реконструкції та модернізації.

Важлива зміна відбувається й у співвідношенні економічних втрат і потреб. У RDNA1 і RDNA2 потреби перевищували втрати відповідно на 96,5 і 121,5 млрд дол. Починаючи з RDNA3, співвідношення змінюється, а в RDNA5 накопичені економічні втрати вже перевищують потреби на 79,0 млрд дол.

Таблиця 1

Динаміка прямої шкоди, економічних втрат і потреб у відновленні України за RDNA1–RDNA5

Оцінка	Пряма шкода, млрд дол.	Зміна до попередньої оцінки, %	Економічні втрати, млрд дол.	Зміна, %	Потреби у відновленні, млрд дол.	Зміна, %
RDNA1	97,4	–	252,0	–	348,5	–
RDNA2	134,7	38,3	289,1	14,7	410,6	17,8
RDNA3	152,5	13,2	499,3	72,7	486,2	18,4
RDNA4	176,1	15,5	588,8	17,9	523,6	7,7
RDNA5	195,1	10,8	666,7	13,2	587,7	12,2
Зміна RDNA1–RDNA5, %	100,3	–	164,6	–	68,6	–

Джерело: розраховано та складено автором за даними [20–24].

Таблиця 2

Співвідношення прямої шкоди, економічних втрат і потреб у відновленні України за RDNA1–RDNA5

Оцінка	Економічні втрати / пряма шкода, разів	Потреби / пряма шкода, разів	Економічні втрати / потреби, разів
RDNA1	2,59	3,58	0,72
RDNA2	2,15	3,05	0,70
RDNA3	3,27	3,19	1,03
RDNA4	3,34	2,97	1,12
RDNA5	3,42	3,01	1,13

Джерело: розраховано та складено автором за даними [20–24].

[20–24]. Це не означає зменшення вартості реконструкції, оскільки йдеться про різні економічні категорії. Однак результат показує, що за тривалого порушення функціонування втрати виробництва, доходів, послуг і господарських зв'язків формуються за іншою траєкторією, ніж перспективний ресурс, необхідний для відновлення.

Отже, аналіз загальної динаміки засвідчує відсутність пропорційного зв'язку між зміною прямої шкоди, економічних втрат і потреб у відновленні. За сукупними оцінками RDNA1–RDNA5, найбільш швидко зростають економічні втрати: їх збільшення на 164,6% істотно перевищує приріст прямої шкоди на 100,3% і потреб у відновленні на 68,6%. Водночас через різну тривалість часових горизонтів окремих раундів цей результат слід трактувати саме як випереджальне зростання оціненого сукупного обсягу економічних втрат, а не як показник безперервного підвищення їх часової інтенсивності. Тим самим отримано відповідь на перше поставлене дослідницьке питання: *у міру продовження війни співвідношення між фізичними руйнуваннями та ширшими економічними наслідками суттєво змінюється.*

Однак агреговані показники не відображають усієї глибини цих змін, оскільки одночасно відбувається перебудова секторної структури. На початковому етапі пряма шкода була значною мірою зосереджена у двох секторах. У RDNA1 на житловий сектор припадало близько 40,2% загальної шкоди, на транспорт – 30,7%. Разом із торгівлею та промисловістю три найбільші сектори формували 80,9% її загального обсягу [20].

До RDNA5 житло і транспорт залишаються найбільшими за абсолютною величиною прямої шкоди – відповідно, 61,1 та 40,3 млрд дол., проте їх структурна вага зменшується. Одночасно посилюються позиції інших секторів. Енергетика та видобувні галузі виходять на третє місце з оцінкою 24,8 млрд дол., торгівля і промисловість становлять 19,2 млрд, освіта і наука – 13,9 млрд, сільське господарство – 12,1 млрд дол. [24].

При цьому зниження секторної частки не означає зменшення абсолютного масштабу руйнувань. Пряма шкода житловому сектору між RDNA1 та RDNA5 збільшилася з 39,2 до 61,1 млрд дол., однак його частка скоротилася приблизно з 40,2 до 31,3%. Для транспорту абсолютний показник зріс з 29,9 до 40,3 млрд дол., тоді як частка знизилася

з 30,7 до 20,7% [20–24]. Отже, структурна вага цих секторів зменшується не через скорочення їх фізичної шкоди, а через швидше збільшення відповідного показника в інших сферах.

Характер цієї перебудови більш виразно розкривають показники секторної концентрації (*табл. 3*).

43,7% у RDNA4, а в RDNA5 дещо зростає – до 47,1%. Індекс Герфіндаля – Гіршмана відповідно зменшується з 1434 до 1063, після чого підвищується до 1089. Таким чином, загальна тенденція полягає в розширенні секторної структури потреб, однак у RDNA5 з'являються ознаки нового зосередження

Таблиця 3

Динаміка секторної концентрації прямої шкоди, економічних втрат і потреб у відновленні економіки України

Показник	RDNA1	RDNA2	RDNA3	RDNA4	RDNA5
Пряма шкода					
Частка трьох найбільших секторів, %	80,9	72,0	68,9	65,2	64,7
Індекс Герфіндаля – Гіршмана	2707	2298	2071	1855	1783
Економічні втрати					
Частка трьох найбільших секторів, %	59,1	53,6	59,5	61,0	59,9
Індекс Герфіндаля – Гіршмана	1572	1488	1713	1798	1722
Потреби у відновленні					
Частка трьох найбільших секторів, %	62,0	50,6	45,6	43,7	47,1
Індекс Герфіндаля – Гіршмана	1434	1224	1094	1063	1089

Джерело: розраховано та складено автором за даними [20–24].

Для прямої шкоди простежується стійке зниження концентрації. Частка трьох найбільших секторів скорочується з 80,9 до 64,7%, а індекс Герфіндаля – Гіршмана – з 2707 до 1783. Отже, секторна структура прямої шкоди стає менш концентрованою. Проте така диверсифікація не є наслідком зменшення руйнувань у секторах, які домінували на початковому етапі. Вона відбувається через розширення кола секторів, у яких масштаб оціненої шкоди стає значним.

Економічні втрати формують іншу траєкторію. Після зниження індексу Герфіндаля – Гіршмана з 1572 у RDNA1 до 1488 у RDNA2 концентрація знову зростає – до 1713 у RDNA3 і 1798 у RDNA4, після чого дещо знижується до 1722 у RDNA5. Частка трьох найбільших секторів у трьох останніх раундах залишається близькою до 60%. У RDNA5 найбільші економічні втрати припадають на торгівлю і промисловість – 232,9 млрд дол., енергетику та видобувні галузі – 88,2 млрд дол. і сільське господарство – 78,0 млрд дол. [24]. Така структура свідчить, що економічні втрати концентруються не обов'язково там, де найбільшою є вартість зруйнованих активів, а в секторах, у яких тривале порушення діяльності створює значні втрати економічних потоків.

Динаміка потреб відрізняється і від прямої шкоди, і від економічних втрат. Частка трьох найбільших напрямів знижується з 62% у RDNA1 до значної частини ресурсного запиту навколо транспорту, енергетики та житлового сектора [20; 24]. Це не є поверненням до початкової структури, оскільки змінюється сам склад її провідних елементів.

Отже, пряма шкода, економічні втрати та потреби характеризуються різними траєкторіями секторної концентрації. Фізичні руйнування поступово диверсифікуються, економічні втрати після початкового зниження знову концентруються навколо секторів зі значними потоковими наслідками, тоді як структура потреб спочатку суттєво розширюється, а в останньому раунді демонструє помірне повторне зосередження. Проте для повної відповіді на питання про структурну трансформацію важливо врахувати не лише рівень концентрації, а й зміну позицій окремих секторів.

Для цього секторні показники зіставлено в межах одного часового зрізу – RDNA5 (*табл. 4*), що дозволяє зменшити вплив міжраундових відмінностей і встановити, наскільки узгоджуються позиції секторів за прямою шкодою, економічними втратами та потребами.

Отримані результати виявляють значну асиметрію між фізичним, економічним і ресурсним вимірами наслідків війни. Житловий сектор посідає перше місце за прямою шкодою, але лише сьоме – за економічними втратами. Торгівля і промисловість, навпаки, займає четверту позицію за прямою шкодою, але першу – за втратами. Транспорт

Таблиця 4

Позиції окремих секторів за прямою шкодою, економічними втратами та потребами у RDNA5

Сектор	Пряма шкода, млрд дол.	Ранг	Економічні втрати, млрд дол.	Ранг	Потреби, млрд дол.	Ранг
Житловий сектор	61,1	1	25,0	7	89,8	3
Транспорт	40,3	2	58,9	4	96,3	1
Енергетика та видобувні галузі	24,8	3	88,2	2	90,6	2
Торгівля та промисловість	19,2	4	232,9	1	63,3	4
Сільське господарство	12,1	6	78,0	3	55,3	5

Джерело: розраховано та складено автором за даними [24].

перебуває на другій позиції за шкодою, четвертій – за втратами та першій – за потребами. Енергетика та видобувні галузі входять до трійки лідерів за всіма трьома показниками.

Такі розбіжності показують, що абсолютна вартість пошкоджених активів не визначає автоматично ні масштабу економічних наслідків, ні величини ресурсів, необхідних для подальшого відновлення. Значні економічні втрати можуть виникати за порівняно меншої фізичної шкоди через тривалість порушення роботи, великий обсяг втрачених економічних потоків, обмежені можливості заміщення відповідних функцій та залежність інших видів діяльності від роботи сектора.

Показовою для загальної структурної трансформації є зміна позиції енергетики та видобувних галузей. Між RDNA1 і RDNA5 цей сектор перемістився приблизно з п'ятого на третє місце за прямою шкодою, із сьомого на друге – за економічними втратами та з восьмого на друге – за потребами [20–24]. У цьому дослідженні зазначена тенденція важлива не як окремий поглиблений енергетичний результат, а як свідчення зміни ролі базової інфраструктури в загальній структурі наслідків війни.

Таким чином, секторний аналіз дає відповідь на друге дослідницьке питання. *Пряма шкода, економічні втрати та потреби не лише мають різні траєкторії концентрації, а й характеризуються істотним незбігом секторних рангів*. Найвиразніше це проявляється в житловому секторі, який посідає перше місце за прямою шкодою і сьоме – за економічними втратами, а також у торгівлі та промисловості, що займає четверту позицію за шкодою та першу – за втратами. Отже, структура економічних наслідків війни не є простим відображенням структури фізичних руйнувань, а визначення значущості секторів потребує одночасного врахування декількох характеристик.

Виявлена асиметрія зумовлює необхідність окремо простежити роль тих секторів, від функціонування яких безпосередньо залежить робота базових мережевих і сервісних систем. Для цього сформовано аналітичний інфраструктурний блок (*табл. 5*), до якого включено енергетику та видобувні галузі, транспорт, телекомунікації, цифрову інфраструктуру та медіа, водопостачання і санітарію, а також муніципальні послуги. Це групування використовується для забезпечення зіставності відповідних секторів у RDNA1–RDNA5 і не ототожнюється з юридично визначеним переліком об'єктів критичної інфраструктури України.

Пряма шкода базовому інфраструктурному блоку збільшилася з 37,3 до 78,5 млрд дол., тобто приблизно у 2,1 разу. Його частка в загальному обсязі прямої шкоди при цьому змінилася порівняно помірно – з 38,3 до 40,2%. Однак за відносно стабільної частки самого блоку його внутрішня структура істотно перебудовується: особливо швидко посилюються позиції енергетики та водопостачання, тоді як структурні зміни у транспорті та муніципальних послугах відбуваються повільніше.

Між RDNA1 і RDNA5 загальна пряма шкода Україні збільшилася на 97,7 млрд дол., тоді як відповідний приріст базового інфраструктурного блоку становив 41,2 млрд дол. Отже, на п'ять включених до нього секторів припало близько 42,2% загального приросту оціненої прямої шкоди.

Ще істотніші зміни спостерігаються в динаміці економічних втрат. У базовому інфраструктурному блоці вони збільшилися з 49,8 до 172,2 млрд дол., а його частка в загальному показнику – з 19,8 до 25,8%. Між першою та п'ятою оцінками приріст втрат цього блоку становив 122,4 млрд дол., тоді як їх загальнонаціональний приріст – 414,7 млрд дол. Таким чином, на п'ять базових інфраструктурних секторів припало близько 29,5% загального збільшення оцінених економічних втрат.

Таблиця 5

Динаміка базового інфраструктурного блоку за RDNA1–RDNA5

Показник	RDNA1	RDNA2	RDNA3	RDNA4	RDNA5
Пряма шкода, млрд дол.	37,3	52,5	55,2	66,9	78,5
Частка у загальній прямій шкоді, %	38,3	39,0	36,2	38,0	40,2
Економічні втрати, млрд дол.	49,8	70,9	115,4	140,9	172,2
Частка у загальних економічних втратах, %	19,8	24,5	23,1	23,9	25,8
Потреби у відновленні, млрд дол.	98,9	156,4	148,0	169,4	218,9
Частка у загальних потребах, %	28,4	38,1	30,4	32,4	37,2
Потреби / пряма шкода, разів	2,65	2,98	2,68	2,53	2,79

Джерело: розраховано та складено автором за даними [20–24].

Найбільш помітне структурне посилення базового інфраструктурного блоку спостерігається в потребах у відновленні. Їх величина зросла з 98,9 до 218,9 млрд дол., тобто на 120 млрд дол., тоді як загальнонаціональні потреби за цей самий період збільшилися на 239,2 млрд дол. Відповідно, на аналізований блок припало близько 50,2% приросту сукупних потреб у відновленні.

Порівняння трьох показників дає один із ключових результатів дослідження: між RDNA1 і RDNA5 зі зміною оцінок п'яти базових інфраструктурних секторів пов'язано приблизно 42,2% приросту прямої шкоди, 29,5% приросту економічних втрат і 50,2% приросту потреб у відновленні. Отже, внесок інфраструктурного блоку є неоднаковим за трьома вимірами, а найбільш виразно його роль посилюється у формуванні майбутньої потреби в ресурсах для відновлення.

Особливо чітко ця тенденція проявляється в останньому міжраундовому переході. Між RDNA4 та RDNA5 загальні потреби України збільшилися на 64,1 млрд дол., з яких 49,5 млрд дол. припадає на базовий інфраструктурний блок. Його внесок становить 77,2% загального приросту потреб. Енергетика та транспорт разом сформували 41,6 млрд дол. цього приросту, або близько 64,9% загальнонаціонального збільшення потреб за відповідний період [23; 24].

При цьому частка базового інфраструктурного блоку в загальній прямій шкоді між RDNA1 і RDNA5 збільшилася лише на 1,9 відсоткового пункту – з 38,3 до 40,2%, тоді як його частка в потребах зросла на 8,8 в. п. – з 28,4 до 37,2%. Це означає, що значення базових інфраструктурних систем у майбутньому ресурсному забезпеченні відновлення посилюється швидше, ніж їх відносна вага у вартості фізичних руйнувань.

Отже, третє дослідницьке питання також отримує чітку відповідь. Значення базових інфраструктурних секторів полягає не лише в їх високій частці в сукупній шкоді, втратах і потребах, а й у характері зміни їх внеску: вони формують понад дві п'ятих приросту прямої шкоди, майже третину приросту економічних втрат і половину приросту потреб між RDNA1 і RDNA5. Це свідчить про *посилення інфраструктурної складової саме у структурі майбутнього відновлення України.*

Узагальнення отриманих результатів дозволяє виділити кілька взаємопов'язаних закономірностей. Пряма шкода, економічні втрати та потреби у відновленні змінюються різними темпами та не формують пропорційної траєкторії. Найшвидше зростає сукупна оцінка економічних втрат. Секторна структура трьох показників також розвивається неоднаково: концентрація прямої шкоди послідовно зменшується, економічні втрати після початкового зниження знову тяжіють до концентрації, тоді як потреби характеризуються загальним розширенням секторної структури з певним повторним її зосередженням у RDNA5. Водночас секторні позиції за прямою шкодою, економічними втратами та потребами істотно розходяться, тому масштаб фізичних руйнувань не може розглядатися як достатня характеристика економічної значущості сектора.

Окремою закономірністю є посилення ролі базових інфраструктурних секторів. Між RDNA1 і RDNA5 на сформований у дослідженні інфраструктурний блок припало близько 42,2% приросту прямої шкоди, 29,5% приросту економічних втрат і 50,2% приросту потреб у відновленні. При цьому частка блоку в загальній прямій шкоді збільшилася порівняно незначно – з 38,3 до 40,2%, тоді як його частка в потребах зросла з 28,4 до 37,2%. Отже, *структурне значення базових інфраструктурних систем дедалі більшою мірою проявляється не лише через вартість пошкоджених активів,*

а й через масштаб ресурсів, необхідних для відновлення їх функцій.

Отримані результати загалом підтверджують основну частину висунутої гіпотези щодо відмінностей у динамічних і структурних траєкторіях прямої шкоди, економічних втрат і потреб у відновленні, а також зміни внеску базових інфраструктурних секторів у формування сукупних наслідків війни. За даними RDNA1–RDNA5 емпірично простежується також випереджальне зростання оціненого сукупного обсягу економічних втрат. Водночас положення гіпотези, яке пов'язує масштаби потреб не лише з відновленням пошкоджених активів, а й з їх модернізацією, підвищенням стійкості та необхідністю відновлення критично важливих функцій, знаходить переважно опосередковане підтвердження. Відкриті дані RDNA не дають змоги кількісно відокремити вплив цих складових від цінових змін, уточнення вихідної інформації, перегляду секторних меж та інших чинників, що впливають на оцінювання потреб у різних раундах. Отже, сам факт суттєвого розриву між обсягами прямої шкоди та потреб у відновленні є емпірично встановленим, тоді як визначення внеску окремих чинників у його формування потребує інтерпретації з урахуванням методологічних особливостей кожного раунду RDNA.

У сукупності проведений аналіз забезпечив досягнення поставленої *мети дослідження:* встановлено закономірності динаміки та структурної трансформації прямої шкоди, економічних втрат і потреб у відновленні; виявлено відмінності в їх секторній концентрації та зміні позицій окремих секторів; оцінено трансформацію ролі базових інфраструктурних систем у формуванні сукупних наслідків війни. Встановлені асиметрії між фізичним руйнуванням активів, масштабами економічних втрат і потребами у відновленні формують аналітичне підґрунтя для подальшого визначення того, як ці співвідношення мають враховуватися при обґрунтуванні пріоритетів відновлення, модернізації та підвищення резильєнтності критичної інфраструктури України.

ОБГОВОРЕННЯ

Одержані результати підтверджують доцільність розмежування прямої шкоди, економічних втрат і потреб у відновленні взаємопов'язаних, але змістовно різних характеристик економічних наслідків руйнування інфраструктури. Така логіка відповідає методологічним підходам Damage and Loss Assessment (DaLA) та Post-Disaster Needs Assessment (PDNA), у межах яких вартість зруйнованих активів, зміни економічних потоків і ресурсні потреби для відновлення оцінюються окремо [3–5].

Водночас виявлене розходження динаміки цих показників узгоджується із сучасним трактуванням інфраструктурної стійкості, де поряд із фізичним станом системи враховуються збереження її функціональності, безперервність надання послуг і здатність до відновлення після руйнівного впливу [7–9]. Дослідження економічних наслідків інфраструктурних перебоїв також показують, що їх вплив на підприємства та домогосподарства може істотно перевищувати безпосередню вартість пошкоджених активів [11]. У цьому контексті випереджальне зростання оціненого сукупного обсягу економічних втрат порівняно з прямою шкодою не суперечить загальній логіці попередніх досліджень, але для України набуває особливого значення через тривалість воєнного впливу.

Не менш важливим результатом є істотний незбіг секторних позицій за прямою шкодою, економічними втратами та потребами у відновленні. Він узгоджується із системним підходом до критичної інфраструктури, відповідно до якого наслідки пошкодження залежать не лише від вартості окремого активу, а й від його функціональної ролі, місця в мережі взаємозалежностей і характеру поширення порушень між компонентами системи [11; 12]. Це пояснює, чому порівняно менша фізична шкода може супроводжуватися значними економічними втратами, якщо порушення функціонування сектора впливає на широке коло користувачів, господарських процесів або інших інфраструктурних систем. Виявлена на матеріалах України рангова асиметрія доповнює ці положення емпіричним свідченням того, що структура економічних наслідків тривалого воєнного впливу не є простим відображенням структури фізичних руйнувань.

Специфіка отриманих результатів значною мірою пов'язана з умовами, в яких відбувається українське відновлення. У дослідженнях критичної інфраструктури в умовах конфлікту наголошується на необхідності врахування неповноти інформації, різного рівня знань про стан пошкоджених систем, їх функціональної значущості та необхідності визначення черговості реконструкції [6]. В Україні ця проблема додатково ускладнюється тим, що оцінювання наслідків, нові руйнування та практичне відновлення відбуваються одночасно, що простежується в послідовних раундах RDNA1–RDNA5 [20–24]. За таких умов потреби у відновленні не можуть бути простою функцією вже оціненої прямої шкоди. Їх зміст закономірно розширюється за рахунок вимог до якості, безпеки та стійкості майбутньої інфраструктури, що загалом відповідає принципу Build Back Better – відновленню з меншим рівнем майбутньої вразливості, а не механічному відтворенню попереднього стану [13].

Виявлені закономірності доповнюють і дискусію щодо моделі повоєнного відновлення України. У колективній праці за редакцією T. Becker et al. [14] реконструкція розглядається як можливість не лише компенсувати воєнні руйнування, а й модернізувати країну, посилити її інституції та поглибити європейську інтеграцію. В огляді Організації економічного співробітництва та розвитку акцент зміщується на якість інфраструктурного управління, підготовку та відбір проєктів, фінансування та управління інфраструктурними активами протягом їх життєвого циклу [15]. У вітчизняній літературі стійкість критичної інфраструктури безпосередньо пов'язується із забезпеченням життєво важливих функцій і послуг [16], тоді як проблеми її відновлення досліджуються в контексті деокупованих територій, реконструктивного розвитку, державного регулювання та формування довгострокової стратегії повоєнної відбудови [17–19].

Проведене дослідження доповнює ці підходи кількісним структурним виміром: воно показує не лише масштаби наслідків, а й те, як змінюються співвідношення між шкодою, втратами та потребами, і як у цій структурі посилюється роль базових інфраструктурних секторів.

Водночас результати мають низку обмежень, які визначають межі їх інтерпретації. Насамперед RDNA1–RDNA5 не є однорідним статистичним часовим рядом: раунди відрізняються часовим горизонтом, інформаційним наповненням, ступенем верифікації даних, вартісними параметрами та, в окремих випадках, секторними межами [20–24]. Тому міжраундові зміни відображають одночасно реальне поглиблення наслідків війни й уточнення їх оцінювання. Економічні втрати також не нормувалися на однаковий часовий інтервал, у зв'язку з чим їх випереджальне зростання трактується як зміна сукупної оціненої величини, а не як доказ підвищення інтенсивності втрат у розрахунку на одиницю часу. Додаткове обмеження пов'язане зі сформованим базовим інфраструктурним блоком: він використовується для секторного порівняння та не є тотожним юридично визначеній системі критичної інфраструктури України. Відкритий формат RDNA не дозволяє також систематично перейти на рівень окремих критичних об'єктів, кількісно відокремити наслідки повторних пошкоджень або точно декомпозувати зміну потреб на фізичну реконструкцію, цінові зміни, модернізацію та заходи з підвищення стійкості.

З урахуванням цих обмежень головний зміст отриманих результатів полягає в тому, що в умовах тривалої війни економічна значущість інфраструктурного сектора не може оцінюватися лише за вартістю пошкоджених активів. Масштаб прямої шкоди, накопичені економічні втрати, потреби у відновленні та функціональна значущість системи характеризують різні сторони її критичності для економіки. Відповідно, визначення пріоритетів реконструкції потребує переходу від одновимірного ранжування за прямою шкодою до багатовимірної оцінки наслідків. Такий підхід дозволяє пов'язати оцінювання воєнних руйнувань із прийняттям рішень щодо черговості відновлення, не підмінюючи при цьому об'єктну пріоритизацію секторними агрегованими оцінками.

ВИСНОВКИ

Порівняння RDNA1–RDNA5 показало, що економічні наслідки руйнування інфраструктури України не можна оцінювати лише через вартість пошкоджених активів. Пряма шкода, економічні втрати та потреби у відновленні змінюються нерівномірно та відображають різні сторони воєнного впливу. Між першою та п'ятою оцінками пряма шкода зросла на 100,3%, потреби у відновленні – на 68,6%, тоді як оцінений сукупний обсяг економічних втрат – на 164,6%. Через різну тривалість періодів, охоплених окремими раундами, ці показники не можна використовувати для прямого порівняння інтенсивності втрат у часі. Водночас вони чітко показують, що зі збільшенням тривалості війни економічні наслідки порушення функціонування дедалі сильніше віддаляються від вартості безпосередньо пошкодженого фізичного капіталу.

Не менш суттєво змінюється секторна структура наслідків. Концентрація прямої шкоди поступово знижується, оскільки значні руйнування охоплюють дедалі ширше коло секторів. Економічні втрати після початкового зниження концентрації знову зосереджуються навколо секторів, у яких порушення діяльності формує значні та тривалі втрати економічних потоків. Потреби у відновленні в цілому розподіляються між ширшим колом напрямів, але в RDNA5 вже простежується нове ядро найбільших потреб, сформоване транспортом, енергетикою та житловим сектором. Важливо й те, що позиції секторів за прямою шкодою, економічними втратами та потребами суттєво не збігаються. Отже, великий масштаб фізичних руйнувань сам по собі ще не визначає ні економічної ваги порушення функціонування сектора, ні обсягу ресурсів, необхідних для його відновлення.

Окремої уваги заслуговує зміна ролі базових інфраструктурних секторів. Між RDNA1 і RDNA5 на сформований у дослідженні інфраструктурний блок припало близько 42,2% приросту прямої шкоди, 29,5% приросту економічних втрат і 50,2% приросту потреб у відновленні. При цьому його частка

в загальній прямій шкоді збільшилася лише з 38,3 до 40,2%, тоді як у потребах – з 28,4 до 37,2%. Це показує, що значення базових інфраструктурних систем дедалі сильніше проявляється саме через майбутню потребу в ресурсах для відновлення. Особливо виразно ця тенденція простежується між RDNA4 та RDNA5, коли на відповідний блок припало понад три чверті загального приросту потреб.

Науковий результат роботи полягає насамперед у тому, що RDNA1–RDNA5 розглянуто не як однорідний статистичний ряд, а як послідовні аналітичні зрізи, сформовані за різних часових, інформаційних і методологічних умов. Це дозволило відійти від простого зіставлення абсолютних сум і одночасно простежити зміну співвідношень між шкодою, втратами та потребами, секторну концентрацію, зміну рангових позицій і внесок базових інфраструктурних секторів у загальну динаміку. У результаті вдалося виявити структурні зрушення, які не простежуються при аналізі лише сукупних вартісних оцінок.

Отримані результати мають безпосереднє практичне значення для визначення пріоритетів повоєнного відновлення національної економіки. При формуванні державної політики та визначенні напрямів публічного інвестування доцільно враховувати не лише обсяг прямої шкоди, а й масштаби економічних втрат, потреби у відновленні та функціональну значущість відповідного сектора. Це особливо важливо у випадках, коли порівняно невеликий обсяг фізичних пошкоджень супроводжується значними економічними втратами або високою потребою у фінансових та інших ресурсах.

На галузевому рівні доцільно систематично відстежувати розбіжності між позиціями секторів за шкодою, втратами та потребами. Такі розбіжності можуть свідчити про значні функціональні або міжсекторальні наслідки, які залишаються непомітними при оцінюванні лише фізичних руйнувань. На регіональному та місцевому рівнях секторні показники варто доповнювати характеристиками конкретних об'єктів: кількістю населення та масштабом економічної діяльності, що залежать від їх роботи, тривалістю припинення послуг, можливістю резервування, ризиком повторного пошкодження та безпековою значущістю. Для відбору інвестиційних проєктів важливо враховувати не лише поточну частку сектора в загальних потребах, а й те, як швидко змінюється його внесок у їх приріст. Це дає можливість раніше виявляти напрями, де формується новий масштаб ресурсного навантаження.

Подальше вдосконалення самої системи оцінювання також потребує більшої прозорості між окремими раундами RDNA. Доцільно чіткіше фіксувати зміни секторних меж, цінових параметрів, уже профінансованих або задоволених потреб та інших коригувань, які впливають на кінцеві оцінки. Це дозволило б точніше відокремлювати реальне поглиблення наслідків війни від змін, пов'язаних з оновленням інформації та методики розрахунків.

Наступний етап дослідження доцільно пов'язати вже не з оцінюванням воєнних руйнувань, а з ширшим міжнародним позиціонуванням критичної інфраструктури України. Йдеться про аналіз міжнародних рейтингів та індексів, формування зіставної системи показників і визначення місця України серед інших країн за рівнем і тенденціями розвитку критичної інфраструктури. Такий напрям дозволить доповнити оцінювання шкоди, втрат і потреб іншим аналітичним виміром – порівнянням довгострокових характеристик інфраструктурного розвитку, виявленням сильних і слабких позицій України та тих структурних розривів, які матимуть значення не лише для повоєнного відновлення, а й для подальшої модернізації критичної інфраструктури. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Хаустова В. Є., Трушкіна Н. В. Теоретичні підходи до сутності поняття «критична інфраструктура»: міжнародний, просторовий і резильєнтнісний виміри. *Проблеми економіки*. 2025. № 4. С. 336–351. DOI: https://doi.org/10.32983/2222-0712-2025-4-336-351
2. Хаустова В. Є., Трушкіна Н. В. Порівняльний аналіз особливостей і пріоритетних напрямів повоєнної відбудови економіки країн світу. *Бізнес Інформ*. 2025. № 12. С. 7–20. DOI: https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-12-7-20
3. Jovel R. J., Mudahar M. Damage, Loss, and Needs Assessment Guidance Notes: Volume 1. Design and Execution of a Damage, Loss, and Needs Assessment. Washington, DC : The World Bank Group, 2010. 86 p. URL: https://hdl.handle.net/10986/19047
4. Jovel R. J., Mudahar M. Damage, Loss, and Needs Assessment Guidance Notes: Volume 3. Estimation of Post-Disaster Needs for Recovery and Reconstruction. Washington, DC : The World Bank Group, 2010. 62 p. URL: https://hdl.handle.net/10986/19045
5. Post-Disaster Needs Assessments. Volume A: Guidelines. Washington, DC : Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, 2013. 126 p. URL: https://www.gfdrr.org/en/publication/post-disaster-needs-assessments-guidelines-volume-2013
6. Mitoulis S.-A., Argyroudis S., Panteli M. et al. Conflict-Resilience Framework for Critical Infrastructure

Peacebuilding. *Sustainable Cities and Society*. 2023. Vol. 91. Art. 104405.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104405
7. Liu W., Shan M., Zhang S. et al. Resilience in Infrastructure Systems: A Comprehensive Review. *Buildings*. 2022. Vol. 12. Iss. 6. Art. 759.
DOI: https://doi.org/10.3390/buildings12060759
8. Sathurshan M., Saja A., Thamboo J. et al. Resilience of Critical Infrastructure Systems: A Systematic Literature Review of Measurement Frameworks. *Infrastructures*. 2022. Vol. 7. Iss. 5. Art. 67.
DOI: https://doi.org/10.3390/infrastructures7050067
9. Rathnayaka B., Siriwardana C., Robert D. et al. Improving the Resilience of Critical Infrastructures: Evidence-Based Insights from a Systematic Literature Review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2022. Vol. 78. Art. 103123.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103123
10. Mentges A., Halekotte L., Schneider M. et al. A Resilience Glossary Shaped by Context: Reviewing Resilience-Related Terms for Critical Infrastructures. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2023. Vol. 96. Art. 103893.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103893
11. Hallegatte S., Rentschler J., Rozenberg J. Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity. Sustainable Infrastructure Series. Washington, DC : World Bank, 2019. 224 p.
DOI: https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1430-3
12. Caetano H. O., Desuó L. N., Fogliatto M. S. S., Maciel C. D. Resilience Assessment of Critical Infrastructures Using Dynamic Bayesian Networks and Evidence Propagation. *Reliability Engineering and System Safety*. 2024. Vol. 241. Art. 109691.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.ress.2023.109691
13. Hallegatte S., Rentschler J., Walsh B. Building Back Better: Achieving Resilience through Stronger, Faster, and More Inclusive Post-Disaster Reconstruction. Washington, DC : World Bank, 2018. 47 p.
DOI: https://hdl.handle.net/10986/29867
14. Becker T., Eichengreen B., Gorodnichenko Y. et al. A Blueprint for the Reconstruction of Ukraine. Paris; London : CEPR Press, 2022. 40 p. URL: https://cepr.org/publications/books-and-reports/p354
15. Infrastructure Policy Review of Ukraine. Paris : OECD Publishing, 2026. 141 p.
DOI: https://doi.org/10.1787/eeef2059-en
16. Суходоля О. М. Стійкість критичної інфраструктури та життєво важливих функцій і послуг: формалізація завдань і змісту дій суб'єктів забезпечення. *Стратегічна панорама*. 2023. № 2. С. 5–20.
DOI: https://doi.org/10.53679/2616-9460.2.2023.01
17. Шпатакова О. Л., Іваненко Р. О., Погребицький М. Л. Перспективи відновлення критичної інфраструктури на деокупованих територіях України. *Економіка та суспільство*. 2022. Вип. 40.
DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-40-5
18. Микитенко В. В. Повоєнне відновлення та розвиток критичної інфраструктури України. *Вісник економічної науки України*. 2023. № 1. С. 124–138.
DOI: https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1(44).124-138
19. Лазор О. Я., Юник І. Г., Заболотний А. В. Державна стратегія повоєнного відновлення та розвитку критичної інфраструктури в Україні. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2024. № 4.
DOI: https://doi.org/10.32702/2307-2156.2024.4.2
20. Ukraine: Rapid Damage and Needs Assessment. August 2022. Washington, DC : The World Bank, Government of Ukraine, European Commission, 2022. 244 p.
DOI: https://doi.org/10.1596/37988
21. Ukraine: Second Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA2): February 2022 – February 2023. Washington, DC : World Bank Group, Government of Ukraine, European Commission, United Nations, 2023. 142 p. URL: http://documents.worldbank.org/curated/en/099184503212328877
22. Ukraine: Third Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA3): February 2022 – December 2023. Washington, DC : World Bank Group, Government of Ukraine, European Commission, United Nations, 2024. 182 p. URL: http://documents.worldbank.org/curated/en/099021324115085807
23. Ukraine: Fourth Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA4): February 2022 – December 2024. Washington, DC : World Bank Group, Government of Ukraine, European Commission, United Nations, 2025. 195 p. URL: https://hdl.handle.net/10986/42908
24. Ukraine: Fifth Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA5): February 2022 – December 2025. Washington, DC: World Bank Group, Government of Ukraine, European Commission, United Nations, 2026. 63 p. URL: https://hdl.handle.net/10986/44369

REFERENCES

Becker T., Eichengreen B. & Gorodnichenko Y. (2022). *A Blueprint for the Reconstruction of Ukraine*. Paris; London: CEPR Press. https://cepr.org/publications/books-and-reports/p354

Caetano H. O., Desuó L. N., Fogliatto M. S. S. & Maciel C. D. (2024). Resilience Assessment of Critical Infrastructures Using Dynamic Bayesian Networks and Evidence Propagation. *Reliability Engineering and System Safety*, 241, Art. 109691.
https://doi.org/10.1016/j.ress.2023.109691

Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (2013). *Post-Disaster Needs Assessments. Volume A: Guidelines*. Washington, DC: Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. https://www.gfdrr.org/en/publication/post-disaster-needs-assessments-guidelines-volume-2013

Hallegatte S., Rentschler J. & Walsh B. (2018). *Building Back Better: Achieving Resilience through Stronger, Faster, and More Inclusive Post-Disaster Reconstruction*. Washington, DC: World Bank. https://hdl.handle.net/10986/29867

Hallegatte S., Rentschler J. & Rozenberg J. (2019). *Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity*. Washington, DC: World Bank.
https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1430-3

Jovel R. J. & Mudahar M. (2010). *Damage, Loss, and Needs Assessment Guidance Notes: Volume 1. Design and Execution of a Damage, Loss, and Needs Assessment*. Washington, DC: The World Bank Group. https://hdl.handle.net/10986/19047

Jovel R. J. & Mudahar M. (2010). *Damage, Loss, and Needs Assessment Guidance Notes: Volume 3. Estimation of Post-Disaster Needs for Recovery and Reconstruction*. Washington, DC: The World Bank Group. https://hdl.handle.net/10986/19045

Khaustova V. Ye. & Trushkina N. V. (2025). Porivnialnyi analiz osoblyvostei i priorytetnykh napriamiv povoiennoi vidbudovy ekonomiky krain svitu [Comparative analysis of features and priority directions of post-war economic reconstruction of the world countries]. *Biznes Inform, 12*, 7–20. https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-12-7-20

Khaustova V. Ye. & Trushkina N. V. (2025). Teoretychni pidkhody do sutnosti poniattia «krytychna infrastruktura»: mizhnarodnyi, prostorovyi i rezylientnisnyi vymiry [Theoretical approaches to the essence of the concept of "critical infrastructure": international, spatial and resilient dimensions]. *Problemy ekonomiky, 4*, 336–351. https://doi.org/10.32983/2222-0712-2025-4-336-351

Lazor O. Ya., Yunyk I. H. & Zabolotnyi A. V. (2024). Derzhavna stratehiia povoiennoho vidnovlennia ta rozvytku krytychnoi infrastruktury v Ukraini [State strategy of post-war reconstruction and development of critical infrastructure in Ukraine]. *Derzhavne upravlinnia: udoskonalennia ta rozvytok, 4*. https://doi.org/10.32702/2307-2156.2024.4.2

Liu W., Shan M. & Zhang S. (2022). Resilience in Infrastructure Systems: A Comprehensive Review. *Buildings, 6*(12), Art. 759. https://doi.org/10.3390/buildings12060759

Mentges A., Halekotte L. & Schneider M. (2023). A Resilience Glossary Shaped by Context: Reviewing Resilience-Related Terms for Critical Infrastructures. *International Journal of Disaster Risk Reduction, 96*, Art. 103893. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103893

Mitoulis S.-A., Argyroudis S. & Panteli M. (2023). Conflict-Resilience Framework for Critical Infrastructure Peacebuilding. *Sustainable Cities and Society, 91*, Art. 104405. https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104405

Mykytenko V. V. (2023). Povoienne vidnovlennia ta rozvytok krytychnoi infrastruktury Ukrainy [Post-war restoration and development of critical infrastructure of Ukraine]. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy, 1*, 124–138. https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1(44).124-138

OECD Publishing (2026). *Infrastructure Policy Review of Ukraine*. Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/eeef2059-en

Rathnayaka B., Siriwardana C. & Robert D. (2022). Improving the Resilience of Critical Infrastructures: Evidence-Based Insights from a Systematic Literature Review. *International Journal of Disaster Risk Reduction, 78*, Art. 103123. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103123

Sathurshan M., Saja A. & Thamboo J. (2022). Resilience of Critical Infrastructure Systems: A Systematic Literature Review of Measurement Frameworks. *Infrastructures, 5*(7), Art. 67. https://doi.org/10.3390/infrastructures7050067

Shpatakova O. L., Ivanenko R. O. & Pohrebytskyi M. L. (2022). Perspektyvy vidnovlennia krytychnoi infrastruktury na deokupovanykh terytoriiakh Ukrainy [Prospects for the restoration of critical infrastructure in the de-occupied territories of Ukraine]. *Ekonomika ta suspilstvo, 40*. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-40-5

Sukhodolia O. M. (2023). Stiikist krytychnoi infrastruktury ta zhyttievo vazhlyvykh funktsii i posluh: formalizatsiia zavdan i zmistu dii subiektiv zabezpechennia [Sustainability of critical infrastructure and vital functions and services: formalization of tasks and content of actions of support subjects]. *Stratehichna panorama, 2*, 5–20. https://doi.org/10.53679/2616-9460.2.2023.01

The World Bank, Government of Ukraine, European Commission (2022). *Ukraine: Rapid Damage and Needs Assessment*. August 2022. Washington, DC: The World Bank, Government of Ukraine, European Commission. https://doi.org/10.1596/37988

World Bank Group, Government of Ukraine, European Commission, United Nations. (2023). *Ukraine: Second Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA2): February 2022 – February 2023*. http://documents.worldbank.org/curated/en/099184503212328877

World Bank Group, Government of Ukraine, European Commission, United Nations. (2024). *Ukraine: Third Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA3): February 2022 – December 2023*. http://documents.worldbank.org/curated/en/099021324115085807

World Bank Group, Government of Ukraine, European Commission, United Nations. (2025). *Ukraine: Fourth Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA4): February 2022 – December 2024*. https://hdl.handle.net/10986/42908

World Bank Group, Government of Ukraine, European Commission, United Nations. (2026). *Ukraine: Fifth Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA5): February 2022 – December 2025*. https://hdl.handle.net/10986/44369

Дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

Під час підготовки роботи інструменти ШІ не використовувалися.

Стаття надійшла до редакції / Received: 13.09.2026
Статтю прийнято до публікації / Accepted: 26.09.2026
Оприлюднено / Published: 15.10.2026