

ЕКОЛОГІЧНА РЕЗИЛЬЄНТНІСТЬ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ: ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА, ТИПОЛОГІЯ ТА ТРАНСФОРМАЦІЯ В УМОВАХ ВОЄННИХ ШОКІВ

©2026 САМОЙЛЕНКО В. С.

УДК 332.14:504.06:338
JEL Classification: Q21; Q30; R15

Самойленко В. С.

Екологічна резильєнтність регіонів України: інтегральна оцінка, типологія та трансформація в умовах воєнних шоків

У статті здійснено оцінку екологічної резильєнтності регіонів України в умовах послідовних кризових шоків, зумовлених військовим конфліктом 2014–2015 рр. та повномасштабною збройною агресією у 2022–2024 рр. Метою дослідження є визначення динаміки, просторових відмінностей та траєкторій трансформації екологічної резильєнтності на регіональному рівні. Методичною основою дослідження є побудова інтегрального індексу екологічної резильєнтності, що агрегує п'ять ключових компонентів: інтенсивність викидів у повітря, рівень циркулярності управління відходами, стан водних ресурсів, індекс відновлення лісів та обсяги екологічних інвестицій. Нормалізацію показників здійснено методом Min–Max, а визначення вагових коефіцієнтів – за методом ентропії, що забезпечує об'єктивність оцінювання. Типологізацію регіонів проведено із застосуванням модифікованої шкали бажаності Харрінгтона, що дозволило виділити чотири типи регіонів: екологічно стійкі, регіони екологічної трансформації, екологічно вразливі та регіони екологічної деградації (зокрема екологічного колапсу). Результати дослідження свідчать, що порівняно з базовим 2013 р. у 2021 р. екологічна резильєнтність регіонів України характеризувалася зростанням вразливості та втратою передумов для формування стійких моделей розвитку. Водночас порівняно з 2015 р. у 2021 р. простежується формування траєкторії часткової стабілізації, що відображає адаптацію регіональних систем після фази активного воєнного шоку. У 2022–2024 рр. відбувся радикальний злам попередніх тенденцій і перехід до моделі вимушеної адаптації, у якій динаміка екологічних систем визначається переважно воєнними чинниками. Встановлено, що екологічна резильєнтність у сучасних умовах втрачає відтворювальний характер і функціонує за принципом виживання в умовах обмежених ресурсів. Це супроводжується зростанням просторової асиметрії, розширенням груп екологічної деградації і локальних колапсів.

Ключові слова: екологічна резильєнтність; регіони України; інтегральний індекс; інтенсивність викидів; циркулярність відходів; водні ресурси; відновлення лісів; екологічні інвестиції.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2026-2-158-167>

Табл.: 7. **Бібл.:** 23.

Самойленко Владислав Сергійович – аспірант, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

E-mail: samoylenko@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8120-8746>

UDC 332.14:504.06:338
JEL Classification: Q21; Q30; R15

Samoilenko V. S. Environmental Resilience of Ukraine's Regions: The Integrated Assessment, Typology, and Transformation in the Context of Wartime Shocks

The article assesses the environmental resilience of Ukraine's regions amid consecutive crisis shocks caused by the military conflict of 2014–2015 and the full-scale armed aggression in 2022–2024. The aim of the study is to determine the dynamics, spatial differences, and transformation trajectories of environmental resilience at the regional level. The methodological basis of the study is the construction of an integrated environmental resilience index, which aggregates five key components: air emissions intensity, level of circular waste management, status of water resources, forest recovery index, and volume of environmental investments. The indicators were normalized using the Min–Max method, and the weighting coefficients were determined using the entropy method, ensuring an objective evaluation. The typology of regions was carried out using a modified Harrington desirability scale, which allowed us to identify four types of regions: ecologically sustainable, regions of ecological transformation, ecologically vulnerable, and regions of ecological degradation (including ecological collapse). The study results indicate that compared to the baseline year of 2013, in 2021, the ecological resilience of Ukraine's regions was marked by increased vulnerability and a loss of conditions for developing sustainable development models. At the same time, compared to 2015, in 2021 there was a trajectory of partial stabilization, reflecting the adaptation of regional systems after a phase of active war shock. In 2022–2024, there was a radical break from previous trends and a shift to a model of forced adaptation, in which the dynamics of ecological systems are determined mainly by war-related factors. It has been found that ecological resilience in modern conditions is losing its regenerative nature and operates on the principle of survival under limited resources. This is accompanied by increasing spatial asymmetry, the expansion of groups of ecological degradation, and local collapses.

Keywords: ecological resilience; regions of Ukraine; integral index; emission intensity; waste circularity; water resources; forest restoration; ecological investments.

Tabl.: 7. **Bibl.:** 23.

Samoilenko Vladyslav S. – Postgraduate Student, Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: samoylenko@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8120-8746>

Вступ. Екологічна складова сталого розвитку регіонів України набуває системоутворюючого значення, оскільки військова агресія РФ спричинила масштабну деградацію природних ресурсів, порушення функціонування екосистем та руйнування інфраструктури природоохоронного призначення. Наслідки воєнних дій проявляються у зростанні рівня забруднення атмосферного повітря, накопиченні відходів руйнування, погіршенні якості водних ресурсів, деградації ґрунтів та втраті лісового фонду, що формує довгострокові обмеження для відновлення регіональних екосистем. У цих умовах екологічний вимір визначається як критичний фактор забезпечення життєздатності територій, що узгоджується із сучасними підходами до оцінки взаємозв'язку між екосистемами та соціально-економічною динамікою розвитку територій [1; 2]. Водночас сучасні дослідження підкреслюють, що в умовах посткризового відновлення екологічні фактори дедалі більше визначають здатність регіонів до відновлення та довгострокової трансформації [3; 4]. На відміну від наявних підходів, у яких екологічна сталість розглядається як стан довкілля, у цьому дослідженні акцент зміщується на екологічну резильєнтність як здатність регіональних екосистем протистояти зовнішнім шокам, адаптуватися до порушень і відновлюватися. Такий підхід відповідає сучасній парадигмі *resilience thinking* [5], відповідно до якої ключовим є не збереження стану екосистеми, а її здатність до адаптації та трансформації під впливом зовнішніх факторів [6; 7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Концептуальною основою оцінки екологічної резильєнтності виступає концепція циркулярної економіки, яка дозволяє інтерпретувати екологічні процеси через призму ефективності використання ресурсів, замкненості матеріальних потоків та здатності систем до регенерації. У роботах Geissdoerfer M. та ін. [8], Kirchherr J. та ін. [9], Sewenet A. D. та ін. [10] визначено концептуальні підходи до розуміння сутності циркулярної економіки як нової парадигми сталого розвитку. У цьому контексті екологічна резильєнтність інтерпретується як результат взаємодії трьох ключових процесів: зниження екологічного навантаження, підвищення рівня циркулярності та забезпечення відновлення екосистем. Така триєдина логіка узгоджується з положеннями європейської політики у сфері циркулярної економіки [11].

Вагомий внесок у розвиток теорії резильєнтності зробили Хаустова В., Решетняк О. [12], які дослідили сутність понять «резильєнтність», «резильєнтність економіки», наявні підходи до їх тлумачення, відмінності від понять «стійкість» і «стабільність»; визначили ключові ризики та шоки, що становили виклики резильєнтності української економіки у XXI столітті.

За результатами аналізу публікацій з досліджуваної проблеми можна визначити, що питання резильєнтності регіонів країни розглядалися в роботах цілого ряду українських і зарубіжних науковців та експертів. Резильєнтність регіонів у контексті досягнення цілей сталого споживання є предметом дослідження Данилишина Б., Пилипіва В. Обиход Г. [13]. Методологічні засади формування резильєнтності ендегенного розвитку регіонів в умовах глобальних викликів та шоків наведено у монографічному дослідженні [14]. Kalashnikova T. [15] дослідила еволюцію

теорії резильєнтності у застосунку до територіальних систем. У роботі Зомчак Л., Пилипів Р., Комар М. [16] оцінено резильєнтність регіональних систем України через призму їх здатності зберігати баланс між економічним зростанням та екологічною стійкістю в умовах деструктивних викликів. Tripl M., Fastenrath S., Isaksen A. [17] визначили фактори впливу на забезпечення резильєнтності регіонів.

В умовах глобальної нестабільності, кліматичних змін та воєнних ризиків потребують подальшого дослідження питання екологічної резильєнтності регіонів України.

Метою статті є оцінка екологічної резильєнтності регіонів України на основі інтегрального підходу, що передбачає агрегування ключових екологічних компонент, а також ідентифікація просторових відмінностей, типів регіонів і траєкторій розвитку їх екосистем у періоди кризових і воєнних шоків.

Викладення основного матеріалу дослідження. Оцінка екологічної резильєнтності регіонів України здійснювалася на основі динаміки ключових екологічних індикаторів та їх інтеграції у інтегральних індексах. Об'єктом дослідження виступають регіони України як екосистеми, які оцінюються вздовж трьох часових інтервалів: 2021 р. до 2013 р., що характеризує строкові зміни; 2021 р. до 2015 р. – адаптація після кризи 2014–2015 рр.; та 2024 р. до 2021 р. – вплив і реакція на повномасштабне воєнне вторгнення. Ключовою відмінністю цього підходу є відхід від статичної оцінки стану довкілля до аналізу траєкторій розвитку, що дозволяє виявити відмінності у здатності регіонів до відновлення та трансформації. Отже, систему локальних індикаторів екологічної резильєнтності структуровано за п'ятьма взаємопов'язаними компонентами наведено у табл. 1.

Така система відносних індикаторів екологічної резильєнтності забезпечує порівняльність регіонів незалежно від їх масштабів та структури.

Вибір порогових значень для оцінки екологічної резильєнтності регіонів обґрунтовується динамікою індикаторів, що відображає зміну стану екосистем у часі. За таких умов базовим граничним значенням виступає 0 як точка рівноваги між позитивною та негативною динамікою. Тому для обґрунтування порогових значень застосовано метод «нульового порогу» [18; 19], що забезпечує методичну узгодженість оцінки та безпосередньо пов'язує результати аналізу з концепцією регіональної резильєнтності.

Методичною основою типологізації локальних індикаторів екологічної резильєнтності регіонів є поєднання інтерпретаційного порогу (нульового значення) та медіанного розподілу значень індексів екологічної резильєнтності. Нульовий поріг ($E_cI = 0$) використовується для розмежування позитивної та негативної динаміки, тоді як медіанне значення дозволяє диференціювати регіони за інтенсивністю змін у межах кожної з цих груп. Такий підхід дозволяє врахувати асиметрію розподілу показника, уникнути довільності у встановленні порогових значень і забезпечити адаптивність класифікації до змін у вибірці. Відповідно до запропонованого підходу виділяються такі типи регіонів:

- екологічно стійкі регіони ($E_cI \geq Me^+$) – характеризуються значною позитивною динамікою та високою здатністю до адаптації і відновлення;

Таблиця 1

Система індикаторів оцінки екологічної резильєнтності регіонів України

Компонента	Індикатор	Формула розрахунку	Економічний зміст	Тип впливу
Повітря (Environmental pressure)	Інтенсивність викидів	$EP = (E/Q)t - (E/Q)t_0$	Рівень екологічного навантаження на одиницю економічної активності	Дестимулятор
Управління відходами (Circularity)	Частка відновлених відходів	$\Delta Iwaste = (R/W)t - (R/W)t_0$	Рівень замкненості матеріальних потоків	Стимулятор
Водні ресурси (Water resilience)	Частка неочищених вод	$WR = (Wu/Wd)t - (Wu/Wd)t_0$	Ефективність систем водоочистки	Дестимулятор
Лісові ресурси (Forest recovery)	Індекс відновлення лісів	$FRI = (\Sigma(Arec - Aloss) / Abase) \times 100\%$	Баланс між відновленням і втратою лісів	Стимулятор
Еко-інвестиції (Eco-investments)	Індекс екологічних інвестицій	$EI = (It - t_0) / It_0$	Фінансова спроможність до екологічного відновлення	Стимулятор

Джерело: авторська розробка

Примітка: E – обсяг викидів забруднюючих речовин; Q – обсяг економічної діяльності (у порівнянних цінах); R – обсяг відновлених відходів; W – загальний обсяг відходів; Wu – обсяг неочищених або недостатньо очищених стічних вод; Wd – загальний обсяг водовідведення; Arec – площа відновлених лісів; Aloss – площа втрат лісів; Abase – площа лісового фонду у базовому році; It – обсяг екологічних інвестицій у році t; It0 – обсяг екологічних інвестицій у базовому році.

- регіони екологічної трансформації ($0 \leq ECI < Me^+$) – демонструють позитивні зміни, проте обмеженої інтенсивності;
- екологічно вразливі регіони ($Me^- \leq ECI < 0$) – характеризуються помірно негативною динамікою та обмеженою здатністю до адаптації;
- регіони екологічної деградації ($ECI < Me^-$) – відзначаються значною негативною динамікою та низькою спроможністю до відновлення.

Me^+ – медіанне значення ECI для регіонів із позитивною динамікою, Me^- – медіанне значення ECI для регіонів із негативною динамікою.

Оскільки індекси мають різну амплітуду коливань, проводиться їх нормалізація для приведення до порівняльного інтервалу [0, 1]. Показники приведені до порівняльного виду за методом Min–Max Scaling.

Для об'єктивного визначення ваги кожної індикатора використовується метод ентропії, який оцінює інформативність показника на основі його варіативності [19–21].

Для забезпечення об'єктивної інтерпретації результатів оцінки індексу екологічної резильєнтності регіональних екосистем застосовано шкалу бажаності Харрінгтона, яка широко використовується для агрегування багатовимірних показників у єдину безрозмірну шкалу [22; 23].

Функція бажаності дозволяє трансформувати значення окремих індикаторів у діапазон [0; 1], що забезпечує їх порівнянність та інтеграцію в узагальнювальні індекси, що дозволяє диференціювати регіони за чотирма абсолютними рівнями екологічної резильєнтності:

- 0,80–1,00 – екологічно стійкі регіони, що характеризуються високим рівнем адаптивності та активною регенерацією природного капіталу;
- 0,63–0,80 – регіони екологічної трансформації, для яких притаманні стабільні позитивні зміни за наявності структурних ризиків;

- 0,37–0,63 – екологічно вразливі регіони, що перебувають у стані нестійкої рівноваги та характеризуються високою чутливістю до зовнішніх шоків;
- 0,00–0,37 – регіони екологічної деградації, де деструктивні процеси переважають над відновлювальними; значення в межах 0,00–0,20 відповідають стану екологічного колапсу.

Шкала дозволяє порівнювати результати між періодами, нейтралізує вплив змін у розподілі даних та забезпечує незалежне від загальнонаціональних тенденцій відстеження екосистем.

Запропонований інтегральний індекс екологічної резильєнтності агрегує п'ять ключових компонент: інтенсивність викидів у повітря, рівень циркулярності управління відходами, стан водних ресурсів, індекс відновлення лісів та обсяги екологічних інвестицій. Здійснимо типологізацію регіонів України за динамікою кожної з компонент.

Перша компонента – інтенсивність викидів, вона відображає рівень екологічного навантаження на одиницю економічної активності та дозволяє оцінити ефективність взаємодії між виробництвом і довкіллям. У контексті воєнних і посткризових трансформацій її динаміка дає змогу розмежувати ефекти екологічної модернізації та вимушеного скорочення економічної активності (табл. 2).

Аналіз регіонів України свідчить про негативну строкову динаміку інтенсивності викидів.

Друга компонента – частка відновлених відходів, яка відображає рівень спроможності регіонів до впровадження принципів циркулярної економіки. В умовах воєнних і кризових трансформацій її динаміка дозволяє оцінити як рівень розвитку циркулярних практик, так і вразливість системи управління відходами до зовнішніх шоків (табл. 3).

Оцінка екологічної резильєнтності за динамікою частки відновлення відходів свідчить про переважно регресивну динаміку та обмежену спроможність регіонів до формування циркулярних моделей.

Таблиця 2

Типологія регіонів України за динамікою інтенсивності викидів, г/дол. США

Тип регіону	2013–2021 рр.	2015–2021 рр.	2021–2024 рр.
Екологічно стійкі регіони $EP < Me^-$	Івано-Франківська (-9,52)	Івано-Франківська (-61,23), Вінницька (-29,66), Донецька (-28,44), Луганська (-21,57), Дніпропетровська (-20,16), Чернігівська (-15,43), Запорізька (-13,84), Львівська (-11,56), Черкаська (-8,61), Чернівецька (-4,22)	Харківська (-5,12), Івано-Франківська (-4,56)
Регіони екологічної трансформації $Me^- \leq EP < 0$	Вінницька (-4,96), Чернігівська (-3,31)	Київська (-2,53), Кіровоградська (-2,44), Рівненська (-2,43), Миколаївська (-2,28), Хмельницька (-2,07), Закарпатська (-1,54), Полтавська (-1,52), Житомирська (-1,22), Сумська (-1,17), Волинська (-0,23)	Запорізька (-2,14), Вінницька (-1,89), Закарпатська (-0,92), Львівська (-0,05)
Екологічно вразливі регіони $0 \leq EP < Me^+$	м. Київ (0,38), Закарпатська (0,72), Чернівецька (0,84), Харківська (1,02), Волинська (1,05), Миколаївська (1,10), Херсонська (1,87), Житомирська (1,94), Тернопільська (2,91), Київська (2,93), Кіровоградська (3,08)	м. Київ (0,04), Одеська (0,40), Тернопільська (0,95)	Чернівецька (0,12), м. Київ (0,39), Житомирська (0,44), Київська (0,45), Рівненська (0,52), Донецька (0,61), Миколаївська (1,02), Кіровоградська (1,05), Полтавська (1,15)
Регіони екологічної деградації $EP \geq Me^+$	Черкаська (3,10), Сумська (3,26), Львівська (3,52), Одеська (3,81), Рівненська (3,82), Полтавська (5,65), Хмельницька (6,22), Запорізька (9,99), Дніпропетровська (11,46), Донецька (13,03), Луганська (17,30)	Харківська (2,60), Херсонська (4,92)	Волинська (1,43), Одеська (3,05), Тернопільська (3,57), Сумська (3,77), Хмельницька (4,51), Чернігівська (9,58), Дніпропетровська (12,34), Черкаська (15,34), Херсонська (74,97)

Примітка: Луганська область виключена з аналізу у 2021–2024 рр.

Джерело: авторська розробка

Таблиця 3

Типологія регіонів за приростом частки відновлених відходів, %

Тип регіону	2013–2021 рр.	2015–2021 рр.	2021–2024 рр.
Екологічно стійкі регіони $\Delta lwaste \geq Me^+$	Івано-Франківська (32,3), Запорізька (27,6), м. Київ (4,4), Хмельницька (3,8)	Івано-Франківська (36,0), Хмельницька (12,0), Запорізька (8,7), Херсонська (6,8), м. Київ (4,6), Луганська (3,4)	Івано-Франківська (42,5), Одеська (29,1), Волинська (25,0), Харківська (17,1), Миколаївська (13,6), Чернігівська (9,5)
Регіони екологічної трансформації $0 \leq \Delta lwaste < Me^+$	Львівська (3,4), Вінницька (2,4), Херсонська (1,2)	Черкаська (3,2), Тернопільська (2,7), Донецька (2,3), Одеська (0,8), Миколаївська (0,3)	Чернівецька (4,4), Рівненська (2,7), Київська (2,1), Кіровоградська (0,5), Вінницька (0,3), Poltava (0,1)
Екологічно вразливі регіони $Me^- \leq \Delta lwaste < 0$	Миколаївська (-0,9), Одеська (-1,2), Донецька (-2,2), Рівненська (-2,7), Закарпатська (-4,3), Дніпропетровська (-4,4), Житомирська (-6,0), Волинська (-6,7), Тернопільська (-8,3)	Закарпатська (-0,3), Львівська (-1,4), Дніпропетровська (-1,9), Чернігівська (-2,2), Сумська (-3,0), Київська (-4,5), Житомирська (-8,1)	Закарпатська (-0,3), Львівська (-1,1), м. Київ (-3,3), Житомирська (-6,8), Черкаська (-14,3)
Регіони екологічної деградації $\Delta lwaste < Me^-$	Харківська (-9,5), Черкаська (-11,9), Сумська (-13,6), Луганська (-15,9), Чернівецька (-16,2), Київська (-18,9), Чернігівська (-21,4), Кіровоградська (-29,9), Полтавська (-72,4)	Кіровоградська (-8,7), Вінницька (-8,8), Волинська (-9,5), Рівненська (-10,3), Чернівецька (-11,7), Харківська (-13,2), Полтавська (-67,5)	Сумська (-14,5), Дніпропетровська (-14,6), Тернопільська (-15,4), Донецька (-18,3), Херсонська (-21,0), Хмельницька (-41,0), Запорізька (-56,7)

Примітка: Луганська область виключена з аналізу у 2021–2024 рр.

Джерело: авторська розробка

Наступна компонента – частка неочищених і недостатньо очищених стічних вод у загальному водовідведенні регіону, яка відображає ефективність водогосподарської діяльності, а також рівень екологічної безпеки водних ресурсів. В умовах кризових трансформацій його динаміка дозволяє оцінити стійкість систем водоочищення до пошкоджень, перебоїв у функціонуванні та зростання навантаження, що є критично важливим для збереження екологічної рівноваги територій. Оскільки показник є дестимулятором, класифікація регіонів здійснюється у зворотному порядку (табл. 4).

Оцінка екологічної резильєнтності водних ресурсів свідчить про наявність глибоких структурних дисбалансів у функціонуванні систем водовідведення та водоочищення,

а також значну варіативність здатності регіонів підтримувати належну якість водного середовища.

Четверта компонента – індекс відновлення лісів (FRI), що відображає баланс між процесами відтворення та втрати лісового фонду й характеризує здатність екосистем до природної регенерації та підтримання біорізноманіття.

В кризових умовах його динаміка відображає не лише ефективність лісгосподарської діяльності, але й наслідки масштабних пошкоджень екосистем, зокрема внаслідок бойових дій, пожеж та деградації земель. Оскільки це індекс відображає баланс між відновленням і втратою лісів, то при типологізації регіонів він вважається стимулятором (табл. 5).

Таблиця 4

Типологія регіонів України за динамікою частки неочищених вод, %

Тип регіону	2013-2021 рр.	2015-2021 рр.	2021-2024 рр.
Екологічно стійкі регіони $WR < Me^-$	м. Київ (–45,22), Донецька (–28,59), Одеська (–13,46), Дніпропетровська (–10,78)	Луганська (–35,30), Донецька (–21,17), Дніпропетровська (–19,09), Запорізька (–6,58), Одеська (–2,93), Харківська (–1,38), Житомирська (–1,24)	Полтавська (–24,92), Чернігівська (–20,80), Херсонська (–18,75), Одеська (–12,87), Сумська (–5,90), Волинська (–3,33), Львівська (–2,86), Закарпатська (–1,48), Хмельницька (–1,17), Вінницька (–1,05)
Регіони екологічної трансформації $Me^- \leq WR < 0$	Запорізька (–7,59), Харківська (–1,40), Хмельницька (–1,36), Київська (–0,18)	м. Київ (–0,92), Миколаївська (–0,60), Хмельницька (–0,42), Київська (–0,39), Тернопільська (–0,22), Івано–Франківська (–0,08)	Кіровоградська (–0,99), Чернівецька (–0,85), Івано–Франківська (–0,72), м. Київ (–0,70), Тернопільська (–0,69), Рівненська (–0,39), Київська (–0,13), Харківська (–0,09), Черкаська (–0,01)
Екологічно вразливі регіони $0 \leq WR < Me^+$	Івано–Франківська (0,32), Черкаська (0,36), Вінницька (0,59), Волинська (0,95), Житомирська (1,28), Чернівецька (1,49), Тернопільська (2,28), Луганська (2,32)	Чернівецька (0,13), Черкаська (0,16), Вінницька (0,36), Волинська (3,33), Закарпатська (3,55), Рівненська (3,87)	Житомирська (0,36), Запорізька (0,36)
Регіони екологічної деградації $WR \geq Me^+$	Закарпатська (3,94), Миколаївська (6,77), Чернігівська (7,15), Рівненська (7,67), Сумська (10,88), Херсонська (16,05), Полтавська (31,70), Кіровоградська (41,91), Львівська (58,90)	Сумська (8,06), Чернігівська (15,65), Херсонська (18,75), Полтавська (29,90), Кіровоградська (34,69), Львівська (58,37)	Дніпропетровська (1,71), Донецька (1,77), Миколаївська (2,07)

Примітка: Луганська область виключена з аналізу у 2021–2024 рр.

Джерело: авторська розробка

Оцінка екологічної резильєнтності за індексом відновлення лісів свідчить про відносну стабільність процесів відтворення лісового фонду в більшості регіонів України.

П'ята компонента – екологічні інвестиції. Екологічні інвестиції відображають фінансову спроможність регіонів до відновлення та трансформації природоохоронної інфраструктури. В умовах кризових трансформацій їх динаміка дозволяє оцінити не лише інтенсивність інвестиційних процесів, але й пріоритетність екологічної компоненти у структурі регіонального розвитку. Оскільки зростання екоінвестицій прямо корелює зі зміцненням екологічної

резильєнтності, то цей індикатор розглядається як стимулятор при типологізації регіонів України (табл. 6).

Оцінка екологічної резильєнтності за інвестиційною компонентою свідчить про суттєву структурну диференціацію регіонів України за рівнем фінансового забезпечення природоохоронної діяльності.

Динаміка локальних індикаторів екологічної резильєнтності регіонів України показала системну трансформацію взаємодії економіки та довкілля під впливом кризових шоків. Після початку військового конфлікту на Сході України та анексії АРК відбувся злам попередніх

Таблиця 5

Типологія регіонів за індексом відновлення лісів, %

Тип регіону	2013-2021 рр.	2015-2021 рр.	2021-2024 рр.
Екологічно стійкі регіони $FRI \geq Me^+$	Житомирська (5,38), Чернівецька (4,88), Полтавська (4,39), Вінницька (3,81), Хмельницька (3,57), Чернігівська (3,43), Волинська (3,39), Рівненська (3,36), Львівська (3,18), Івано-Франківська (3,13), Сумська (2,91), Черкаська (2,65), Тернопільська (2,65)	Житомирська (4,73), Чернівецька (3,95), Полтавська (3,19), Волинська (3,16), Вінницька (3,11), Хмельницька (3,02), Чернігівська (2,84), Рівненська (2,79), Івано-Франківська (2,56), Львівська (2,56), Сумська (2,51), Черкаська (2,40)	Житомирська (1,82), Черкаська (1,60), Волинська (1,31), Чернігівська (1,28), Дніпропетровська (1,15), Чернівецька (1,04), Львівська (0,94), Хмельницька (0,88), Тернопільська (0,76)
Регіони екологічної трансформації $0 \leq FRI < Me^+$	м. Київ (2,57), Київська (2,49), Кіровоградська (2,15), Запорізька (2,13), Миколаївська (1,33), Харківська (1,30), Закарпатська (1,29), Донецька (0,91), Дніпропетровська (0,77), Одеська (0,18)	Тернопільська (2,33), м. Київ (2,10), Кіровоградська (1,95), Київська (1,76), Запорізька (1,75), Миколаївська (1,15), Закарпатська (1,09), Харківська (0,87), Дніпропетровська (0,73), Донецька (0,55), Одеська (0,25)	Полтавська (0,70), Сумська (0,68), Івано-Франківська (0,64), Вінницька (0,61), Київська (0,52), Рівненська (0,44), Закарпатська (0,40), Кіровоградська (0,32), м. Київ (0,05)
Екологічно вразливі регіони $Me^- \leq FRI < 0$	Херсонська (-0,68)	Херсонська (-0,40)	Одеська (-0,01),
Регіони екологічної деградації $FRI < Me^-$	Луганська (-10,86)	Луганська (-8,13)	Харківська (-8,40), Миколаївська (-1,65)

Примітка: Донецька, Луганська, Запорізька та Херсонська області виключені з аналізу у 2021–2024 рр. через відсутність та окупацію лісових господарств

Джерело: авторська розробка

Таблиця 6

Типологія регіонів за індексом екологічних інвестицій (EI)

Тип регіону	2013-2021 рр.	2015-2021 рр.	2021-2024 рр.
Екологічно стійкі регіони $EI \geq Me^+$	Херсонська (6,36), Кіровоградська (4,45), Житомирська (3,27), Миколаївська (3,06), Харківська (2,04), Волинська (1,99), Чернівецька (1,86)	Харківська (22,35), Кіровоградська (20,17), Херсонська (19,37), Львівська (7,40), Донецька (4,00), Волинська (3,58), Миколаївська (2,78), Дніпропетровська (2,48)	Волинська (3,02), Житомирська (2,80), Черкаська (2,79), Закарпатська (2,17), Рівненська (1,36)
Регіони екологічної трансформації $0 \leq EI < Me^+$	Сумська (1,45), Хмельницька (1,04), Дніпропетровська (0,80), м. Київ (0,72), Львівська (0,27), Закарпатська (0,15)	Закарпатська (2,20), Хмельницька (1,94), Одеська (1,79), Полтавська (1,50), Івано-Франківська (1,03), м. Київ (0,94), Сумська (0,88), Чернівецька (0,61), Вінницька (0,00), Запорізька (0,00)	Вінницька (1,33), Тернопільська (0,49), Хмельницька (0,37), Чернігівська (0,07)
Екологічно вразливі регіони $Me^- \leq EI < 0$	Одеська (-0,24), Івано-Франківська (-0,25), Запорізька (-0,33), Тернопільська (-0,47), Вінницька (-0,50), Полтавська (-0,55)	Рівненська (-0,10), Чернігівська (-0,10), Луганська (-0,35), Житомирська (-0,54)	Чернівецька (-0,22), Львівська (-0,26), Полтавська (-0,28), Київська (-0,29), Кіровоградська (-0,45), м. Київ (-0,49), Одеська (-0,60), Дніпропетровська (-0,64)
Регіони екологічної деградації $EI < Me^-$	Рівненська (-0,70), Донецька (-0,71), Чернігівська (-0,80), Черкаська (-0,86), Київська (-0,96), Луганська (-0,96)	Тернопільська (-0,74), Черкаська (-0,79), Київська (-0,95)	Івано-Франківська (-0,70), Миколаївська (-0,73), Херсонська (-0,75), Запорізька (-0,80), Сумська (-0,80), Харківська (-0,84), Донецька (-0,91)

Примітка: Луганська область виключена з аналізу за період 2021–2024 рр.

Джерело: авторська розробка

траекторій розвитку, внаслідок чого сформувалася по-стшокова інерційно-деструктивна динаміка, що проявлялася у деградації окремих екологічних підсистем за відсутності узгодженої модернізації: інтенсивність викидів зростала, циркулярність демонструвала регрес, водна інфраструктура втрачала ефективність, реновація лісових ресурсів відбувалася інерційно, а екоінвестиції були поляризовані.

Після кризи 2014–2015 рр. сформувалася фрагментарна адаптаційна траекторія, яка характеризувалася локальним відновленням: спостерігалось часткове зниження інтенсивності викидів, обмежений прогрес у сфері управління відходами, стабілізація систем водоочищення, збереження інерційної стійкості лісових екосистем та зростання екоінвестицій, проте без системного зміцнення їх взаємозв'язків. У 2022–2024 рр. відносно довоєнного 2021 р. відбувся злам і перехід до моделі вимушеної резильєнтності, де динаміка показників визначається і воєнними факторами: сформувалися нові осередки екологічного

навантаження у викидах, відбулася дестабілізація систем управління відходами, водна резильєнтність набула характеру «вимушеної адаптації» через деіндустріалізацію, лісові екосистеми перейшли до траекторії воєнної деструкції із різким зниженням регенерації, а екоінвестиції зазнали руйнування фінансової бази та просторового перерозподілу у відносно безпечні регіони, що загалом призвело до формування асиметричних і нестійких траекторій відновлення екосистем.

На основі нормалізованих значень здійснено розрахунок вагових коефіцієнтів для кожної з п'яти компонент екологічної резильєнтності за методом ентропії.

Розрахунок інтегрального індексу екологічної резильєнтності ($I_{EcR,i}$) забезпечує комплексну оцінку стану регіональних екосистем шляхом агрегування нормалізованих індикаторів 5 компонент з урахуванням їх ентропійно визначених ваг. На основі шкали бажаності А. Харрінгтона здійснено типологізацію регіонів України за рівнем екологічної резильєнтності (табл. 8).

Таблиця 8

Типологія регіонів за рівнем екологічної резильєнтності

Рівень резильєнтності	2013–2021 рр.	2015–2021 рр.	2021–2024 рр.
Екологічно стійкі (0,80 – 1,00)	–	–	–
Екологічна трансформація (0,63 – 0,80)	Херсонська (0,71), Івано–Франківська (0,69)	Івано–Франківська (0,67)	–
Екологічна вразливість (0,37 – 0,63)	м. Київ (0,63), Миколаївська (0,59), Житомирська (0,59), Волинська (0,56), Харківська (0,54), Чернівецька (0,53), Вінницька (0,53), Хмельницька (0,51), Запорізька (0,51), Одеська (0,51), Закарпатська (0,49), Сумська (0,48), Кіровоградська (0,48), Дніпропетровська (0,47), Рівненська (0,44), Донецька (0,44), Тернопільська (0,44), Чернігівська (0,43), Львівська (0,40), Київська (0,40)	Харківська (0,62), Херсонська (0,62), Кіровоградська (0,56), Донецька (0,56), Луганська (0,55), Дніпропетровська (0,52), Хмельницька (0,52), Запорізька (0,50), м. Київ (0,47), Одеська (0,47), Чернівецька (0,46), Закарпатська (0,45), Миколаївська (0,45), Тернопільська (0,44), Вінницька (0,44), Волинська (0,43), Черкаська (0,43), Львівська (0,42), Сумська (0,42), Київська (0,41), Рівненська (0,40), Житомирська (0,40), Чернігівська (0,37)	Волинська (0,63), Житомирська (0,54), Черкаська (0,53), Закарпатська (0,53), Рівненська (0,52), Вінницька (0,48), Львівська (0,47), Івано–Франківська (0,44), Одеська (0,43), Полтавська (0,43), Чернігівська (0,43), Кіровоградська (0,41), Тернопільська (0,39), Харківська (0,38), м. Київ (0,38), Київська (0,37)
Екологічна деградація (0,00 – 0,37)	Луганська (0,31), Черкаська (0,37), Полтавська (0,18)	Полтавська (0,11)	Миколаївська (0,36), Хмельницька (0,35), Чернівецька (0,35), Сумська (0,33), Донецька (0,26), Дніпропетровська (0,26), Запорізька (0,24), Херсонська (0,17), Луганська (0,00)
у т.ч.			
екологічний колапс (0,00 – 0,20)	Полтавська (0,18)	Полтавська (0,11)	Херсонська (0,17), Луганська (0,00)

Примітка: Усі прочерки («–») фактичних значень у 2022–2024 рр. (що відповідають відсутнім даним через окупацію або зупинку звітності) прирівняно до 0.

Джерело: авторські розрахунки

У 2013–2021 рр. жоден регіон України не досяг рівня екологічної стійкості, що свідчить про обмежену результативність екологічної політики України в цілому у забезпеченні умов для інтенсивної регенерації природного капіталу та випереджальної адаптації до зовнішніх шоків. До групи екологічної трансформації було віднесено лише 2 регіони, але їхні результати зумовлені різними чинниками: для Херсонської області – високою інтенсивністю екологічних інвестицій та сприятливими природними умовами відновлення, для Івано-Франківської – розвитком циркулярних практик у сфері управління відходами. Переважна більшість регіонів (20 одиниць) визначено як екологічно вразливі. До групи екологічної деградації увійшли 3 регіони. Для Луганської області негативна динаміка була зумовлена кумулятивним впливом воєнного конфлікту 2014–2015 рр. та масштабних лісових пожеж, що призвело до втрати регенеративного потенціалу екосистем. У Черкаській області експлуатаційне використання ресурсів і відсутність інвестицій у модернізацію (вода, повітря, відходи) призвели до ерозії екологічної життєздатності. Полтавщина перебувала у стані глибокого екологічного колапсу, що було зумовлено критичними провалами в управлінні відходами та очищенні стічних вод. Загалом у 2013–2021 рр. екологічна резильєнтність регіонів України характеризувалася переважанням вразливих станів і відсутністю системного переходу до стійких моделей розвитку.

Екологічна резильєнтність регіонів України у 2015–2021 рр. перебувала у фазі адаптивної стабілізації, що супроводжувалася спробами інфраструктурного відновлення після системної кризи 2014–2015 рр. Однак навіть за умов відносного економічного зростання жодний регіон не досяг порогу екологічної стійкості, а єдиним регіоном екологічної трансформації стала Івано-Франківська область. Для Херсонської області відбувся перехід з групи екологічної трансформації до вразливості у 2015–2021 рр., зумовлений вичерпанням ефекту випереджаючого інвестування та одночасним погіршенням показників циркулярності й лісової резильєнтності. Переважна більшість регіонів України (23 територіальні одиниці) сконцентрувалася в групі екологічної вразливості. Показовим є стан Харківщини (0,62), яка впритул наблизилася до зони екологічної трансформації, зокрема через рекордний приріст фінансування природоохоронних заходів на рівні 22,35 %, що нівелював стагнацію у сферах управління відходами та викидами. Водночас покращення показників Луганської області пояснюється ефектом «низької бази» та відновлення екопроектів, що забезпечило тимчасову стабілізацію їхніх екосистем. Найбільш критична ситуація зафіксована у Полтавській області, яка продемонструвала від'ємну динаміку, зумовлений кумулятивним ефектом відсутності прогресу в утилізації відходів і прогресуючого забруднення водних об'єктів неочищеними стічними водами. Отже, у 2015–2021 рр. регіони зосередилися на точкових фінансових заходах без суттєвих змін у взаємодії промисловості та довкілля.

Аналіз екологічної резильєнтності регіонів України у 2021–2024 рр. свідчить про системну деградацію природного та інфраструктурного капіталу під впливом повномасштабної воєнної агресії. Фіксується перехід від станів вразливості до поширення деградаційних процесів і формування осередків екологічного колапсу, що супроводжу-

ється зникненням регіонів із ознаками екологічної трансформації. Навіть відносні лідери – Волинська (0,63) та Житомирська (0,54) області – залишилися в межах зони вразливості, що зумовлено поєднанням територіальної віддаленості від активних бойових дій із збереженням базового регенеративного потенціалу за одночасного скорочення інвестицій та порушення логістичних зв'язків. Найбільш критичні зміни відбулися у групі екологічного колапсу, до якої увійшли Херсонська та Луганська області, де втрата екологічної резильєнтності зумовлена поєднанням воєнних дій, деградації природного капіталу та дестабілізації інженерної інфраструктури. Розширення зони екологічної деградації за рахунок індустриальних регіонів, зокрема Дніпропетровської, Донецької та Запорізької областей, відображає вплив фізичного руйнування інфраструктури для екосистем. Водночас перехід окремих тилових регіонів до цієї групи свідчить про поширення деградаційних процесів поза межами зон активних бойових дій через інституційну та фінансову дестабілізацію систем управління довкіллям. Окремі випадки покращення екологічної резильєнтності (зокрема для Полтавської області) мають депресивний характер і не пов'язані з результатами цілеспрямованої екологічної модернізації. екологічна резильєнтність України у 2021–2024 рр. екологічна резильєнтність України втратила відтворювальний характер і набула ознак вимушеної адаптації в умовах суттєвого виснаження ресурсної бази, що обумовлює необхідність переходу від пасивних форм реагування до стратегії активної регенерації екосистем.

Висновки. Отже, проведене дослідження дозволяє обґрунтувати, що екологічна резильєнтність українських регіонів змінюється під впливом структури економіки та зовнішніх шоків. Аналіз 5 компонентів показує, що взаємодія економіки та довкілля є нелінійною й залежить від кризових факторів. У дослідженні ідентифіковано три якісно відмінні траєкторії екологічної резильєнтності: (1) відносно 2013 р. до 2021 р. домінувала постшокова інерційно-деструктивна модель, що характеризувалася деградацією окремих екологічних підсистем за відсутності системної модернізації; (2) хоча після кризи 2014–2015 рр. відбулося формування адаптаційної траєкторії, яка проявлялася у локальних позитивних зрушеннях та частковому відновленні окремих компонент, однак не супроводжувалася системною інтеграцією екологічної політики; (3) від початку повномасштабної агресії зафіксовано перехід до моделі вимушеної резильєнтності, в якій динаміка екологічних показників визначається насамперед воєнними наслідками. Отримані результати свідчать, що на момент початку повномасштабної агресії регіональна система України вже перебувала у стані екологічної вразливості за відсутності сформованого «ядра стійкості», а воєнні дії лише радикально загострили наявні дисбаланси, перетворивши механізми інерційного функціонування на стратегію виживання. Отримані висновки свідчать про необхідність переорієнтації державної та регіональної політики з підтримки функціонування екологічної інфраструктури на відновлення її структурної цілісності, що передбачає інтеграцію екологічних інвестицій, модернізацію критичних систем водочиснення та управління відходами, а також відновлення природних екосистем.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Folke C., Carpenter S. R., Walker B., Scheffer M., Chapin T., Rockström J. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Global Environmental Change*. 2010. Vol. 20. No. 3. P. 433–440. URL: <https://www.jstor.org/stable/26268226>
2. Indicators for Resilient Cities / Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris : OECD Publishing, 2018. 52 p. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2018/03/indicators-for-resilient-cities_ab6c16ee/6f1f6065-en.pdf
3. D'Adamo I., Favari D., Gastaldi M., Kirchherr J. Towards circular economy indicators: Evidence from the European Union. *Waste Management & Research*. 2024. Vol. 42. No. 2. P. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1177/0734242X241237171>
4. Rodrigues M., Garcez A., Franco M. Building bridges between circularity indicators and sustainability. *Discover Sustainability*. 2025. Vol. 6. Article 1242. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43621-025-02103-x>
5. Murthy G. S. Resilience thinking // Biomass, Biofuels, Biochemicals: Green-Economy: Systems Analysis for Sustainability / ed. by G. S. Murthy, E. Gnansounou, S. K. Khanal, A. Pandey. – Amsterdam : Elsevier, 2021. P. 113–126. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819242-9.00001-4>
6. Folke C. Resilience (republished). *Ecology and Society*. 2016. Vol. 21. No. 4. URL: <https://www.jstor.org/stable/26269991>
7. Walker B., Holling C. S., Carpenter S. R., Kinzig A. P. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*. 2004. Vol. 9. No. 2. Article 5. URL: <https://www.jstor.org/stable/26267673>
8. Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N. M. P., Hultink E. J. The circular economy – a new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 143. P. 757–768. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
9. Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*. 2017. Vol. 127. P. 221–232. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
10. Sewenet A. D., Boulaksil Y., Pisano P. Circular economy, circularity, and sustainability: A systematic review and conceptual framework. *Cleaner Environmental Systems*. 2026. Vol. 20. Article 100405. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2026.100405>
11. A new Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe : Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. – Brussels : European Commission, 2020. – COM(2020) 98 final. URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&format=PDF
12. Хаустова В. Є., Решетняк О. І. Резильєнтність економіки: сутність і виклики для України. *Бізнес Інформ*. 2023. № 7. С. 30–41. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-7-30-41>
13. Данилишин Б., Пилипів В., Обиход Г. Резильєнтність регіонів в контексті досягнення цілей сталого та відповідального споживання туристичних ресурсів: екологія, економіка та соціум. *Економіка та суспільство*. 2025. № 71. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-71-105>
14. Резильєнтність ендегенного розвитку регіонів в умовах глобальних викликів та шоків : монографія / НАН України. ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долишнього НАН України» ; наук. редактор М. І. Мельник. Львів, 2024. 307 с. (Серія «Проблеми регіонального розвитку»)
15. Kalashnikova T. Study of the evolution of the theory of resilience in application to territorial systems. *Demography and Social Economy*. 2024. Vol. 58. No. 4. P. 65–78. DOI: <https://doi.org/10.15407/dse2024.04.065>
16. Зомчак Л. М., Пилипів П. І., Комар М. І. Еколого-економічна резильєнтність регіональних систем України в умовах деструктивних викликів. *Управління змінами та інновації*. 2025. No. 15. P. 28–32. DOI: <https://doi.org/10.32782/CMI/2025-15-4>
17. Trippel M., Fastenrath S., Isaksen A. Rethinking regional economic resilience: Preconditions and processes shaping transformative resilience. *European Urban and Regional Studies*. 2024. Vol. 31. No. 2. P. 101–115. DOI: <https://doi.org/10.1177/096977642311172>
18. OECD, European Commission, Joint Research Centre. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide : monograph. Paris : OECD Publishing, 2008. 162 p. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>
19. Nardo M., Saisana M., Saltelli A., Tarantola S., Hoffmann A., Giovannini E. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. *OECD Statistics Working Papers*. 2005. No. 2005/03. Paris : OECD Publishing. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2005/08/handbook-on-constructing-composite-indicators_g17a16e3/533411815016.pdf
20. Zou Z.-H., Yun Y., Sun J.-N. Entropy method for determination of weight of evaluating indicators in fuzzy synthetic evaluation for water quality assessment. *Journal of Environmental Sciences*. 2006. Vol. 18. No. 5. P. 1020–1023. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(06\)60032-6](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(06)60032-6)
21. Wang Y.-J. Generalizing TOPSIS for fuzzy multiple-criteria group decision making. *Mathematical and Computer Modelling*. 2007. Vol. 46. P. 1163–1170. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2007.01.001>
22. Harrington E. C. The desirability function. *Industrial Quality Control*. 1965. Vol. 21. No. 10. P. 494–498.
23. Derringer G., Suich R. Simultaneous optimization of several response variables. *Journal of Quality Technology*. 1980. Vol. 12. No. 4. P. 214–219.

Додаткові матеріали: Не передбачені.

Джерела фінансування: Дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.

Вдячності: Не передбачені.

Конфлікт інтересів: Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

Використання ШІ: Генеративні інструменти штучного інтелекту не використовувалися для генерації чи суттєвого редагування наукового змісту статті.

Supplementary Materials: Not applicable.

Funding: This research received no external funding.

Acknowledgments: Not applicable.

Conflict of Interest: The author declare no conflict of interest.

Use of Artificial Intelligence: No generative AI tools were used to generate or substantively edit the scholarly content of this article.

REFERENCES

- D'Adamo I., Favari D., Gastaldi M. & Kirchherr J. (2024). Towards circular economy indicators: Evidence from the European Union. *Waste Management & Research*, 2(42), 1–15. <https://doi.org/10.1177/0734242X241237171>

Danylyshyn B., Pylypiv V. & Obykhod H. (2025). Rezylientnist rehioniv v konteksti dosiahnennia tsilei staloho ta vidpovidalnoho spozhyvannia turystychnykh resursiv: ekolohiia, ekonomika ta sotsium [Resilience of regions in the context of achieving the goals of sustainable and responsible consumption of tourist resources: ecology, economy and society]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 71. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-71-105>

Derringer G. & Suich R. (1980). Simultaneous optimization of several response variables. *Journal of Quality Technology*, 4(12), 214–219.

DU «Instytut rehionalnykh doslidzhen imeni M. I. Dolishnoho NAN Ukrainy». Lviv (2024). *Rezylientnist endohennoho rozvytku rehioniv v umovakh hlobalnykh vyklykiv ta shokiv* [Resilience of endogenous development of regions under conditions of global challenges and shocks]. DU «Instytut rehionalnykh doslidzhen imeni M. I. Dolishnoho NAN Ukrainy». Lviv.

European Commission. Brussels. (2020). A new Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&format=PDF

Folke C. (2016). Resilience (republished). *Ecology and Society*, 4(21). <https://www.jstor.org/stable/26269991>

Folke C., Carpenter S. R., Walker B., Scheffer M., Chapin T. & Rockström J. (2010). Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Global Environmental Change*, 3(20), 433–440. <https://www.jstor.org/stable/26268226>

Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N. M. P. & Hultink E. J. (2017). The circular economy – a new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

Harrington E. C. (1965). The desirability function. *Industrial Quality Control*, 10(21), 494–498.

Kalashnikova T. (2024). Study of the evolution of the theory of resilience in application to territorial systems. *Demography and Social Economy*, 4(58), 65–78. <https://doi.org/10.15407/dse2024.04.065>

Khaustova V. Ye. & Reshetniak O. I. (2023). Rezylientnist ekonomiky: sutnist i vyklyky dlia Ukrainy [Resilience of the economy: essence and challenges for Ukraine]. *Biznes Inform*, 7, 30–41. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-7-30-41>

Kirchherr J., Reike D. & Hekkert M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

Murthy G. S. (2021). Resilience thinking. *Biomass, Biofuels, Biochemicals: Green-Economy: Systems Analysis for Sustainability* (pp. 113–126). Elsevier. Amsterdam. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819242-9.00001-4>

Nardo M., Saisana M., Saltelli A., Tarantola S., Hoffmann A. & Giovannini E. (2005). Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. OECD Publishing. Paris, 2005/03. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2005/08/handbook-on-constructing-composite-indicators_g17a16e3/533411815016.pdf

OECD, European Commission & Joint Research Centre (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. OECD Publishing. Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>

OECD Publishing. Paris (2018). *Indicators for Resilient Cities*. OECD Publishing. Paris. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2018/03/indicators-for-resilient-cities_ab6c16ee/6f1f6065-en.pdf

Rodrigues M., Garcez A. & Franco M. (2025). Building bridges between circularity indicators and sustainability. *Discover Sustainability*, Article 1242(6). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-02103-x>

Sewenet A. D., Boulaksil Y. & Pisano P. (2026). Circular economy, circularity, and sustainability: A systematic review and conceptual framework. *Cleaner Environmental Systems*, Article 100405(20). <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2026.100405>

Trippel M., Fastenrath S. & Isaksen A. (2024). Rethinking regional economic resilience: Preconditions and processes shaping transformative resilience. *European Urban and Regional Studies*, 2(31), 101–115. <https://doi.org/10.1177/096977642311172>

Walker B., Holling C. S., Carpenter S. R. & Kinzig A. P. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 2(9), Article 5. <https://www.jstor.org/stable/26267673>

Wang Y.-J. (2007). Generalizing TOPSIS for fuzzy multiple-criteria group decision making. *Mathematical and Computer Modelling*, 46, 1163–1170. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2007.01.001>

Zomchak L. M., Pylypiv R. I. & Komar M. I. (2025). Ekoloho-ekonomichna rezylientnist rehionalnykh system Ukrainy v umovakh destruktivnykh vyklykiv [Ecological and economic resilience of regional systems of Ukraine in conditions of destructive challenges]. *Upravlinnia zminamy ta innovatsii*, 15, 28–32. <https://doi.org/10.32782/CMI/2025-15-4>

Zou Z.-H., Yun Y. & Sun J.-N. (2006). Entropy method for determination of weight of evaluating indicators in fuzzy synthetic evaluation for water quality assessment. *Journal of Environmental Sciences*, 5(18), 1020–1023. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742-\(06\)60032-6](https://doi.org/10.1016/S1001-0742-(06)60032-6)

Стаття надійшла до редакції 23.03.2026 р.
Статтю прийнято до публікації 10.04.2026 р.
Оприлюднено 11.08.2026 р.