

## ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ<sup>1</sup>

**Вороненко В'ячеслав Ігорович**

кандидат економічних наук, доцент,  
старший викладач кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування,  
Сумський державний університет  
ORCID ID: 0000-0002-0301-5924  
v.voronenko@biem.sumdu.edu.ua

**Заїка Юрій Сергійович**

аспірант кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування,  
Сумський державний університет  
ORCID ID: 0009-0006-3266-8912  
zaika.ukr@gmail.com

**Горбуленко Віталій Миколайович**

аспірант кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування,  
Сумський державний університет  
ORCID ID: 0009-0007-0302-2116  
vgorbulenko@gmail.com

**Романченко Софія Олегівна**

студентка,  
Сумський державний університет  
ORCID ID: 0009-0006-6848-1519  
sonyaromanchenko0207@gmail.com

**Мануша Аліна Олександрівна**

студентка,  
Сумський державний університет  
ORCID ID: 0009-0003-2873-5762  
alinamanusha@gmail.com

*У статті розроблено підхід до комплексного оцінювання стану розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки на основі системи спеціальних індексів. Запропоновано методіку формування інтегрованої інформаційної бази з використанням багаторівневих показників екологічного, економічного та безпекового характеру. Проведено порівняльне оцінювання стану систем у воєнний період, що дало змогу визначити загальні тенденції розвитку та ключові проблемні зони. Встановлено неоднорідність розвитку посилення соціально-економічних та психологічних ризиків під впливом воєнних факторів. Сформовано практичні рекомендації щодо підвищення ефективності відновлення, зміцнення цивільної безпеки та забезпечення сталого розвитку в умовах цифрових трансформацій.*

**Ключові слова:** еколого-економічні системи, цивільна безпека, оцінювання розвитку, індексний підхід, штучний інтелект, сталий розвиток, безпекові ризики.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Сьогоднішній розвиток України відбувається в умовах посилення екологічних загроз, економічної нестабільності та постійного посилення воєнних ризиків для цивільної безпеки, що суттєво ускладнює процеси стратегічного планування й управління державою. Еколого-економічні системи та системи цивільної безпеки функціонують як взаємопов'язані складові єдиного соціально-економічного простору, тому погіршення стану однієї з них неминуче призводить до дисбалансів у інших системах. За таких умов виникає потреба у комплексному інструмен-

тарії оцінювання їх розвитку, здатному враховувати багатомірність процесів, різну спрямованість показників та нерівномірність розвитку.

На практиці оцінювання стану розвитку еколого-економічних систем і цивільної безпеки часто здійснюється фрагментарно, з використанням окремих показників або вузькогалузевих підходів, що не дозволяє сформувати цілісне уявлення про реальний стан країни та ефективно визначити пріоритети відновлення і розвитку. Особливої актуальності ця проблема набуває в умовах воєнних дій, коли зростає невизначеність, виникають обмеження

<sup>1</sup> Робота виконана в рамках НДР «Цифрові трансформації для забезпечення цивільного захисту та повоєнного відновлення економіки в умовах екологічних і соціальних викликів» (№ д/р 0124U000549)



доступу до даних, а вплив кризових чинників має системний характер.

Зазначена проблематика безпосередньо пов'язана з важливими науковими завданнями розроблення інтегрованих методів оцінювання складних соціо-економічних систем, удосконалення індексних підходів та застосування сучасних аналітичних і цифрових інструментів. У практичному вимірі її розв'язання спрямоване на формування обґрунтованої інформаційної бази для прийняття управлінських рішень, визначення пріоритетів інвестицій, планування заходів з відновлення територій, підвищення рівня цивільної безпеки та забезпечення сталого розвитку у воєнних умовах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Упродовж останніх років дослідження еколого-економічного розвитку та цивільної безпеки дедалі більше орієнтуються на інтегровані підходи, що поєднують екологічні, економічні та соціально-безпекові складові. Значна частина сучасних праць присвячена формуванню комплексних індикаторів сталого розвитку та оцінюванню взаємозв'язків між різними компонентами систем.

Зокрема, у дослідженні Ф. Скаламонті запропоновано оновлений індекс сталого розвитку, що інтегрує екологічні показники з інституційними характеристиками, підкреслюючи значення ефективного управління для досягнення стійкості розвитку [1]. У роботі, присвяченій взаємозв'язку енергетики, економічного зростання та якості управління, доведено, що структура енергоспоживання та інституційні фактори визначають рівень екологічної стійкості держав [2].

Проблема взаємозв'язків між цілями сталого розвитку досліджується із застосуванням сучасних аналітичних методів, зокрема машинного навчання, що дозволяє визначати синергії та конфлікти між показниками [3]. Подібні підходи застосовано і в регіональних дослідженнях, де показано значні відмінності між окремими індикаторами та необхідність комплексного оцінювання їх взаємодії [4].

У контексті стійкості соціально-економічних систем сучасні дослідження демонструють, що глобальні кризи негативно вплинули на більшість цілей сталого розвитку, що підтверджує потребу у гнучких системах управління та інтегрованих підходах до оцінювання [5]. Подальші дослідження свідчать, що показники сталого розвитку формують взаємопов'язані системи, здатні трансформуватися під впливом кризових факторів, що підсилює значення оцінювання їхньої стійкості [6].

Окремий напрям становлять дослідження ризиків та безпеки у взаємозв'язку з економічним і екологічним розвитком. Зокрема, у праці, присвяченій циркулярній економіці в системі економічної безпеки, обґрунтовано необхідність урахування багатовимірних ризиків для підвищення стійкості економічних систем [7]. У дослідженні з еколого-екологічної оцінки ризиків запропоновано використання цифрових інструментів і знанневих графів для комплексного аналізу екологічних загроз [8].

У працях, присвячених глобальним ризикам, підкреслюється, що сучасні загрози мають комплексний характер і поєднують кліматичні, технологічні та соціаль-

но-політичні фактори, що потребує міждисциплінарних підходів до їх оцінювання [9]. Паралельно розвиваються агент-орієнтовані та гібридні моделі аналізу ризиків, які дозволяють враховувати взаємодію економічних, соціальних та інфраструктурних систем у кризових умовах [10].

У сучасних дослідженнях економічної та кібербезпеки також наголошується на зростанні ролі цифрових загроз і необхідності інтеграції кіберкомпонента у загальні системи цивільної та економічної безпеки [11].

Попри значну кількість сучасних досліджень, залишається низка невирішених питань. По-перше, більшість робіт розглядає екологічні, економічні та безпекові аспекти окремо, без формування єдиної інтегрованої системи оцінювання. По-друге, наявні індикаторні підходи здебільшого орієнтовані на стабільні умови розвитку і недостатньо враховують вплив комплексних кризових чинників. По-третє, відсутні універсальні методичні підходи, що дозволяють інтегрувати екологічні, економічні, соціальні, психологічні та кібербезпекові показники в єдину систему індексів для практичного застосування в управлінні.

**Мета статті** полягає у використанні розробленого методичного підходу для визначення стану розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки на основі системи спеціальних показників та інтегрованих індексів, що дозволяє одночасно враховувати екологічні, економічні, фізичні, психологічні та кібербезпекові складові розвитку.

**Результати дослідження.** Методика оцінювання стану розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки включає розроблені 100 річних показників. Всі розроблені показники мають різну цільову направленість. Тобто покращення з часом стану систем у країні може характеризуватись як зростанням одних показників (наприклад ВВП), так і зниженням інших (наприклад кількість пожеж). Тому для деяких показників бажаним напрямком зміни є їх збільшення {↑}, а для інших – зменшення {↓}. Обидва випадки матимуть позитивну динаміку показників. Умовні позначення {↑} або {↓}, що характеризують бажаний напрямок зміни, наведені напроти кожного показника. Для деяких показників (наприклад для рівня інфляції) бажаний напрямок зміни можна визначити тільки після аналізу конкретної ситуації, тому для таких показників умовні позначення {↑} або {↓} наведені виходячи із більшої вірогідності позитивного напрямку зміни. Зазначене програмується у відповідних системах штучного інтелекту.

Для оцінювання того, як змінюється стан розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки, пропонується розраховувати спеціальні індекси розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки, що є індексами для кожного із розроблених 100 показників. Спеціальні індекси розраховуються на основі середніх індексів річних показників за формулами:

$$C_{ki} = \sqrt[N-1]{\prod_{n=1}^{N-1} \left( \frac{A_{i\{n+1\}}}{A_{i\{n\}}} \right)},$$

$$C_{\Gamma} = \sqrt[N-1]{\prod_{n=1}^{N-1} \left( \frac{B_{i\{n+1\}}}{B_{i\{n\}} (1+r)_{\{n+1\}}} \right)},$$

де  $C_{\text{Ки}}$  – спеціальний індекс розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки для показників які не вимірюються у грошових одиницях;

$C_{\Gamma}$  – спеціальний індекс розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки для показників які вимірюються у грошових одиницях;

$A_i$  –  $i$ -тий показник стану розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки що не вимірюється у грошових одиницях;

$B_i$  –  $i$ -тий показник стану розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки що вимірюється у грошових одиницях;

$N$  – кількість років, за якими здійснюється аналіз;

$r$  – рівень інфляції;

$n$  – позначення номера року.

Критерієм оцінювання стану розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки є значення спеціальних індексів більше 1 для тих показників, де бажаною направленістю їх зміни є зростання {↑}, і значення менше 1 для тих показників, де бажаною направленістю їх зміни є зменшення {↓}. Повна версія методики представлена в [12, с. 46–57].

Використання методики оцінювання стану розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки (фізичної, психологічної, економічної безпеки та кібербезпеки) необхідне для отримання відповідної інформаційної бази для України. Часові періоди, які розглядалися, включають два дворічних періоди: до повномасштабної агресії Росії на Україну (2020–2021 рр.) та після (2022–2023 рр.). Це дозволяє як порівняти стан систем до та після повномасштабної агресії, так і врахування проблеми відсутності інформації з тимчасово окупованих територій в процесі розрахунку розроблених ста індексів стану розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки. Для цього використано багаторівневі дані з офіційних джерел, відкритих інформаційних платформ, результатів моніторингів, соціологічних опитувань, кібер-аналітики, в тому числі зібрані за допомогою технологій штучного інтелекту, які охоплювали екологічні, економічні та безпекові виміри розвитку.

Після оцінювання 100 спеціальних індексів ( $C_{\text{Ки}}$  та  $C_{\Gamma}$ ), потрібно визначити, в якому стані знаходиться розвиток еколого-економічних систем та цивільної безпеки України. Шкали оцінок, що відповідають певному стану розвитку, представлені в табл. 1. Оцінки є умовними і позначені відповідним кольором.

В таблицях 2–7 представлено результати розрахунків спеціальних індексів ( $C_{\text{Ки}}$  та  $C_{\Gamma}$ ) розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки і їх відповідність критеріям для України за 2020–2021, 2022–2023 роки.

Виявлено неоднорідність розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки через наслідки бойових дій; виявлено прямий зв'язок між інтенсивністю бойових дій та зростанням психоемоційних розладів, а також поглибленням економічної вразливості бізнесу і домогосподарств, особливо це стосується регіонів, де ведуться бойові дії; зафіксовано зростання рівня кіберзагроз під час війни; за 2020–2021 рр. доля індексів стану розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки, що відповідають критерію позитивної динаміки (зміни у часі) становить 72%, а доля індексів, що не відповідають критерію, відповідно 28%; за 2022–2023 рр. доля індексів, що відповідають критерію становить 73%, а доля індексів, що не відповідають критерію, відповідно 27% (табл. 8). На основі застосування алгоритмів штучного інтелекту побудовано комплексну карту стану відповідного розвитку для України (рис. 1), де стан позначений відповідним кольором згідно табл. 1.

Отримана інформаційна база дозволила сформулювати рекомендації, що включають регіоналізовані сценарії еколого-економічного відновлення, першочергові напрями інвестицій в інфраструктуру, покращення доступу до психологічної, медичної допомоги та зміцнення кіберрезистентності. Оскільки за 2020–2023 рр. стан розвитку охарактеризований умовно як «добре», то рекомендації у загальному плані для України включають підтримку розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки з необхідністю покращення систем цивільної безпеки, бо відповідні показники демонстрували погіршення з часом.

**Висновки.** У ході дослідження використано індексний підхід до оцінювання стану розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки. Застосування індексного підходу дало змогу узагальнити різноспрямовані показники та отримати цілісну характеристику динаміки розвитку за різними часовими періодами.

Результати оцінювання засвідчили наявність неоднорідності розвитку еколого-економічних систем і систем цивільної безпеки, що обумовлено впливом воєнних факторів та територіальними відмінностями. Виявлено, що, незважаючи на збереження загалом позитивної динаміки розвитку, окремі складові цивільної безпеки демонструють погіршення показників, що потребує посиленої уваги з боку державних органів та

Таблиця 1

Стан країнового розвитку і окремі шкали оцінок систем

№	Стан розвитку	Кількість індексів, що відповідають критерію		
		Еколого-економічні системи	Системи цивільної безпеки	Всі разом
1	Незадовільно	0–15	0–10	0–25
2	Задовільно	16–30	11–20	26–50
3	Добре	31–45	21–30	51–75
4	Відмінно	46–60	31–40	76–100

**Спеціальні індекси ( $C_{ки}$  та  $C_{гн}$ ) розвитку екологічних систем та їх відповідність критеріям для України за 2020–2021 роки**

№	Показник ( $\uparrow$ , $\downarrow$ ) – бажаний характер зміни)	$C_{ки}$ , $C_{гн}$	Характер зміни показника	Відповідність критерію (+ так; - ні)
1.1	$P_a$ – кількість викидів забруднюючих речовин (крім $CO_2$ ) в атмосферне повітря, тис. т (всіх разом та кожної забруднюючої речовини окремо). $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.2	$P_b$ – кількість викидів діоксиду вуглецю ( $CO_2$ ) в атмосферне повітря, тис. т. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.3	$P_c$ – кількість проб дослідження рівня забруднення атмосферного повітря, які не відповідають санітарно-хімічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.4	$P_f$ – доля проб дослідження рівня забруднення атмосферного повітря, що не відповідає санітарно-хімічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.5	$P_g$ – кількість викидів всіх забруднюючих речовин (крім $CO_2$ ) в атмосферне повітря у розрахунку на одну особу, т/особу. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.6	$P_h$ – кількість викидів діоксиду вуглецю ( $CO_2$ ) в атмосферне повітря у розрахунку на одиницю площі території, т/км <sup>2</sup> . $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.7	$V_a$ – кількість забруднюючих водні ресурси речовин, що скидаються разом зі стічними водами, тис. т (всіх разом та кожної забруднюючої речовини окремо). $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.8	$V_b$ – кількість проб дослідження води з <i>централізованого</i> водопостачання, які не відповідають санітарно-хімічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.9	$V_c$ – кількість проб дослідження води з <i>централізованого</i> водопостачання, які не відповідають бактеріологічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.10	$V_d$ – кількість проб дослідження води з <i>децентралізованого</i> водопостачання, які не відповідають санітарно-хімічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.11	$V_e$ – кількість проб дослідження води з <i>децентралізованого</i> водопостачання, які не відповідають бактеріологічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.12	$V_f$ – кількість проб дослідження води з <i>водних об'єктів</i> , які не відповідають санітарно-хімічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.13	$V_g$ – кількість проб дослідження води з <i>водних об'єктів</i> , які не відповідають <i>мікробіологічним</i> нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.14	$V_h$ – доля проб дослідження води з <i>централізованого</i> водопостачання, які не відповідають санітарно-хімічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.15	$V_i$ – доля проб дослідження води з <i>централізованого</i> водопостачання, які не відповідають бактеріологічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.16	$V_j$ – доля проб дослідження води з <i>децентралізованого</i> водопостачання, які не відповідають санітарно-хімічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.17	$V_k$ – доля проб дослідження води з <i>децентралізованого</i> водопостачання, які не відповідають бактеріологічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.18	$V_{oc}$ – доля проб дослідження води з <i>водних об'єктів</i> , які не відповідають санітарно-хімічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.19	$V_l$ – доля проб дослідження води з <i>водних об'єктів</i> , які не відповідають <i>мікробіологічним</i> нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.20	$V_n$ – втрати води при транспортуванні, млн. м <sup>3</sup> . $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.21	$Z_a$ – кількість проб дослідження ґрунту, які не відповідають санітарно-хімічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.22	$Z_b$ – кількість проб дослідження ґрунту, які не відповідають бактеріологічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.23	$Z_c$ – доля проб дослідження ґрунту, що не відповідає санітарно-хімічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.24	$Z_d$ – доля проб дослідження ґрунту, що не відповідає бактеріологічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.25	$Z_e$ – площа земель, що постраждала внаслідок воєнних дій та стала непридатною для будь-якого використання, га. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.26	$Z_f$ – площа земель, що мають небезпеку для людей, тварин та рослин через наявність вибухових предметів та речовин, га. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.27	$L_a$ – площа загибелі лісових насаджень (в т.ч. від воєнних дій), га. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.28	$L_b$ – площа відтворення лісових насаджень, га. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.29	$B_a$ – приріст кількості копитних тварин, хутрових звірів, пернатої дичини (всіх разом та по окремісті), тис. голів. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.30	$B_b$ – приріст площі, зайнятої рослинними угрупованнями (крім лісів), га. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+

**Спеціальні індекси ( $C_{ки}$  та  $C_{п}$ ) розвитку екологічних систем  
та їх відповідність критеріям для України за 2022–2023 роки**

№	Показник ( $\{\downarrow\}$ , $\{\uparrow\}$ ) – бажаний характер зміни	$C_{ки}$ , $C_{п}$	Характер зміни показника	Відповідність критерію (+ так; - ні)
1.1	$P_a$ – кількість викидів забруднюючих речовин (крім $CO_2$ ) в атмосферне повітря, тис. т (всіх разом та кожної забруднюючої речовини окремо). $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.2	$P_b$ – кількість викидів діоксиду вуглецю ( $CO_2$ ) в атмосферне повітря, тис. т. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.3	$P_c$ – кількість проб дослідження рівня забруднення атмосферного повітря, які не відповідають санітарно-хімічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.4	$P_d$ – доля проб дослідження рівня забруднення атмосферного повітря, що не відповідає санітарно-хімічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.5	$P_e$ – кількість викидів всіх забруднюючих речовин (крім $CO_2$ ) в атмосферне повітря у розрахунку на одну особу, т/особу. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.6	$P_f$ – кількість викидів діоксиду вуглецю ( $CO_2$ ) в атмосферне повітря у розрахунку на одиницю площі території, т/км <sup>2</sup> . $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.7	$V_a$ – кількість забруднюючих водні ресурси речовин, що скидаються разом зі стічними водами, тис. т (всіх разом та кожної забруднюючої речовини окремо). $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.8	$V_b$ – кількість проб дослідження води з <i>централізованого</i> водопостачання, які не відповідають санітарно-хімічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.9	$V_c$ – кількість проб дослідження води з <i>централізованого</i> водопостачання, які не відповідають бактеріологічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.10	$V_d$ – кількість проб дослідження води з <i>децентралізованого</i> водопостачання, які не відповідають санітарно-хімічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.11	$V_e$ – кількість проб дослідження води з <i>децентралізованого</i> водопостачання, які не відповідають бактеріологічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.12	$V_f$ – кількість проб дослідження води з <i>водних об'єктів</i> , які не відповідають санітарно-хімічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.13	$V_g$ – кількість проб дослідження води з <i>водних об'єктів</i> , які не відповідають <i>мікробіологічним</i> нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.14	$V_h$ – доля проб дослідження води з <i>централізованого</i> водопостачання, які не відповідають санітарно-хімічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.15	$V_i$ – доля проб дослідження води з <i>централізованого</i> водопостачання, які не відповідають бактеріологічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.16	$V_j$ – доля проб дослідження води з <i>децентралізованого</i> водопостачання, які не відповідають санітарно-хімічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.17	$V_k$ – доля проб дослідження води з <i>децентралізованого</i> водопостачання, які не відповідають бактеріологічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.18	$V_{oc}$ – доля проб дослідження води з <i>водних об'єктів</i> , які не відповідають санітарно-хімічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.19	$V_l$ – доля проб дослідження води з <i>водних об'єктів</i> , які не відповідають <i>мікробіологічним</i> нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.20	$V_n$ – втрати води при транспортуванні, млн. м <sup>3</sup> . $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.21	$Z_a$ – кількість проб дослідження ґрунту, які не відповідають санітарно-хімічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.22	$Z_b$ – кількість проб дослідження ґрунту, які не відповідають бактеріологічним нормативам, тис. шт. $\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.23	$Z_c$ – доля проб дослідження ґрунту, що не відповідає санітарно-хімічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.24	$Z_d$ – доля проб дослідження ґрунту, що не відповідає бактеріологічним нормативам із загальної кількості проб, $\%.\{\downarrow\}$	<1	Зменшився	+
1.25	$Z_e$ – площа земель, що постраждала внаслідок воєнних дій та стала непридатною для будь-якого використання, га. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.26	$Z_f$ – площа земель, що мають небезпеку для людей, тварин та рослин через наявність вибухових предметів та речовин, га. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.27	$L_a$ – площа загибелі лісових насаджень (в т.ч. від воєнних дій), га. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.28	$L_b$ – площа відтворення лісових насаджень, га. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.29	$B_e$ – приріст кількості копитних тварин, хутрових звірів, пернатой дичини (всіх разом та по окремістості), тис. голів. $\{\uparrow\}$	<1	Зменшився	-
1.30	$B_p$ – приріст площі, зайнятої рослинними угрупованнями (крім лісів), га. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+

**Спеціальні індекси ( $C_{ки}$  та  $C_{Гі}$ ) розвитку економічних систем  
та їх відповідність критеріям для України за 2020–2021 роки**

№	Показник ( $\{\downarrow\}$ , $\{\uparrow\}$ – бажаний характер зміни)	$C_{ки}$ , $C_{Гі}$	Характер зміни показника	Відповідність критерію (+ так; - ні)
1.1	Номінальний валовий внутрішній продукт, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.2	Реальний валовий внутрішній продукт, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.3	Валовий внутрішній продукт на душу населення, тис. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.4	Валовий національний продукт, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.5	Національний дохід, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.6	Валова додана вартість, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.7	Розмір середньої заробітної плати, тис. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.8	Медіанна заробітна плата, тис. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.9	Обсяг експорту, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.10	Обсяг імпорту, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.11	Розмір державного боргу, млрд. грн. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.12	Витрати з державного бюджету, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	<1	Зменшився	+
1.13	Витрати населення, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.14	Доходи населення, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.15	Обсяг капітальних інвестицій, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.16	Обсяг капітальних інвестицій у матеріальні активи, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.17	Обсяг капітальних інвестицій у нематеріальні активи, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.18	Обсяг капітальних інвестицій промисловості, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.19	Обсяг іноземних інвестицій в економіку, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.20	Обсяг безповоротних донорських коштів, виділених на відновлення країни, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.21	Капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.22	Обсяг реалізованих послуг природоохоронного призначення, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.23	Витрати на оплату послуг природоохоронного призначення, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.24	Витрати на охорону здоров'я та реабілітацію на душу населення, тис. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.25	Внутрішні витрати на відновлення інфраструктури, постраждалої внаслідок воєнних дій та ворожих атак, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	<1	Зменшився	-
1.26	Витрати на підтримку людей на душу населення, що опинились у скрутному становищі внаслідок воєнних дій та ворожих атак, тис. грн. $\{\uparrow\}$	<1	Зменшився	-
1.27	Рівень інфляції, %. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.28	Рівень безробіття, %. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.29	Індекс споживчих цін, %. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.30	Доля населення, що живе за межею бідності (рівень бідності), %. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-

Таблиця 5

**Спеціальні індекси ( $C_{ки}$  та  $C_{Гі}$ ) розвитку економічних систем  
та їх відповідність критеріям для України за 2022–2023 роки**

№	Показник ( $\{\downarrow\}$ , $\{\uparrow\}$ – бажаний характер зміни)	$C_{ки}$ , $C_{Гі}$	Характер зміни показника	Відповідність критерію (+ так; - ні)
1	2	3	4	5
1.1	Номінальний валовий внутрішній продукт, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.2	Реальний валовий внутрішній продукт, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.3	Валовий внутрішній продукт на душу населення, тис. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.4	Валовий національний продукт, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.5	Національний дохід, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.6	Валова додана вартість, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.7	Розмір середньої заробітної плати, тис. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.8	Медіанна заробітна плата, тис. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.9	Обсяг експорту, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.10	Обсяг імпорту, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	>1	Збільшився	+
1.11	Розмір державного боргу, млрд. грн. $\{\downarrow\}$	>1	Збільшився	-
1.12	Витрати з державного бюджету, млрд. грн. $\{\uparrow\}$	<1	Зменшився	+

1	2	3	4	5
1.13	Витрати населення, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.14	Доходи населення, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.15	Обсяг капітальних інвестицій, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.16	Обсяг капітальних інвестицій у матеріальні активи, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.17	Обсяг капітальних інвестицій у нематеріальні активи, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.18	Обсяг капітальних інвестицій промисловості, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.19	Обсяг іноземних інвестицій в економіку, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.20	Обсяг безповоротних донорських коштів, виділених на відновлення країни, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.21	Капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.22	Обсяг реалізованих послуг природоохоронного призначення, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.23	Витрати на оплату послуг природоохоронного призначення, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.24	Витрати на охорону здоров'я та реабілітацію на душу населення, тис. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.25	Внутрішні витрати на відновлення інфраструктури, постраждалої внаслідок воєнних дій та ворожих атак, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.26	Витрати на підтримку людей на душу населення, що опинилось у скрутному становищі внаслідок воєнних дій та ворожих атак, тис. грн. {↑}	<1	Зменшився	-
1.27	Рівень інфляції, %.{↓}	<1	Зменшився	+
1.28	Рівень безробіття, %.{↓}	<1	Зменшився	+
1.29	Індекс споживчих цін, %.{↓}	<1	Зменшився	+
1.30	Доля населення, що живе за межею бідності (рівень бідності), %.{↓}	<1	Зменшився	-

Таблиця 6

**Спеціальні індекси (C<sub>к</sub> та C<sub>г</sub>) розвитку систем цивільної безпеки (фізичної, психологічної, економічної безпеки та кібербезпеки) та їх відповідність критеріям для України за 2020–2021 роки**

№	Показник ({↓}, {↑} – бажаний характер зміни)	C <sub>к</sub> , C <sub>г</sub>	Характер зміни показника	Відповідність критерію (+ так; - ні)
1	2	3	4	5
1.1	Кількість уперше зареєстрованих випадків захворювань всіх типів, тис. шт. {↓}	<1	Зменшився	+
1.2	Кількість зареєстрованих випадків травм, отруєнь та інших уражень (в тому числі внаслідок воєнних дій та ворожих атак), тис. шт. {↓}	<1	Зменшився	+
1.3	Кількість загиблих людей внаслідок воєнних дій та ворожих атак (в т.ч. військовослужбовців), тис. осіб. {↓}	<1	Зменшився	+
1.4	Кількість ворожих атак та воєнних злочинів, тис. шт. {↓}	>1	Збільшився	-
1.5	Кількість вбитих людей внаслідок громадянських злочинів, тис. осіб. {↓}	>1	Збільшився	-
1.6	Кількість кримінальних правопорушень (крім економічних), тис. шт. {↓}	<1	Зменшився	+
1.7	Кількість померлих людей від причин невоєнного характеру, тис. осіб. {↓}	>1	Збільшився	-
1.8	Кількість зареєстрованих пожеж, тис. шт. {↓}	<1	Зменшився	+
1.9	Кількість дорожньо-транспортних пригод, тис. шт. {↓}	<1	Зменшився	+
1.10	Середня тривалість життя, років. {↑}	>1	Збільшився	+
1.11	Видатки на громадську безпеку, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.12	Видатки на цивільну оборону, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.13	Кількість готових до використання захисних споруд та укриттів для населення, тис. шт. {↑}	>1	Збільшився	+
1.14	Ємність готових до використання захисних споруд та укриттів для населення, млн. осіб. {↑}	<1	Зменшився	-
1.15	Кількість уперше зареєстрованих випадків захворювань нервової системи, тис. шт. {↓}	<1	Зменшився	+
1.16	Кількість уперше зареєстрованих випадків психологічних розладів (що не відноситься до захворювань нервової системи), тис. шт. {↓}	<1	Зменшився	+
1.17	Витрачені кошти на психологічну реабілітацію та лікування (крім коштів фізичних осіб), млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.18	Кількість економічних злочинів, тис. шт. {↓}	<1	Зменшився	+
1.19	Економічні збитки внаслідок руйнацій інфраструктури, заподіяні воєнними діями та ворожими атаками, млрд. грн. {↓}	>1	Збільшився	-
1.20	Економічні збитки внаслідок руйнацій та закриття підприємств, заподіяні воєнними діями та ворожими атаками, млрд. грн. {↓}	>1	Збільшився	-

1	2	3	4	5
1.21	Економічні збитки внаслідок фізичної шкоди здоров'ю населення (в т.ч. військовослужбовцям), заподіяні воєнними діями та ворожими атаками, млрд. грн. {↓}	>1	Збільшився	-
1.22	Кількість зареєстрованих нових підприємств, тис. шт. {↑}	>1	Збільшився	+
1.23	Розмір інвестицій в науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.24	Дефіцит електричної енергії, МВт. {↓}	<1	Зменшився	+
1.25	Приріст генерації енергії з відновлюваних джерел, МВт. {↑}	>1	Збільшився	+
1.26	Кількість створених нових робочих місць, тис. шт. {↑}	>1	Збільшився	+
1.27	Кількість кіберзлочинів, що скоєні проти юридичних та фізичних осіб, тис. шт. {↓}	>1	Збільшився	-
1.28	Величина збитків, заподіяних скоєними кіберзлочинами, млрд. грн. {↓}	>1	Збільшився	-
1.29	Загальні витрати на кібербезпеку, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.30	Доля населення, що має доступ до телекомунікаційного зв'язку, %. {↑}	>1	Збільшився	+
1.31	Кількість новонароджених людей, тис. осіб. {↑}	<1	Зменшився	-
1.32	Природний приріст населення, тис. осіб. {↑}	<1	Зменшився	-
1.33	Кількість людей, що виїхала закордон на постійне місце проживання, тис. осіб. {↓}	>1	Збільшився	-
1.34	Кількість людей, що приїхали у країну на постійне місце проживання, тис. осіб. {↑}	>1	Збільшився	+
1.35	Доля населення, що не має житла для проживання (власного, орендованого, соціального), %. {↓}	<1	Зменшився	+
1.36	Ступінь виконання планів з відновлення інфраструктури (% завершення від запланованого), %. {↑}	>1	Збільшився	+
1.37	Доля населення, що не має доступу до соціальних послуг, %. {↓}	<1	Зменшився	+
1.38	Доля населення, що не має доступу до державних послуг, %. {↓}	<1	Зменшився	+
1.39	Доля повернення населення до постраждалих від воєнних дій та ворожих атак регіонів після їх завершення, %. {↑}	>1	Збільшився	+
1.40	Доля повернення населення із закордону, що перебувало там під тимчасовим захистом або в якості біженців, %. {↑}	>1	Збільшився	+

Таблиця 7

**Спеціальні індекси (СКі та СГі) розвитку систем цивільної безпеки (фізичної, психологічної, економічної безпеки та кібербезпеки) та їх відповідність критеріям для України за 2022–2023 роки**

№	Показник (↓, ↑) – бажаний характер зміни	С <sub>к</sub> , С <sub>г</sub>	Характер зміни показника	Відповідність критерію (+ так; - ні)
1	2	3	4	5
1.1	Кількість уперше зареєстрованих випадків захворювань всіх типів, тис. шт. {↓}	<1	Зменшився	+
1.2	Кількість зареєстрованих випадків травм, отруєнь та інших уражень (в тому числі внаслідок воєнних дій та ворожих атак), тис. шт. {↓}	>1	Збільшився	-
1.3	Кількість загиблих людей внаслідок воєнних дій та ворожих атак (в т.ч. військовослужбовців), тис. осіб. {↓}	>1	Збільшився	-
1.4	Кількість ворожих атак та воєнних злочинів, тис. шт. {↓}	>1	Збільшився	-
1.5	Кількість вбитих людей внаслідок громадянських злочинів, тис. осіб. {↓}	<1	Зменшився	+
1.6	Кількість кримінальних правопорушень (крім економічних), тис. шт. {↓}	>1	Збільшився	-
1.7	Кількість померлих людей від причин невоєнного характеру, тис. осіб. {↓}	<1	Зменшився	+
1.8	Кількість зареєстрованих пожеж, тис. шт. {↓}	<1	Зменшився	+
1.9	Кількість дорожньо-транспортних пригод, тис. шт. {↓}	<1	Зменшився	+
1.10	Середня тривалість життя, років. {↑}	>1	Збільшився	+
1.11	Видатки на громадську безпеку, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.12	Видатки на цивільну оборону, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.13	Кількість готових до використання захисних споруд та укриттів для населення, тис. шт. {↑}	>1	Збільшився	+
1.14	Ємність готових до використання захисних споруд та укриттів для населення, млн. осіб. {↑}	>1	Збільшився	+
1.15	Кількість уперше зареєстрованих випадків захворювань нервової системи, тис. шт. {↓}	<1	Зменшився	+
1.16	Кількість уперше зареєстрованих випадків психологічних розладів (що не відносяться до захворювань нервової системи), тис. шт. {↓}	>1	Збільшився	-

1	2	3	4	5
1.17	Витрачені кошти на психологічну реабілітацію та лікування (крім коштів фізичних осіб), млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.18	Кількість економічних злочинів, тис. шт. {↓}	>1	Збільшився	-
1.19	Економічні збитки внаслідок руйнацій інфраструктури, заподіяні воєнними діями та ворожими атаками, млрд. грн. {↓}	>1	Збільшився	-
1.20	Економічні збитки внаслідок руйнацій підприємств, заподіяні воєнними діями та ворожими атаками, млрд. грн. {↓}	>1	Збільшився	-
1.21	Економічні збитки внаслідок фізичної шкоди здоров'ю населення (в т.ч. військовослужбовцям), заподіяні воєнними діями та ворожими атаками, млрд. грн. {↓}	>1	Збільшився	-
1.22	Кількість зареєстрованих нових підприємств, тис. шт. {↑}	>1	Збільшився	+
1.23	Розмір інвестицій в науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.24	Дефіцит електричної енергії, МВт. {↓}	<1	Зменшився	+
1.25	Приріст генерації енергії з відновлюваних джерел, МВт. {↑}	>1	Збільшився	+
1.26	Кількість створених нових робочих місць, тис. шт. {↑}	>1	Збільшився	+
1.27	Кількість кіберзлочинів, що скоєні проти юридичних та фізичних осіб, тис. шт. {↓}	>1	Збільшився	-
1.28	Величина збитків, заподіяних скоєними кіберзлочинами, млрд. грн. {↓}	>1	Збільшився	-
1.29	Загальні витрати на кібербезпеку, млрд. грн. {↑}	>1	Збільшився	+
1.30	Доля населення, що має доступ до телекомунікаційного зв'язку, %.{↑}	>1	Збільшився	+
1.31	Кількість новонароджених людей, тис. осіб. {↑}	<1	Зменшився	-
1.32	Природний приріст населення, тис. осіб. {↑}	<1	Зменшився	-
1.33	Кількість людей, що виїхала закордон на постійне місце проживання, тис. осіб. {↓}	>1	Збільшився	-
1.34	Кількість людей, що приїхали у країну на постійне місце проживання, тис. осіб. {↑}	>1	Збільшився	+
1.35	Доля населення, що не має житла для проживання (власного, орендованого, соціального), %.{↓}	>1	Збільшився	-
1.36	Ступінь виконання планів з відновлення інфраструктури (% завершення від запланованого), %.{↑}	>1	Збільшився	+
1.37	Доля населення, що не має доступу до соціальних послуг, %.{↓}	<1	Зменшився	+
1.38	Доля населення, що не має доступу до державних послуг, %.{↓}	<1	Зменшився	+
1.39	Доля повернення населення до постраждалих від воєнних дій та ворожих атак регіонів після їх завершення, %.{↑}	>1	Збільшився	+
1.40	Доля повернення населення із закордону, що перебувало там під тимчасовим захистом або в якості біженців, %.{↑}	>1	Збільшився	+

Таблиця 8

**Стан розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки  
(фізична, психологічна, економічна, кібербезпека) України**

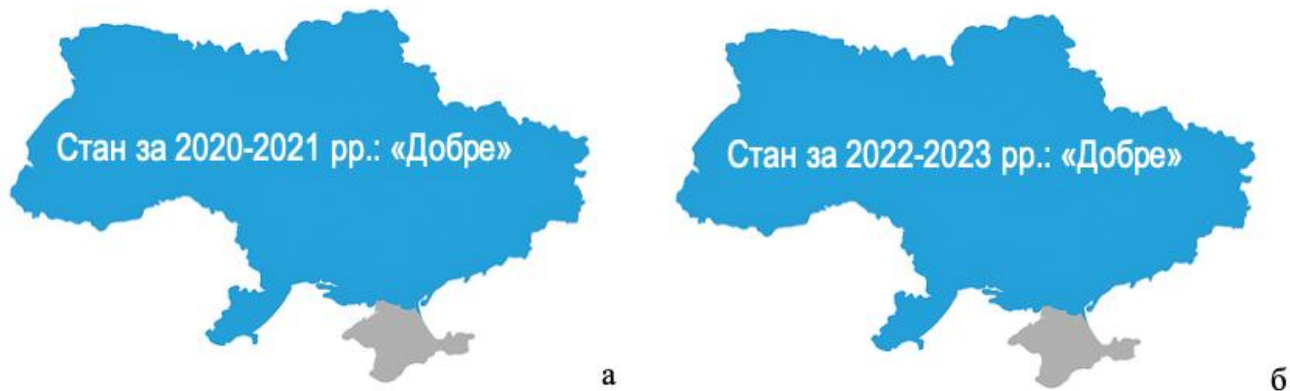
Роки	Характеристика	Еколого-економічні системи	Системи цивільної безпеки	Доля всіх разом (%)	Стан розвитку
2020–2021	Кількість індексів, що відповідають критерію	44	28	72	«Добре»
	Кількість індексів, що не відповідають критерію	16	12	28	
2022-2023	Кількість індексів, що відповідають критерію	48	25	73	«Добре»
	Кількість індексів, що не відповідають критерію	12	15	27	

відповідних інституцій. Запропонований підхід підтвердив доцільність використання інтегрованих індексів для визначення загального стану розвитку та ідентифікації проблемних зон.

Практична цінність отриманих результатів полягає у можливості використання сформованої інформаційної бази для обґрунтування управлінських рішень, визначення пріоритетів відновлення, розроблення регіоналі-

зованих сценаріїв розвитку та підвищення ефективності заходів у сфері цивільної безпеки й екологічно орієнтованого економічного зростання.

Подальші перспективи досліджень у цьому напрямку пов'язані з розширенням переліку показників з урахуванням нових викликів і ризиків, регіонального аналізу, а також удосконаленням алгоритмів обробки даних із застосуванням технологій штучного інтелекту.



**Рис. 1. Стан розвитку еколого-економічних систем та цивільної безпеки України  
(а – 2020-2021 рр.; б – 2022-2023 рр.)**

Джерело: Сірим кольором позначено регіони України, де дані відсутні

#### Список використаної літератури:

- Scalamonti F. The sustainable development index: An integration of the ecological framework considering the governance-development nexus. 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4733789>
- Mushtaq M., Ahmed S., Abbas A., Fahlevi M. Impact of urbanization on environmental eminence: Moderating role of renewable energy. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2024. Vol. 14, No. 2. P. 244–257.
- Zhou L., You C., Qu H., Guo L., Zhang H. Unraveling the nonlinear relationship between ecosystem services and sustainable development goals based on machine learning. *Environment, Development and Sustainability*. 2025. P. 1–31. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-025-07018-1>
- Bie Q., Wang S., Qiang W., Ma X., Gu Z., Tian N. Progress toward Sustainable Development Goals and interlinkages between them in Arctic countries. *Heliyon*. 2023. Vol. 9, No. 2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13306>
- Henrysson M., Swain R. B., Swain A., Nerini F. F. Sustainable Development Goals and wellbeing for resilient societies: Shocks and recovery. *Humanities and Social Sciences Communications*. 2024. Vol. 11, No. 1. P. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03973-8>
- Melnykovich M., Nijnik M., Soshenskyi O., Zibtsev S., Lobchenko G., Sarkki S., Voloshyna N., Soloviy I., Kravets P., Khan Y., Yaroshchuk R., Keeton W. S., Rosset C., Pauli B., Garcia C. A., Waeber P. O. Pathways for Ukraine's Post-War Recovery: Forest Socio-Ecological System in the Focus. 2025. DOI: <https://doi.org/10.20944/preprints202502.1736.v1>
- Kovalenko B. Risk-sensitive modeling framework of circular economy development in the system of economic security. *Economy and Society*. 2025. No. 81. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-81-123>
- Yang Y., Zhu X. Eco-environmental risk assessment and its precaution partitions based on a knowledge graph: A case study of Shenzhen City, China. *Sustainability*. 2024. Vol. 16, No. 2. Art. 909. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16020909>
- Jehn F. U., Engler J. O., Arnscheidt C. W., Wache M., Ilin E., Cook L. та ін. The state of global catastrophic risk research: A bibliometric review. *Earth System Dynamics*. 2025. Vol. 16, No. 4. P. 1053–1084. DOI: <https://doi.org/10.5194/esd-16-1053-2025>
- Fearnley C. Early warning of complex climate risk with integrated artificial intelligence. *Research Square*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4248340/v1>
- Arce D. Cybersecurity for defense economists. *Defence and Peace Economics*. 2023. Vol. 34, No. 6. P. 705–725. DOI: <https://doi.org/10.1080/10242694.2022.2138122>
- Вороненко В. І. та ін. Цифрові трансформації для забезпечення еколого-економічного розвитку та цивільного захисту : монографія; за заг. ред. О. В. Кубатка, В. І. Вороненка. Суми : СумДУ, 2025. 195 с.

#### References:

- Scalamonti, F. (2024). The Sustainable Development Index: An integration of the ecological framework considering the governance-development nexus. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4733789>.
- Mushtaq, M., Ahmed, S., Abbas, A., & Fahlevi, M. (2024). Impact of urbanization on environmental eminence: Moderating role of renewable energy. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14 (2), 244-257.
- Zhou, L., You, C., Qu, H., Guo, L., & Zhang, H. (2025). Unraveling the nonlinear relationship between ecosystem services and sustainable development goals based on machine learning. *Environment, Development and Sustainability*, 1-31. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-025-07018-1>
- Bie, Q., Wang, S., Qiang, W., Ma, X., Gu, Z., & Tian, N. (2023). Progress toward Sustainable Development Goals and interlinkages between them in Arctic countries. *Heliyon*, 9 (2). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13306>
- Henrysson, M., Swain, R. B., Swain, A., & Nerini, F. F. (2024). Sustainable Development Goals and wellbeing for resilient societies: shocks and recovery. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11 (1), 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03973-8>
- Melnykovich, M., Nijnik, M., Soshenskyi, O., Zibtsev, S., Lobchenko, G., Sarkki, S., Voloshyna, N., Soloviy, I., Kravets, P., Khan, Y., Yaroshchuk, R., Keeton, W. S., Rosset, C., Pauli, B., Garcia, C. A., & Waeber, P. O. (2025).

Pathways for Ukraine's Post-War Recovery: Forest Socio-Ecological System in the Focus. DOI: <https://doi.org/10.20944/preprints202502.1736.v1>

7. Kovalenko, B. (2025). Risk-sensitive modeling framework of circular economy development in the system of economic security. *Economy and Society*, (81). DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-81-123>

8. Yang, Y., & Zhu, X. (2024). Eco-Environmental Risk Assessment and Its Precaution Partitions Based on a Knowledge Graph: A Case Study of Shenzhen City, China. *Sustainability*, 16 (2), 909. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16020909>

9. Jehn, F. U., Engler, J. O., Arnscheidt, C. W., Wache, M., Ilin, E., Cook, L., ... & Kemp, L. (2025). The state of global catastrophic risk research: a bibliometric review. *Earth System Dynamics*, 16 (4), 1053-1084. DOI: <https://doi.org/10.5194/esd-16-1053-2025>

10. Fearnley, C. (2024). Early warning of complex climate risk with integrated artificial intelligence. *Research Square (Research Square)*. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4248340/v1>

11. Arce, D. (2023). Cybersecurity for defense economists. *Defence and Peace Economics*, 34 (6), 705–725. DOI: <https://doi.org/10.1080/10242694.2022.2138122>

12. Voronenko, V. I., ta in. (2025). *Tsyfrovii transformatsii dlia zabezpechennia ekoloho-ekonomichnoho rozvytku ta tsyvilnoho zakhystu* (O. V. Kubatko & V. I. Voronenko, red.). SumDU.

**Viacheslav Voronenko**, PhD, Associate Professor, Senior lecturer of the Department of Economics, Entrepreneurship and Business Administration, Sumy State University. **Yurii Zaika**, PhD student of the Department of Economics, Entrepreneurship and Business Administration, Sumy State University. **Vitalii Horbulenko**, PhD student of the Department of Economics, Entrepreneurship and Business Administration, Sumy State University. **Sofiia Romanchenko**, Student, Sumy State University. **Alina Manusha**, Student, Sumy State University

### **ASSESSMENT OF THE STATE OF DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC SYSTEMS AND CIVIL SECURITY**

*The article focuses on the comprehensive assessment of the development of ecological and economic systems and civil security under conditions of significant environmental, economic, and social challenges. The relevance of the research is determined by the need for an integrated analytical approach that combines environmental, economic, physical, psychological, and cyber security dimensions into a single evaluation framework. The purpose of the study is to develop and test a methodological approach to assessing the state of development of ecological and economic systems and civil security based on a system of specialized indicators. The methodology is based on the formation of a multilevel system of indicators that reflect the dynamics of environmental, economic, and security parameters. The approach includes the development of one hundred annual indicators with different target orientations, normalization of their dynamics, and the construction of special indices. Comparative analysis across different time periods and the integration of heterogeneous data sources are applied. Artificial intelligence technologies are used to process large datasets and to build an integrated development map. The results demonstrate the feasibility of assessing the overall state of development of ecological, economic, and civil security systems using an integrated system of indices. The assessment reveals uneven development, the impact of destructive factors on environmental and economic indicators, and the growth of psychological and cyber threats. At the same time, the overall state of development is characterized as generally positive, indicating the presence of adaptive capacity. The practical value of the study lies in creating an integrated information base and analytical toolkit for strategic planning, monitoring, and decision-making. The proposed approach allows the identification of priority investment areas, the development of regional recovery scenarios, and the strengthening of civil security measures in conditions of uncertainty and crisis transformations.*

**Keywords:** ecological-economic systems, civil security, development assessment, index approach, artificial intelligence, sustainable development, security risks.

*Дата надходження статті:* 21.01.2026

*Дата прийняття статті:* 13.02.2026

*Дата публікації статті:* 03.03.2026