

Марина В. Савченко<sup>1</sup>, Артем В. Лозінський<sup>2</sup>

## МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ ЦИРКУЛЯРНOSTІ КРАЇНИ В УМОВАХ СИСТЕМНОЇ КРИЗИ СВІТОВОГО ГОСПОДАРСТВА

*У статті досліджено актуальні методичні підходи до оцінювання циркулярності країни в контексті системної кризи світового господарства. Обґрунтовано, що перехід до циркулярної економіки (ЦЕ) є стратегічною перевагою, яка сприяє підвищенню економічної безпеки, екологічної стійкості та соціального добробуту. Мета статті полягає у розробці науково обґрунтованих рекомендацій для вдосконалення існуючих методик оцінювання ЦЕ на національному рівні, що дозволяють забезпечити ефективний моніторинг та обґрунтування прийняття стратегічних рішень у сфері сталого розвитку.*

*В рамках дослідження було систематизовано теоретичні засади та визначено сутнісні характеристики циркулярно-орієнтованої моделі економіки. Здійснено аналіз існуючих міжнародних та вітчизняних методичних підходів до оцінювання ЦЕ, виявлено їхні переваги та недоліки. Окрему увагу приділено аналізу системи моніторингу економіки замкнутого циклу Європейського Союзу та методу аналізу матеріальних потоків у масштабі всієї економіки (EW-MFA).*

*З використанням методів абстракції, порівняння, графічної інтерпретації, дедукції та системного аналізу було сформульовано висновки щодо необхідності розробки більш комплексного та універсального науково-методичного підходу до оцінювання циркулярності, що враховує економічні, екологічні та соціальні аспекти сталого розвитку. Результати дослідження підкреслюють важливість адаптації інструментарію оцінювання до специфіки національної економіки та викликів, пов'язаних з глобальною економічною нестабільністю.*

*Запропоновані рекомендації можуть бути використані для вдосконалення стратегій ЦЕ як на глобальному, так і на національному рівнях, сприяючи переходу до більш сталої та ефективної моделі господарювання.*

*Ключові слова: циркулярна економіка, оцінювання циркулярності, методи оцінки, сталий розвиток, економічна криза, матеріальні потоки, діаграма Сенкі, система моніторингу.*

*Рис. 6. Табл. 2. Літ. 53.*

DOI: 10.32752/1993-6788-2023-1-269-156-173

JEL Classification: C82; O11, O13; Q30

<sup>1</sup>ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9063-3551>

<sup>2</sup>ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8942-3250>

Marina V. Savchenko, Artem V. Lozinskyi

## METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING THE CIRCULARITY OF A COUNTRY IN THE CONDITIONS OF A SYSTEMIC CRISIS IN THE WORLD ECONOMY

*The article examines current methodological approaches to assessing the circularity of a country in the context of the systemic crisis of the global economy. It is substantiated that the transition to a circular economy (CE) is a strategic advantage that contributes to increasing economic security, environmental sustainability and social well-being. The purpose of the article is to develop scientifically based recommendations for improving existing CE assessment methods at the*

<sup>1</sup> Vasyli' Stus Donetsk National University, Vinnytsa, Ukraine.

<sup>2</sup> Vasyli' Stus Donetsk National University, Vinnytsa, Ukraine

*national level, which allow for effective monitoring and substantiation of strategic decision-making in the field of sustainable development.*

*The study systematized the theoretical foundations and identified the essential characteristics of the circular economy model. An analysis of existing international and domestic methodological approaches to CE assessment was carried out, their advantages and disadvantages were identified. Special attention is paid to the analysis of the European Union's closed-loop economy monitoring system and the economy-wide material flow analysis method (EW-MFA).*

*Using the methods of abstraction, comparison, graphical interpretation, deduction and system analysis, conclusions were formulated on the need to develop a more comprehensive and universal scientific and methodological approach to assessing circularity, which takes into account the economic, environmental and social aspects of sustainable development. The results of the study emphasize the importance of adapting the assessment toolkit to the specifics of the national economy and the challenges associated with global economic instability.*

*The proposed recommendations can be used to improve CE strategies at both the global and national levels, contributing to the transition to a more sustainable and efficient business model.*

*Keywords: circular economy, circularity assessment, assessment methods, sustainable development, economic crisis, material flows, Senki diagram, monitoring system.*

*Peer-reviewed, approved and placed: 12.11.2023.*

**Постановка проблеми.** Значущу роль у масштабному впровадженні принципів циркулярної економіки (ЦЕ) виконують економічні агенти незалежно від форми власності, зацікавленість яких у впровадженні бізнес-моделей ЦЕ пояснюється перспективами отримання значних економічних вигід через інновації [1]. Окрім економічних переваг, наукові дослідження [2; 3] розкривають ширший спектр позитивних наслідків впровадження ЦЕ для компаній, що охоплюють три аспекти сталого розвитку, відомі як «потрійний результат», а саме планета, люди, прибуток або процвітання (PPP) (Planet, People, Profit). Ці переваги включають зменшення негативного впливу на довкілля, підвищення соціальних показників, а також економічні вигоди, такі як економія коштів та освоєння нових ринків [2; 3]. Згідно з цією формулою стратегії ЦЕ мають потенціал для мінімізації негативних наслідків для сталого розвитку без шкоди для економічного зростання та процвітання [4].

А. Мюррей, К. Скене та К. Хейнс [5], справедливо зазначаючи, що будь-яка економічна діяльність має забезпечувати максимізацію екосистемних функцій та підвищувати рівень добробуту людини, визначають власну тріаду результатів впровадження ЦЕ – баланс між екологічною стабільністю, економічним розвитком та підвищенням добробуту населення., Е.Л. Рус, Р. Саломоне та Т. Рейес засвідчують, що вигоди ЦЕ забезпечуються отриманням більшої цінності з ресурсів, що використовуються при зниженні шкоди, що завдається навколишньому середовищу [6; 7; 8].

Ця думка стала мейнстримом у науковій літературі, зосереджуючись на можливості економічного зростання на основі замикання виробничих ланцюжків [9]. При цьому Д. О'Ніл, А. Фаннінг, У. Лемб, та Дж. Стейнбергер [10] у економічному зростанні вбачають не самоціль, а результат застосування циркулярних моделей на основі ефективного ресурсоспоживання [10].

Проте, фактичні наслідки ЦЕ здебільшого залишаються на рівні припущень, а не фактичного оцінювання [11; 12]. Вкрай важливо оцінити,

наскільки стратегії ЦЕ дійсно сприяють вирішенню глобальних криз світового господарства, таких як зміна клімату, втрата біорізноманіття та економічна нерівність, враховуючи виявлені наслідки на регіональному та місцевому рівнях, такі як підкислення, евтрофікація, токсичність екосистем та вплив на місцеву зайнятість. Все це підтверджує важливість вдосконалення методичних положень оцінювання циркулярності країни.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Дослідженням методичних засад оцінки циркулярної економіки присвятили свої наукові праці такі вітчизняні та зарубіжні науковці, як: К.Е. Боулдінг [13], В.І. Вернадський [14], В.В. Євдокимов [15], Л.А. Мусіна [16], Р. Стахель [17] та ін.

Останнім часом спостерігається зростання інтересу до оцінювання циркулярної економіки (ЦЕ), проте бракує універсальних підходів та врахування системних криз.

**Метою дослідження** є розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо вдосконалення методичних підходів до оцінювання циркулярності країни в умовах системної кризи світового господарства, що дозволяють забезпечити ефективний моніторинг прогресу та обґрунтувати прийняття стратегічних рішень у сфері сталого розвитку.

Задля вирішення поставленої мети у ході дослідження було вирішено такі наукові завдання:

- систематизувати теоретичні засади та розробити сутнісні характеристики циркулярно-орієнтованої моделі економіки як основи для формування критеріїв її оцінювання;
- проаналізувати існуючі міжнародні та вітчизняні методичні підходи до оцінювання циркулярності економіки, виявити їх переваги та недоліки;
- обґрунтувати необхідність врахування економічних, екологічних та соціальних аспектів сталого розвитку при оцінюванні циркулярності економіки країни;
- розробити рекомендації щодо вдосконалення наявних методичних підходів до оцінювання циркулярності економіки, з урахуванням специфіки країни та викликів, пов'язаних із системною кризою світового господарства.

У ході дослідження були використанні такі загальнонаукові методи: наукової абстракції, системного аналізу, синтезу, логічної дедукції, теоретичного узагальнення, порівняння, уявного експерименту та інші.

**Основні результати дослідження.** Отже, оцінка рівня циркулярності країни в умовах системної кризи світового господарства є не лише актуальною, але й життєво необхідною передумовою забезпечення економічної безпеки, екологічної стійкості та соціального благополуччя країни.

В. Хасс [18] відмічав, що вельми важливо визначити поточний стан циркулярності, щоб мати орієнтир, за яким можна відстежувати вдосконалення.

Виходячи з цього, зараз загальноновизнано, що для сприяння ЦЕ необхідним є впровадження інструментів моніторингу та оцінки, таких як індикатори для вимірювання та кількісної оцінки цього прогресу [19; 20; 21; 22; 23; 24; 25]. Європейська комісія також визнала потребу в індикаторах циркулярності у своєму плані дій для ЦЕ [26], зазначивши, що «для оцінки прогресу на шляху до більш циркулярної економіки та ефективності дій на рівні ЄС і національному рівні важливо мати набір надійних індикаторів» [26].

Крім того, Е. Вайс [27] вважав, що важливо вимірювати саме ефективність циклічних стратегій, що використовуються на національному, регіональному та місцевому рівнях. Як наслідок, у науковій літературі все більше спроб стало з'являтися з розробки індикаторів для концепції ЦЕ (С-індикаторів) [22].

Хронологія розвитку методичних положень оцінювання циркулярної економіки наведена на рис. 1.

Аналіз часових інтервалів та методик оцінки циркулярної економіки, представлений на рис. 1, демонструє поступовий, проте нелінійний розвиток інструментарію вимірювання та моніторингу переходу до циркулярної парадигми. Початкові дослідницькі зусилля, орієнтовані переважно на застосування методології матеріального балансу (Material Flow Analysis, MFA) та аналіз потоків речовин (Substance Flow Analysis, SFA), еволюціонували в напрямку розробки комплексних системних індикаторів та інтегрованих моделей, що реалізують екологічні, економічні та соціальні виміри циркуляції. Хронологічна ретроспектива показує експансію сфери застосування методик, від локалізованих оцінок окремих підприємств та продуктів до системного оцінювання циркулярності на регіональному та національному рівнях, що підкреслює усвідомлення потреби в застосуванні системного підходу до вимірювання рівня циркулярності. Простежується тенденція до розробки більш деталізованих та специфічних індикаторів, адаптованих до особливостей різних галузей промисловості та етапів виробничого циклу, що підкреслює необхідність конструювання гнучкого та адаптивного інструментарію оцінювання, здатного виконати специфіку досліджуваних об'єктів та цілей дослідження.

Останнім часом розроблено численні індикатори циркулярності, залежно від їх обсягів, цілей і можливих застосувань.

Проте брак академічних і наукових знань щодо С-індикаторів є перешкодою для подальшого впровадження [22].

М. Ліндер, С.Сарасіні та П. Лун [45] підкреслюють нагальну потребу обережно переглянути наявні методичні положення для оцінювання циркулярності, щоб виявити їхні недоліки та визначити можливість їх взаємодоповнюваності. У відповідь останнім часом слід відмітити зростаючу кількість нечітких і багатограних С-індикаторів, потребуючих певних роз'яснень щодо їх розповсюдження та належного використання.

М. Сайдані, Б. Янну, Ю. Леруа, Ф. Клузель, А. Кендалл [39] узагальнили критерії диференціації С-індикаторів, виділивши критерії, що є специфічними для парадигми ЦЕ (критерії 1-4); критерії, що пов'язані з конкретним використанням і сферами застосування С-індикаторів (критерії 5, 6); критерії, що пов'язані з основними їх ознаками (критерії 7, 8); критерій, що пов'язаний з кожним С-індикатором (критерій 9) та критерій за авторством розробленого кожного С-індикатора (критерій 10) (рис. 2).

Представлена на рис. 2 таксономія С-індикаторів, систематизована на основі комплексу критеріїв, що відображають специфіку парадигми ЦЕ, сферу їх застосування, основні атрибутивні характеристики, кореляцію з кожним конкретним індикатором та атрибуцію авторства, засвідчує багатовимірність та концептуальну складність завдання вимірювання циркулярності.

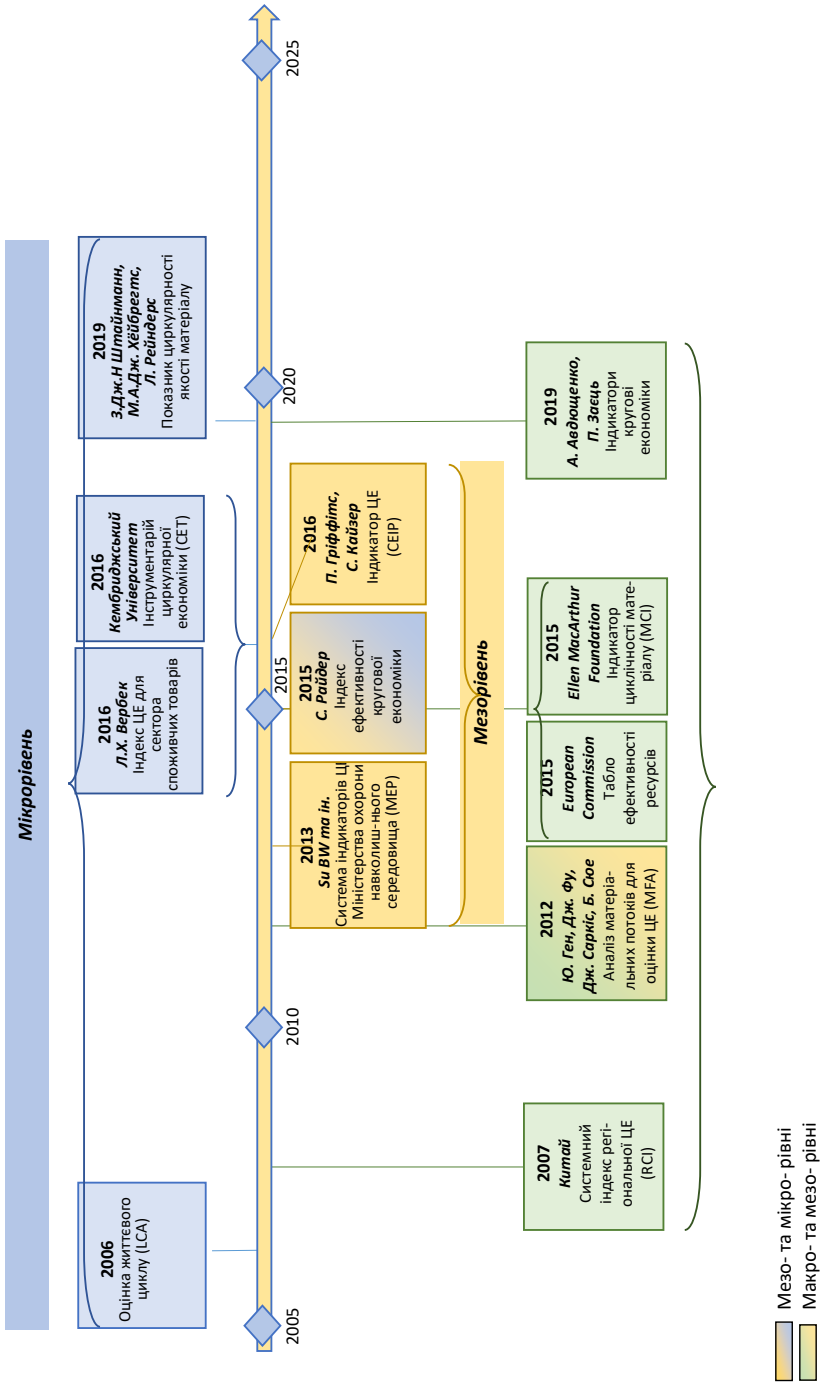


Рис. 1. Часові інтервали та основні методики оцінки ЦЕ, побудовано авторами на основі [25; 28-44]

Наявність критеріїв, що акцентують особливі риси ЦЕ, підкреслює диференціацію між цими індикаторами та традиційними показниками екологічної та економічної ефективності. Критерії, що корелюють зі сферами застосування та основними атрибутивними характеристиками, вказують на нагальну потребу адаптації інструментарію оцінювання до конкретних дослідницьких завдань та контекстуальних рамок. Зазначена таксономія відображає тенденцію до розширення та диверсифікації С-індикаторів, що об'єднує їх порівняльний аналіз та інтеграцію в уніфіковану систему оцінювання, та підкреслює потребу в розробці чітких критеріїв для відбору та застосування С-індикаторів, з урахуванням мети дослідження та специфіки об'єкта оцінювання, для забезпечення валідності та надійності отриманих результатів.

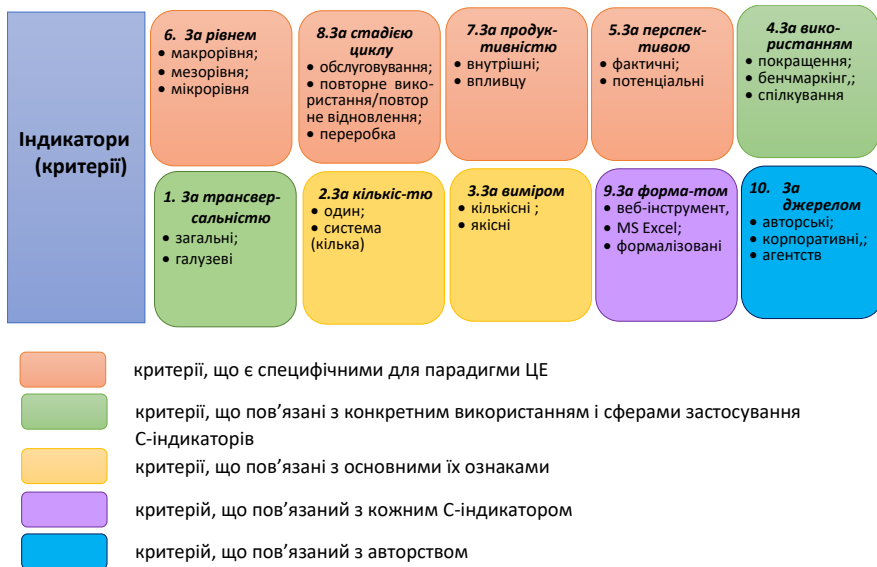


Рис. 2. Категорії таксономії С-індикаторів, побудовано авторами на основі [39; 46; 47]

Наразі відсутній універсальний індикатор для оцінки ЦЕ, проте у світовій науковій спільноті та практиці статистичного аналізу запропоновано різноманітні індекси та показники, що дозволяють оцінити ефективність різних аспектів, які прямо чи опосередковано сприяють розвитку ЦЕ.

У контексті забезпечення моніторингу прогресу в досягненні цілей сталого розвитку, ООН розробило статистичне забезпечення відповідних індикаторів. Світовий банк, у свою чергу, систематично публікує еколого-економічні індикатори у щорічних виданнях «Індикатори світового розвитку» (World Development Indicators) та «Короткий зелений довідник» (Little Green Data Book), включаючи індекс скоригованих чистих накопичень (adjusted net savings) як інтегральний показник, що враховує вплив економічної діяльності на навколишнє середовище. Крім того, вагомий внесок у розробку

інструментарію оцінки екологічної стійкості вносять академічні інституції, зокрема університети Yale та Columbia, які розраховують індекс екологічної стійкості (environmental sustainability index, ESI) та показник екологічної ефективності (Environmental performance indicator, EPI). На окрему увагу заслуговує імплементація індикаторів «зеленого зростання» (Green Growth Indicators) в рамках діяльності Організації економічного співробітництва та розвитку (Green growth and sustainable development), спрямована на інтеграцію екологічних аспектів в економічну політику країн-членів.

В рамках імплементації Плану дій 2015 р., Європейською комісією було розроблено та впроваджено «Систему моніторингу економіки замкненого циклу» [48; 49], що являє собою комплексну систему індикаторів та субпоказників, структурованих за чотирма ключовими категоріями, що дозволяє здійснювати оцінку прогресу у переході до ЦЕ (рис. 3).

КАТЕГОРІЇ	ХАРАКТЕРИСТИКА
1 Виробництво та споживання	✓ оцінює прогрес у мінімізації утворення відходів на етапах виробництва та споживання, акцентуючи увагу на необхідності зменшення обсягів відходів компаніями, повторного використання сировини у виробничому процесі
2 Поводження з відходами	✓ визначає обсяги перероблених відходів, які повертаються в економічний цикл з метою створення доданої вартості, надаючи інформацію про поточний стан реалізації програм перероблення відходів у різних країнах
3 Вторинна сировина	✓ аналізує інтенсивність повторного використання матеріалів та виробів в економіці, сприяючи замиканню циклу та зменшенню потреби у використанні первинних ресурсів, що позитивно впливає на екологічний слід виробництва
4 Конкурентоспроможність та інновації	✓ досліджує роль інновацій як ключового фактора успішного переходу до ЦЕ, сприяючи створенню нових робочих місць, економічному зростанню та впровадженню технологій з меншим споживанням ресурсів, змінюючи моделі споживання та бізнес-процеси, що корелює з концепціями економіки, орієнтованою на інновації, та економіки, заснованою на знаннях

Рис. 3. Критерії системи моніторингу економіки замкненого циклу, побудовано авторами на основі [48; 49]

Система індикаторів забезпечує комплексну оцінку прогресу в переході до ЦЕ та дозволяє ідентифікувати ключові напрями для подальших зусиль.

Серед існуючих методологічних підходів до оцінки циркулярності бізнес-моделей та продуктів, значний потенціал для подальшої еволюції мав метод вимірювання та аналізу використання сировини на макрорівні, відомий як «облік та аналіз матеріальних потоків у масштабах усієї економіки» (Economy-wide material flow accounts, EW-MFA).

Показники, отримані на основі аналізу матеріальних потоків, надають інформацію про сукупний фізичний масштаб економіки та її матеріаломісткість. Зокрема, вони є цінним інструментом для моніторингу прогресу у досягненні стратегічних політичних цілей, зокрема, визначених у контексті Цілей сталого розвитку (рис. 4).



Рис. 4. Структура показників EW-MFA, [50]

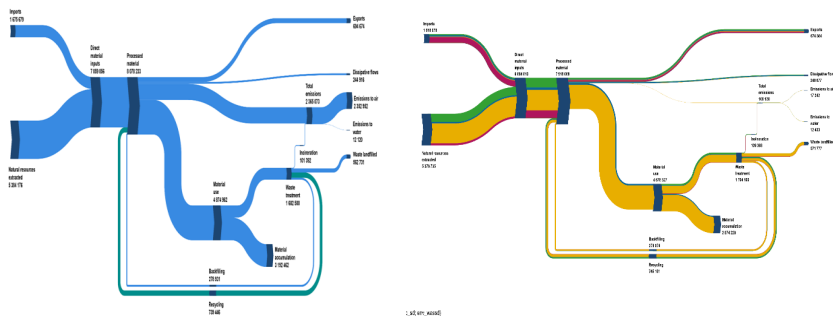
На рис. 4 представлено систему взаємопов'язаних показників аналізу матеріальних потоків, що відображають матеріальний баланс на національному рівні. Важливо підкреслити, що всі ці показники характеризують матеріали, які використовуються продуктивно, тобто інтегруються у фізичну структуру виготовленої продукції [50]. Таким чином, EW-MFA дозволяє комплексно оцінити ефективність використання саме матеріальних ресурсів в економіці.

Одним із ключових показників, що застосовується в рамках методології MFA, є матеріальний слід, який дозволяє ідентифікувати та кількісно оцінити аутсорсинг матеріаломістких етапів ланцюга постачання, а також визначити сукупну потребу в матеріальних ресурсах для забезпечення кінцевого споживання. Для забезпечення коректного моніторингу та верифікації даних, необхідно забезпечити їх прозорість та використовувати єдиний, науково обґрунтований та верифікований підхід до розрахунків. Початкові ініціативи окремих країн, зокрема Австрії та Німеччини, а також спеціалізовані європейські науково-дослідні проекти, започаткували перші спроби розробки та впровадження методології екологічного сліду, що базується на розширеному аналізі «витрати-випуск» з інтеграцією екологічних факторів [50].

Відтак, Австрія, Німеччина та ще декілька країн ЄС, щорічно здійснюють облік слідів. З огляду на необхідність звітування про прогрес у досягненні Цілей сталого розвитку на європейському та глобальному рівнях, Євростат, Міжнародна експертна група ООН, а також Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) докладають значних зусиль для розробки уніфікованих стандартів з метою гармонізації методологічних підходів до оцінки матеріальних потоків [50].

У 2018 р. Євростат уперше презентував діаграму Сенкі, що використовується для візуалізації матеріальних потоків. Ця діаграма, разом із відповідними наборами даних, демонструє потоки матеріалів, що циркулюють в економіці ЄС, а також їх подальше повернення в навколишнє середовище або повторне використання в економічному обороті.

Діаграма Сенкі є інтерактивним інструментом, що дозволяє відстежувати динаміку змін у часі за допомогою часових графіків, кругових діаграм та анімації. Користувачі мають можливість налаштовувати відображення даних, обираючи різні параметри, такі як країна, рік, одиниця виміру, тип матеріалу тощо (рис. 5), що забезпечує гнучкість аналізу та візуалізації.



а) за економікою ЄС

б) в економіці ЄС за категоріями

Рис. 5. Діаграми Сенкі ЄС у 2022 р., [51]

Згодом діаграма Сенкі була побудована для ЄС з 2010 р. У табл. 1 агреговані данні за діаграмами Сенкі у 2010-2022 рр.

Таблиця 1. Динаміка показників ЦЕ у ЄС за 2010-2022 рр.,  
розраховано авторами на основі [51]

Показники	2010		2015		2020		2021		2022	
	млн тонн	%	млн тонн	%	млн тонн	%	млн тонн	%	млн тонн	%
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
Імпорт	1589,1	20,1	1636,3	21,1	1525,6	19,5	1618,9	19,8	1675,7	20,7
Видобуті природні ресурси	5411,7	68,5	5218,2	67,2	5355,5	68,3	5555	68,0	5384,2	66,7
Прямі матеріальні витрати	7000,8	88,6	6854,5	88,2	6881,1	87,7	7173,9	87,9	7059,9	87,4
Експорт	604,3	7,6	716,5	9,2	717,4	9,1	746,1	9,1	694,7	8,6
Дисипативні потоки	219,5	2,8	233,4	3,0	244,5	3,1	238,9	2,9	244,9	3,0
Загальні викиди	2706,2	34,2	2566,1	33,0	2321,4	29,6	2425,3	29,7	2365,1	29,3
Оброблені матеріали	7905,8	100,0	7767,4	100,0	7843,6	100,0	8163,2	100,0	8078,2	100,0
• Викиди в повітря	2689,3	34,0	2551,3	32,8	2307,9	29,4	2411,2	29,5	2353	29,1
• Викиди до води	17	0,2	14,8	0,2	13,5	0,2	14,1	0,2	12,1	0,1
Використані матеріали	4479,2	56,7	4357	56,1	4665,4	59,5	4856,3	59,5	4875	60,3
Накопичення матеріалів	2687,6	34,0	2567,8	33,1	3017,2	38,5	3192,1	39,1	3192,5	39,5
Переробка відходів	1791,6	22,7	1789,2	23,0	1648,1	21,0	1664,2	20,4	1682,5	20,8
• Відходи на полігоні	783,1	9,9	770,7	9,9	580,6	7,4	571,4	7,0	562,7	7,0
• Спалювання	103,5	1,3	105,6	1,4	105,1	1,3	103,4	1,3	101,4	1,3
• <b>Рециклінг</b>	<b>709,6</b>	<b>9,0</b>	<b>703</b>	<b>9,1</b>	<b>698,5</b>	<b>8,9</b>	<b>717,9</b>	<b>8,8</b>	<b>739,4</b>	<b>9,2</b>
• <b>Зворотне засипання</b>	<b>195,4</b>	<b>2,5</b>	<b>209,9</b>	<b>2,7</b>	<b>263,9</b>	<b>3,4</b>	<b>271,4</b>	<b>3,3</b>	<b>278,9</b>	<b>3,5</b>

На основі даних табл. 1, що відображають динаміку показників ЦЕ в ЄС за 2010-2022 рр., можна сформулювати такі висновки. Видобуток природних ресурсів залишається домінуючим фактором у матеріальному балансі ЄС протягом всього дослідженого періоду, складаючи значну частку прямих матеріальних витрат. Незважаючи на певні коливання, ця частка залишається відносно стабільною протягом аналізованого періоду, що свідчить про обмежену ефективність стратегій дематеріалізації економіки ЄС.

Показник переробки відходів демонструє тенденцію до збільшення, що свідчить про позитивні зрушення у сфері управління відходами та розвитку вторинного ринку сировини. Однак, обсяги відходів, що потрапляють на полігони та спалюються, все ще залишаються значними, вказуючи на необхідність подальшого вдосконалення інфраструктури та стимулювання більш ефективних методів поводження з відходами.

Обсяги використаних матеріалів протягом 2010-2022 рр. демонструють загальну тенденцію до зростання. Це може свідчити про збільшення матеріаломісткості економіки ЄС та потенційне посилення тиску на природні ресурси.

Загальні викиди в атмосферу та воду, хоча й демонструють певну тенденцію до зниження у 2020 р., загалом залишаються на відносно стабільному рівні протягом аналізованого періоду, що вказує на необхідність більш ефективного впровадження технологій та регуляторних механізмів для зменшення екологічного впливу виробництва та споживання.

Переваги та недоліки методу EW-MFA представлені на рис. 6.

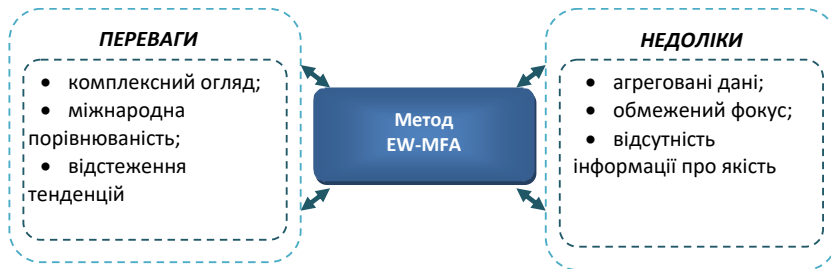


Рис. 6. Переваги та недоліки методу EW-MFA, побудовано авторами

Отже, у якості переваг методу EW-MFA можна назвати такі:

- забезпечує системний огляд матеріальних потоків в економіці, дозволяючи оцінити загальну матеріаломісткість та визначити ключові сфери для підвищення ефективності використання ресурсів;

- можливість здійснювати порівняння показників між різними країнами та регіонами, що сприяє обміну досвідом та визначенню найкращих практик у сфері ЦЕ;

- динамічний аналіз показників EW-MFA дозволяє відстежувати зміни у матеріальному балансі економіки та оцінювати ефективність впровадження політик, спрямованих на перехід до ЦЕ.

Метод не позбавлений і певних недоліків:

- зосередженість переважно на матеріальних потоках та нівелювання інших важливих аспектів ЦЕ, таких як енергоефективність, повторне використання продукції, подовження терміну її служби, а також соціальні та економічні наслідки переходу до циркулярної моделі;

- використання агрегованих даних на національному рівні, що може приховувати значні відмінності у матеріальних потоках між різними секторами економіки та підприємствами.

- відсутність інформації про якісні характеристики матеріалів, таких як їх токсичність, можливість переробки та вплив на навколишнє середовище, що обмежує можливості комплексної оцінки екологічної стійкості національної економіки.

Порівняльний аналіз вітчизняних методичних інструментів оцінки циркулярності наведений у табл. 2.

На основі проведеного порівняльного аналізу вітчизняних методичних інструментів оцінки циркулярності, представлених у табл. 2, дійшли певних висновків.

1. Існуючі інструменти, хоча й демонструють певні переваги, мають обмеження, зокрема, неповне врахування специфіки економіки країн з перехідною економікою, відсутність якісних показників та обмеженість даних.

2. Методологічні підходи здебільшого орієнтовані на конкретні сектори (наприклад, аграрний), що обмежує їх універсальність та застосовність для оцінки циркулярності економіки країни в цілому.

3. Важливо враховувати не лише економічні, а й екологічні та соціальні аспекти сталого розвитку при оцінці циркулярності.

4. Існуючі інструменти потребують адаптації до реалій та розширення набору показників, зокрема, шляхом включення якісних індикаторів та індикаторів, що відображають соціальні наслідки переходу до циркулярної економіки.

Враховуючи зазначені висновки, існує нагальна необхідність у розробці більш науково обґрунтованого, комплексного та універсального науково-методичного підходу до оцінки циркулярності економіки країни.

**Висновки.** Дослідження методичних підходів до оцінки циркулярності країни в контексті системної кризи у світовій економіці дозволило сформувати низку висновків. Визначено, що перехід до ЦЕ є стратегічним пріоритетом, що сприяє економічній безпеці, екологічній стійкості та соціальному благополуччю. Обґрунтовано вплив глобальних економічних криз на актуалізацію стратегії циркулярно-орієнтованої економіки.

Аналіз існуючих методів оцінки циркулярності виявив їхню різноманітність, з акцентом на показниках, специфічних для окремих галузей та етапів виробничого циклу. Визначено тенденцію до розробки більш детальних та адаптивних інструментів, здатних враховувати специфіку досліджуваних об'єктів.

Проаналізовано розроблену Європейською Комісією систему моніторингу ЦЕ, яка являє собою комплексну систему показників, структурованих за ключовими категоріями. Було оцінено показники Європейського Союзу в контексті циркулярності за 2010-2022 рр.,

Таблиця 2. Порівняльний аналіз вітчизняних методичних інструментів оцінки циркулярності, складено авторами на основі [52; 53]

Назва	Автор	Рік розробки	Характеристика	Переваги	Недоліки
Індекс ЦЕ (ІЦЕ)	А.О. Хмільська, С. В. Войтко [52]	2022	ІЦЕ є комплексним показником, що інтегрує 13 індикаторів, згрупованих у чотири кластери: виробництво та споживання, поводження з відходами, вторинна сировина та конкурентоспроможність та інновації.	ІЦЕ є комплексним та порівняльним інструментом для оцінки прогресу країни у переході до ЦЕ. Враховуючи різні аспекти, що охоплюють виробництво, споживання, поводження з відходами, використання вторинної сировини та інноваційну діяльність, цей індекс дозволяє отримати оглядне розуміння досягнень та викликів, а також сприяє порівнянню з іншими європейськими країнами для запозичення кращих практик	Використання ІЦЕ для оцінки ЦЕ в країні стикається з низкою обмежень, включаючи потенційну обмеженість та якість доступних статистичних даних, а також неповне врахування специфіки економіки країн з перехідною економікою та екологічної ситуації, зумовлене розробою індексу на основі європейських стандартів. Також індекс позбавлений індикаторів, що відображають якісні аспекти, такі як якість вторинної сировини та соціальні наслідки, що обмежує його комплексність
Система показників для оцінювання дієвості стратегії ЦЕ	С. І. Стрпчук [53]	2021	Базується на стратегіях звуження, закриття та відновлення ресурсних циклів, оцінюючи технічні, екологічні, економічні та соціальні аспекти сталого розвитку. Перелік показників достатньо широкий, однак розрізняються за пріоритетами залежно від країни.	Забезпечує комплексний підхід до оцінки ефективності ЦЕ в аграрному секторі, охоплюючи різні аспекти сталого розвитку та враховуючи специфічні потреби сільського господарства, а також враховує окремі виміри сталого розвитку	У різних стратегіях не всі аспекти (технічні, економічні, екологічні, соціальні) вимірюються, що зумовлює неповну картину, та більшість досліджень обмежується аналізом технічної ефективності, ігноруючи інші не менш важливі аспекти (особливо у соціальному вимірі). Крім того, вибір індикаторів обмежений доступністю даних, і у відкритому доступі є не всі дані (що є спільним для всіх країн)

зафіксовано позитивну тенденцію у переробці відходів та загальну тенденцію до збільшення обсягу використаних матеріалів.

Розглянуто метод аналізу матеріальних потоків у масштабі всієї економіки (EW-MFA), визначено його переваги та недоліки. Підкреслено його цінність для моніторингу прогресу в досягненні цілей сталого розвитку, а також обмеження, пов'язане з акцентом на матеріальних потоках та відсутністю якісних характеристик матеріалів.

Було проведено порівняльний аналіз вітчизняних методологічних інструментів оцінки циркулярності, та виявлено їх обмеження, зокрема, неповне врахування специфіки економіки країн з перехідною економікою, відсутність якісних показників та обмежений обсяг даних.

Результати дослідження підкреслюють нагальну потребу в розробці більш науково обгрунтованого, комплексного та універсального науково-методологічного підходу до оцінки циркулярності економіки країни, який би враховував економічні, екологічні та соціальні аспекти сталого розвитку, а також дозволяв би моніторити прогрес та оцінювати ефективність відповідної політики. Запропоновані рекомендації можуть бути використані для вдосконалення стратегій ЦЕ як на глобальному, так і на національному рівнях, сприяючи переходу до більш сталої та ефективної економічної моделі.

1. Ellen McArthur Foundation (2013) *Towards the Circular Economy*, vol. 1: An Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition, p. 96. URL: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>.

2. Laubscher M., Marinelli T. (2014) Integration of circular economy in business: Going green. *Care Innovation* (November). Pp. 1–6.

3. Korhonen J., Nuur C., Feldmann A., Birkie S.E. (2018) Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*. No. 175. Pp. 544–552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>.

4. Ferasso M., Beliaeva T., Kraus S., Clauss T., Ribeiro-Soriano D. (2020) Circular economy business models: The state of research and avenues ahead. *Business Strategy and the Environment*. No. 29(8). Pp. 3006–3024. <https://doi.org/10.1002/bse.2554>.

5. Murray A., Skene K., Haynes K. (2017). The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics*. No. 140(3). Pp. 369–380. DOI: 10.1007/s10551-015-2693-2.

6. Roos Lindgreen E., Salomone R., Reyes T. (2020). A critical review of academic approaches, methods and tools to assess circular economy at the micro level. *Sustainability (Switzerland)*. No. 12(12). Pp. 4973. <https://doi.org/10.3390/su12124973>.

7. Roos Lindgreen E., Salomone R., Reyes T. (2021). Assessing Circular Economy at the company level: Proposal of an ex-ante evaluation framework. *International Sustainable Development Research Society Conference*. July. Pp. 13–15.

8. Roos Lindgreen E., Opferkuch K., Walker A.M., Salomone R., Reyes T., Raggi A., Simbol, A., Vermeulen W.J.V., Caeiro S. (2022). Exploring assessment practices of companies actively engaged with circular economy. *Business Strategy and the Environment*. No. 31(4). Pp. 1414–1438. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.2962>

9. Kirchherr J. (2022). Circular economy and growth: A critical review of «post-growth» circularity and a plea for a circular economy that grows. *Resources, Conservation and Recycling*. No. 179. DOI: 10.1016/j.resconrec.2021.106033.

10. O'Neill D., Fanning A., Lamb W., Steinberger J. (2018). A good life for all within planetary boundaries. *Nature Sustainability*. No. 1(2). Pp. 88–95. DOI: 10.1038/s41893-018-0021-4.

11. Blum N., Haupt M., Bening C.R. (2020). Why «Circular» doesn't always mean 'Sustainable'. *Resources, Conservation and Recycling*. No. 162. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105042>.

12. Harris S., Martin M., Diener D. (2021). Circularity for circularity's sake? Scoping review of assessment methods for environmental performance in the circular economy. *Sustainable Production and Consumption*. No. 26. Pp. 172–186. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.09.018>.
13. Boulding K. (1966). *The Economics of the Coming Spaceship*. Environmental Quality Issues in a Growing Economy. Baltimore: Johns Hopkins University Press. Pp. 3–14.
14. Вернадський В. Декілька слів про ноосферу. *Хроніка*. Київ, 2004. Вип. 57/58. С. 485–495.
15. Євдокимов В.В. *Циркулярна економіка : монографія*. Житомир: ЖДТУ, 2016. 200 с.
16. Мусіна Л.А. Ресурсоефективна економіка: європейські тенденції та уроки для України. *Економічний аналіз*. 2014. Том 18. № 1. С. 51–62.
17. Stahel W. (1981). *Jobs for tomorrow: the potential for substituting manpower for energy*. New York. 116 p.
18. Haas W., Krausmann F., Wiedenhofer D., Heinz M. (2015). How circular is the global economy?: An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European Union and the world in 2005. *Journal of Industrial Ecology*. No. 19 (5). Pp. 765–777
19. Walker S., Coleman N., Hodgson P., Collins N., Brimacombe L. (2018). Evaluating the Environmental Dimension of Material Efficiency Strategies Relating to the Circular Economy. *Sustainability*. No. 10. Pp. 666.
20. Acampora A., Preziosi M., Merli R., Lucchetti M.C., (2017). Environmental Management Systems in the Wine Industry: Identification of Best Practices toward a Circular Economy. 23rd International Sustainable Development Research Society Conference, June, 14-16 2017. School of Management Universidad de los Andes Bogot6, Colombia.
21. Cayzer S., Griffiths P., Beghetto V. (2017). Design of indicators for measuring product performance in the circular economy. *International Journal of Sustainable Engineering*
22. Akerman E. (2016). Development of Circular Economy Core Indicators for Natural Resources – Analysis of existing sustainability indicators as a baseline for developing circular economy indicators. Master of Science Thesis, Stockholm.
23. Di Maio F., Rem P.C. (2015). A robust indicator for promoting circular economy through recycling. *Journal of Environmental Protection*. No. 6. Pp. 1095-1104.
24. Su B., Heshmati A., Geng Y., Yu X. (2013). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *J. Clean. Prod.* No. 42. Pp. 215–227.
25. Geng Y., Fu J., Sarkis J., Xue B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. *J. Clean. Prod.* No. 23. Pp. 216–224.
26. EC-European Commission. (2015). Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy. The Circular Economy Package Proposal, Brussels, Belgium.
27. Wisse E. (2016). Assessment of indicators for Circular Economy: The case for the Metropole Region of Amsterdam, Faculty of Geosciences Theses, Utrecht University, Master Sustainable Business and Innovation.
28. Circular Metrics Landscape Analysis. A joint report on the current landscape of circular metrics use and recommendations for a common measurement framework. May 2018. URL: [https://docs.wbcsd.org/2018/06/Circular\\_MetricsLandscape\\_analysis.pdf](https://docs.wbcsd.org/2018/06/Circular_MetricsLandscape_analysis.pdf).
29. Circularity Indicators: An Approach to Measuring Circularity. Methodology. URL: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/insight/Circularity-Indicators\\_Project-Overview\\_May2015.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/insight/Circularity-Indicators_Project-Overview_May2015.pdf).
30. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on a monitoring framework for the circular economy. URL: <http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/monitoring-framework.pdf>.
31. EU Resource Efficiency Scoreboard 2015. URL: [https://ec.europa.eu/environment/resource\\_efficiency/targets\\_indicators/scoreboard/pdf/EU%20Resource%20Efficiency%20Scoreboard%202015.pdf](https://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/targets_indicators/scoreboard/pdf/EU%20Resource%20Efficiency%20Scoreboard%202015.pdf).
32. Griffiths P., Cayzer S. (2016). Design of indicators for measuring product performance in the circular economy. In 3rd International Conference on Sustainable Design and Manufacturing. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. Berlin, Germany. Pp. 307–321.
33. Guo-gang J. (2011). Empirical Analysis of Regional Circular Economy Development Study Based on Jiangsu, Heilongjiang, Qinghai Province. *Energy Procedia*. No. 5. Pp. 125–129.
34. Heshmati Almas A Review of the Circular Economy and its Implementation. URL: <http://ftp.iza.org/dp9611.pdf>.

35. Indicators for a circular economy. EASAC. 2016. URL: [https://www.easac.eu/fileadmin/PDF\\_s/reports\\_statements/Circular\\_Economy/EASAC\\_Indicators\\_web\\_complete.pdf](https://www.easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Circular_Economy/EASAC_Indicators_web_complete.pdf).
36. Jia C., Zhang J. (2011). Evaluation of Regional Circular Economy Based on Matter Element Analysis. *Procedia Environmental Sciences*. No. 11. Pp. 637–640.
37. Rüter C. The Circular Economy Performance Index. URL: <http://dSPACE.library.uu.nl/handle/1874/337188/>.
38. Saidani M., Yannou B., Leroy Y., Cluzel F. (2017). How to Assess Product Performance in the Circular Economy? Proposed Requirements for the Design of a Circularity Measurement Framework *Recycling*. No. 2. Pp. 6. doi:10.3390/recycling2010006
39. Saidani M., Yannou B., Leroy Y., Cluzel F., Kendall A. (2019). A taxonomy of circular economy indicators // *Journal of Cleaner Production*, Elsevier. No. 207. Pp. 542–559.
40. Steinmann Z.J.N., Huijbregts M.A.J., Reijnders L. (2019). How to define the quality of materials in a circular economy? *Resources, Conservation and Recycling*. Volume 141. February. Pp. 362–363 <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.040>
41. The Circular Economy Toolkit. URL: <http://circulareconomytoolkit.org/Toolkit.html>.
42. The Raw Materials Scoreboard is part of the monitoring and evaluation strategy for the European Innovation Partnership (EIP) on Raw Materials. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/117c8d9b-e3d3-11e8-b690-01aa75ed71a1>.
43. Verbeek L.H. (2016). A Circular Economy Index for the consumer goods sector. URL: <https://dSPACE.library.uu.nl>.
44. Vercalsteren A., Christis M., Van Hoof V. (2018). Indicators for a Circular Economy. URL: <https://vlaanderen-circulair.be/en/summa-cecentre/publications/indicators-for-a-circular-economy>
45. Linde, M., Sarasini S., van Loon P. (2017). A Metric for Quantifying Product-Level Circularity. *Journal of Industrial Ecology*. No. 21. Pp. 545–558.
46. Saidani M., Yannou B., Leroy Y., Cluzel F. (2017). How to Assess Product Performance in the Circular Economy? Proposed Requirements for the Design of a Circularity Measurement Framework. *Recycling*. No. 2.
47. Saidan M., Yannou B., Leroy Y., Cluzel F. (2017). Hybrid top-down and bottom-up framework to measure products' circularity performance. *Proceedings of the 21th International Conference on Engineering Design, ICED 17, Vancouver, Canada*.
48. Eurostat. Circular economy indicators. Monitoring framework. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circulareconomy/indicators/monitoring-framework>.
49. Eurostat. Circular economy. Material flow diagram. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Circular\\_economy\\_-\\_material\\_flows](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Circular_economy_-_material_flows)
50. The material flow analysis portal. URL: <http://www.materialflows.net/environmental-economic-accounting/>
51. Офіційний сайт Європейського Союзу. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/cache/sankey/circular\\_economy/sankey.html?geos=EU27\\_2020&unit=THS\\_T&materials=TOTAL&material=TOTAL&highlight=0&nodeDisagg=0101100100&flowDisagg=false&language=EN](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/sankey/circular_economy/sankey.html?geos=EU27_2020&unit=THS_T&materials=TOTAL&material=TOTAL&highlight=0&nodeDisagg=0101100100&flowDisagg=false&language=EN).
52. Хмілевська А.О., Войтко С.В. Формування індексу циркулярної економіки для порівняльного аналізу переходу країн Європи до циркулярної економіки. *Економіка та суспільство*. 2021. Випуск № 32. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/download/796/763/>
53. Страпчук С. І. Система показників оцінки ефективності стратегій циркулярної економіки в аграрному секторі. *Бізнес Інформ*. 2021. № 9. С. 108–115. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-9-108-115>.

---

1. Ellen McArthur Foundation (2013) *Towards the Circular Economy*, vol. 1: An Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition, p. 96. URL: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>.

2. Laubscher M., Marinelli T. (2014) *Integration of circular economy in business: Going green*. *Care Innovation* (November). Pp. 1–6.

3. Korhonen J., Nuur C., Feldmann A., Birkie S.E. (2018) Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*. No. 175. Pp. 544–552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>.

4. Ferrasso M., Beliaeva T., Kraus S., Clauss T., Ribeiro-Soriano D. (2020) Circular economy business models: The state of research and avenues ahead. *Business Strategy and the Environment*. No. 29(8). Pp. 3006–3024. <https://doi.org/10.1002/bse.2554>.

5. Murray A., Skene K., Haynes K. (2017). The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics*. No. 140(3). Pp. 369–380. DOI: 10.1007/s10551-015-2693-2.
6. Roos Lindgreen E., Salomone R., Reyes T. (2020). A critical review of academic approaches, methods and tools to assess circular economy at the micro level. *Sustainability (Switzerland)*. No. 12(12). Pp. 4973. <https://doi.org/10.3390/su12124973>.
7. Roos Lindgreen E., Salomone R., Reyes T. (2021). Assessing Circular Economy at the company level: Proposal of an ex-ante evaluation framework. *International Sustainable Development Research Society Conference*. July. Pp. 13–15.
8. Roos Lindgreen E., Opferkuch K., Walker A.M., Salomone R., Reyes T., Raggi A., Simbol, A., Vermeulen W.J.V., Caeiro S. (2022). Exploring assessment practices of companies actively engaged with circular economy. *Business Strategy and the Environment*. No. 31(4). Pp. 1414–1438. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.2962>
9. Kirchherr J. (2022). Circular economy and growth: A critical review of «post-growth» circularity and a plea for a circular economy that grows. *Resources, Conservation and Recycling*. No. 179. DOI: 10.1016/j.resconrec.2021.106033.
10. O'Neill D., Fanning A., Lamb W., Steinberger J. (2018). A good life for all within planetary boundaries. *Nature Sustainability*. No. 1(2). Pp. 88–95. DOI: 10.1038/s41893-018-0021-4.
11. Blum N., Haupt M., Bening C.R. (2020). Why «Circular» doesn't always mean 'Sustainable'. *Resources, Conservation and Recycling*. No. 162. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105042>.
12. Harris S., Martin M., Diener D. (2021). Circularity for circularity's sake? Scoping review of assessment methods for environmental performance in the circular economy. *Sustainable Production and Consumption*. No. 26. Pp. 172–186. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.09.018>.
13. Boulding K. (1966). *The Economics of the Coming Spaceship*. Environmental Quality Issues in a Growing Economy. Baltimore: Johns Hopkins University Press. Pp. 3–14.
14. Vernadskyi V. Dekilka sliv pro noosferu. [A few words about the noosphere]. *Khronika*. Kyiv, 2004. Vyp. 57/58. S. 485–495.
15. Ievdokymov V.V. Tsyrukliarna ekonomika: monohrafiia. [Circular economy]. Zhytomyr: ZhDTU, 2016. 200 s.
16. Musina L.A. Resursoefektyvna ekonomika: yevropeiski tendentsii ta uroky dlia Ukrainy. [Resource-Efficient Economy: European trends and lessons for Ukraine]. *Ekonomichnyi analiz*. 2014. Tom 18. № 1. S. 51–62.
17. Stahel W. (1981). *Jobs for tomorrow: the potential for substituting manpower for energy*. New York. 116 p.
18. Haas W., Krausmann F., Wiedenhofer D., Heinz M. (2015). How circular is the global economy?: An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European Union and the world in 2005. *Journal of Industrial Ecology*. No. 19 (5). Pp. 765–777
19. Walker S., Coleman N., Hodgson P., Collins N., Brimacombe L. (2018). Evaluating the Environmental Dimension of Material Efficiency Strategies Relating to the Circular Economy. *Sustainability*. No. 10. Pp. 666.
20. Acampora A., Preziosi M., Merli R., Lucchetti M.C., (2017). Environmental Management Systems in the Wine Industry: Identification of Best Practices toward a Circular Economy. 23rd International Sustainable Development Research Society Conference, June, 14-16 2017. School of Management Universidad de los Andes Bogot6, Colombia.
21. Cayzer S., Griffiths P., Beghetto V. (2017). Design of indicators for measuring product performance in the circular economy, *International Journal of Sustainable Engineering*
22. Akerman E. (2016). Development of Circular Economy Core Indicators for Natural Resources – Analysis of existing sustainability indicators as a baseline for developing circular economy indicators. Master of Science Thesis, Stockholm.
23. Di Maio F., Rem P.C. (2015). A robust indicator for promoting circular economy through recycling. *Journal of Environmental Protection*. No. 6. Pp. 1095-1104.
24. Su B., Heshmati A., Geng Y., Yu X. (2013). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *J. Clean. Prod.* No. 42. Pp. 215–227.
25. Geng Y., Fu J., Sarkis J., Xue B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. *J. Clean. Prod.* No. 23. Pp. 216–224.
26. EC-European Commission. (2015). *Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy*. The Circular Economy Package Proposal, Brussels, Belgium.

27. Wisse E. (2016). Assessment of indicators for Circular Economy: The case for the Metropole Region of Amsterdam, Faculty of Geosciences Theses, Utrecht University, Master Sustainable Business and Innovation.
28. Circular Metrics Landscape Analysis. A joint report on the current landscape of circular metrics use and recommendations for a common measurement framework. May 2018. URL: [https://docs.wbcsd.org/2018/06/Circular\\_MetricsLandscape\\_analysis.pdf](https://docs.wbcsd.org/2018/06/Circular_MetricsLandscape_analysis.pdf).
29. Circularity Indicators: An Approach to Measuring Circularity. Methodology. URL: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/insight/Circularity-Indicators\\_Project-Overview\\_May2015.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/insight/Circularity-Indicators_Project-Overview_May2015.pdf).
30. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on a monitoring framework for the circular economy. URL: <http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/monitoring-framework.pdf>.
31. EU Resource Efficiency Scoreboard 2015. URL: [https://ec.europa.eu/environment/resource\\_efficiency/targets\\_indicators/scoreboard/pdf/EU%20Resource%20Efficiency%20Scoreboard%202015.pdf](https://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/targets_indicators/scoreboard/pdf/EU%20Resource%20Efficiency%20Scoreboard%202015.pdf).
32. Griffiths P., Cayzer S. (2016). Design of indicators for measuring product performance in the circular economy. In 3rd International Conference on Sustainable Design and Manufacturing. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. Berlin, Germany. Pp. 307–321.
33. Guo-gang J. (2011). Empirical Analysis of Regional Circular Economy Development Study Based on Jiangsu, Heilongjiang, Qinghai Province. Energy Procedia. No. 5. Pp. 125–129.
34. Heshmati Almas A Review of the Circular Economy and its Implementation. URL: <http://ftp.iza.org/dp9611.pdf>.
35. Indicators for a circular economy. EASAC. 2016. URL: [https://www.easac.eu/fileadmin/PDF\\_s/reports\\_statements/Circular\\_Economy/EASAC\\_Indicators\\_web\\_complete.pdf](https://www.easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Circular_Economy/EASAC_Indicators_web_complete.pdf).
36. Jia C., Zhang J. (2011). Evaluation of Regional Circular Economy Based on Matter Element Analysis. Procedia Environmental Sciences. No. 11. Pp. 637–640.
37. Ruiter C. The Circular Economy Performance Index. URL: <http://dspace.library.uu.nl/handle/1874/337188/>.
38. Saidani M., Yannou B., Leroy Y., Cluzel F. (2017). How to Assess Product Performance in the Circular Economy? Proposed Requirements for the Design of a Circularity Measurement Framework Recycling. No. 2. Pp. 6. doi:10.3390/recycling2010006
39. Saidani M., Yannou B., Leroy Y., Cluzel F., Kendall A. (2019). A taxonomy of circular economy indicators // Journal of Cleaner Production, Elsevier. No. 207. Pp. 542-559.
40. Steinmanna Z.J.N., Huijbregtsa M.A.J., Reijndersb L. (2019). How to define the quality of materials in a circular economy? Resources, Conservation and Recycling. Volume 141. February. Pp. 362-363 <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.040>
41. The Circular Economy Toolkit. URL: <http://circulareconomytoolkit.org/Toolkit.html>.
42. The Raw Materials Scoreboard is part of the monitoring and evaluation strategy for the European Innovation Partnership (EIP) on Raw Materials. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/117c8d9b-e3d3-11e8-b690-01aa75ed71a1>.
43. Verbeek L.H. (2016). A Circular Economy Index for the consumer goods sector. URL: <https://dspace.library.uu.nl/>.
44. Vercauteren A., Christis M., Van Hoof V. (2018). Indicators for a Circular Economy. URL: <https://vlaanderen-circulair.be/en/summa-cecentre/publications/indicators-for-a-circular-economy>
45. Linde, M., Sarasini S., van Loon P. (2017). A Metric for Quantifying Product-Level Circularity. Journal of Industrial Ecology. No. 21. Pp. 545–558.
46. Saidani M., Yannou B., Leroy Y., Cluzel F. (2017). How to Assess Product Performance in the Circular Economy? Proposed Requirements for the Design of a Circularity Measurement Framework. Recycling. No. 2.
47. Saidan M., Yannou B., Leroy Y., Cluzel F. (2017). Hybrid top-down and bottom-up framework to measure products' circularity performance. Proceedings of the 21th International Conference on Engineering Design, ICED 17, Vancouver, Canada.
48. Eurostat. Circular economy indicators. Monitoring framework. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circulareconomy/indicators/monitoring-framework>.
49. Eurostat. Circular economy. Material flow diagram. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Circular\\_economy\\_-\\_material\\_flows](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Circular_economy_-_material_flows)

50. The material flow analysis portal. URL: <http://www.materialflows.net/environmental-economic-accounting/>

51. Ofitsiinyi sait Yevropeiskoho Soiuzu. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/cache/sankey/circular\\_economy/sankey.html?geos=EU27\\_2020&unit=THS\\_T&materials=TOTAL&material=TOTAL&highlight=0&nodeDisagg=0101100100&flowDisagg=false&language=EN](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/sankey/circular_economy/sankey.html?geos=EU27_2020&unit=THS_T&materials=TOTAL&material=TOTAL&highlight=0&nodeDisagg=0101100100&flowDisagg=false&language=EN).

52. Khmilevska A.O., Voitko S.V. Formuvannia indeksu tsyrkuliarnoi ekonomiky dlia porivnialnoho analizu perekhodu krain Yevropy do tsyrkuliarnoi ekonomiky. [Formation of a circular economy index for a comparative analysis of the transition of European countries to a circular economy]. *Ekonomika ta suspilstvo*. 2021. Vypusk № 32. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/download/796/763/>

53. Strapchuk S. I. Systema pokaznykiv otsinky efektyvnosti stratehii tsyrkuliarnoi ekonomiky v ahrarnomu sektori. [System of indicators for assessing the effectiveness of circular economy strategies in the agricultural sector]. *Biznes Inform*. 2021. № 9. С. 108–115. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-9-108-115>.