

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-32-58>

УДК 339.972

ФОРМУВАННЯ ІНДЕКСУ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ ДЛЯ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ПЕРЕХОДУ КРАЇН ЄВРОПИ ДО ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

FORMATION OF THE CIRCULAR ECONOMY INDEX FOR COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EUROPEAN COUNTRIES TRANSITION TO THE CIRCULAR ECONOMY

Хмілевська Анастасія Олександрівна
студентка магістерського рівня навчання,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8210-0635>

Войтко Сергій Васильович
доктор економічних наук, професор,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2488-3210>

Khmilevska Anastasiia, Voitko Serhii
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorskyi Kyiv Polytechnic Institute”

Стаття присвячена актуальному завданню аналізу переходу країн Європейського Союзу, Великобританії, Норвегії та України до циркулярної економіки. Беручи до уваги відсутність єдиного методологічного підходу до вимірювання показників процесу реалізації циркулярної економіки на національному та глобальному рівнях. У статті використано розроблений авторами підхід для створення індексу циркулярної економіки на основі 13 індикаторів. Проведено аналіз кожного з 13 індикаторів, розраховано індекс циркулярної економіки за 2010–2018 роки та здійснено ранжування країн за ступенем реалізації засад циркулярної економіки. На основі отриманих результатів проведено кореляційний аналіз між показником циркулярної економіки та індексом глобальної конкурентоспроможності.

Ключові слова: циркулярна економіка, європейські країни, показники циркулярної економіки, конкурентоспроможність, управління відходами.

Статья посвящена актуальной задаче анализа перехода стран Европейского Союза, Великобритании, Норвегии и Украины на циркулярную экономику. Учитывая отсутствие единого методологического подхода к измерению показателей процесса реализации циркулярной экономики на национальном и глобальном уровнях. В статье использован разработанный авторами подход для создания показателя циркулярной экономики на основе 13 индикаторов. Проведен анализ каждого из 13 индикаторов, рассчитан индекс циркулярной экономики за 2010–2018 годы и осуществлено ранжирование стран по степени реализации основ циркулярной экономики. На основе полученных результатов проведен корреляционный анализ между показателем циркулярной экономики и индексом глобальной конкурентоспособности.

Ключевые слова: циркулярная экономика, европейские страны, показатели циркулярной экономики, конкурентоспособность, управление отходами.

The article is devoted to the topical issue of analyzing the level of transition of the European Union countries, United Kingdom, Norway and Ukraine to a circular economy. Given the lack of a unified methodological approach to measuring the indexes of the process of the circular economy implementation at the national and global levels, in the article there was used the authors' approach to create a circular economy index based on 13 indicators, which are grouped in 4 clusters, namely production and consumption, waste management, secondary raw materials and competitiveness and innovation. The analysis of each 13 indicators was carried out, the index of circular economy

implementation for 2010-2018 years was calculated and the ranking of countries on degree of circular economy realization was carried out. The best results in the implementation of circular economy were achieved by Germany, United Kingdom, the Netherlands and France. On the other hand, Malta, Greece, Cyprus, Croatia and Ukraine received the worst results. Latvia (+10 positions), Slovenia (+8 positions) and Belgium (+6 position) have shown the greatest progress in advancing to circular economy. At the same time, the biggest regress was shown by Luxembourg (-10 positions) and Norway (-9 positions). Based on the obtained results, a correlation analysis was conducted between the circular economy indicator and the global competitiveness index. Consequently, Pearson's correlation test indicated a positive correlation between the circular economy index and global competitiveness index. The correlation coefficient is 0,665. Germany, the United Kingdom, the Netherlands, Belgium and Austria are among leaders in the implementation of circular economy and the level of competitiveness, while Ukraine, Bulgaria, Cyprus, Malta, Greece, Romania and Estonia are among outsiders.

Keywords: circular economy, European countries, circular economy indicators, competitiveness, waste management.

Постановка проблеми. Незважаючи на зростаючу деградацію навколишнього середовища, більшість економік у всьому світі функціонують на основі традиційної лінійної економіки [1; 2]. Ця модель помилково припускає необмеженість природних ресурсів і місткість сховищ відходів. Лінійна модель підприємницької діяльності не враховує екологічне навантаження, що виникає у процесі виробництва та споживання, або природні межі економічного зростання, що виникають внаслідок виснаження невідновлюваних ресурсів (наприклад, викопного палива чи корисних копалин).

Концепція циркулярної економіки (далі – ЦЕ), основи якої були викладені ще в 1960-их роках, була прийнята вченими та практиками як альтернатива моделі лінійної економіки [3]. Концепція ЦЕ базується на підході замикання циклу виробництва, подовженого тривалості етапу експлуатації життєвого циклу продукції та переробку відходів як ресурсів, що підлягають вторинному використанню. ЦЕ ґрунтується на абсолютно новій парадигмі, згідно з якою необхідно детально проаналізувати існуючі економічні системи та реорганізувати їх з метою підвищення рівня ефективності використання природних ресурсів, перетворення відходів у ресурси та впровадження нового підходу до виробництва та споживання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тема впровадження ЦЕ та її показники розглядаються у роботах таких вітчизняних і зарубіжних вчених: К.Е. Боулдінг [3], В.І. Вернадський [1], В.В. Євдокимов [4], Т.К. Кваша та Л.А. Мусіна [5], Р. Стахель [2].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Національні показники моніторингу ЦЕ адаптовані до прийнятих стратегій, політик і дій, характерних для певної країни. Це є перешкодою для проведення порівняння між країнами. Не існує єдиного конкретного, загальновизнаного набору

показників або індикатора, який би вимірював прогрес у впровадженні ЦЕ для країн.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Ціль статті полягає у проведенні багатовимірного порівняльного аналізу впровадження циркулярної економіки країнами ЄС, Великобританії, Норвегії та України на основі створеного авторами індексу ЦЕ.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для оцінювання прогресу країн Європейського Союзу, Великобританії, Норвегії та України щодо впровадження ЦЕ було проведено аналіз 13 показників, згрупованих у 4 категорії, які лягли в основу створення показника досягнення ЦЕ:

– Виробництво та споживання. Щоб зрозуміти прогрес у напряму економіки замкненого циклу, потрібно зосередитися на фазі виробництва та споживання. Компанії, державні установи та домогосподарства повинні зменшити кількість відходів, які вони утворюють. Зменшуючи об'єм утворених відходів, виробництво має можливість використовувати повторно сировину.

– Поводження з відходами. Ця категорія є важливою для циркулярної економіки, оскільки надає змогу визначити, скільки перероблених відходів повертається в економічний цикл, щоб продовжувати створювати додану вартість. Категорія показує поточний стан кожної країни щодо програм переробки відходів.

– Вторинна сировина. ЦЕ розглядається як коло. У цьому випадку для того, щоб замкнути цикл, матеріали та вироби повинні знову потрапляти в економіку, набуваючи форму нових матеріалів або продуктів. Таким чином, не потрібно використовувати нові ресурси для виробництва конкретного об'єкта, ця дія має позитивний вплив на екологічний слід виробництва.

– Конкурентоспроможність та інновації. ЦЕ сприяє створенню нових робочих місць та економічному зростанню, оскільки інновації є ключем до успішності в перехідному періоді. Завдяки інноваціям, нові технології мають

кращі інженерні рішення, характеризуються меншою кількістю використаних ресурсів, а отже змінюється модель споживання, а також промислові процеси. У зв'язку з цим ЦЕ тісно пов'язана з іншими концепціями, такими як економіка, орієнтована на інновації, та економіка, заснована на знаннях [4].

Додаткові роз'яснення категорій відображені в табл. 1.

Дослідження розпочалося зі збору статистичних даних за зазначеними вище індикаторами. Далі була проведена нормалізація даних за кожним із обраних індикаторів. Нормалізація виконувалася за наступними формулами:

для стимуляторів:

$$x_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i \{x_{ij}\}}{\max_i \{x_{ij}\} - \min_i \{x_{ij}\}} \quad (1)$$

для дистимуляторів:

$$x_{ij} = \frac{\max_i \{x_{ij}\} - x_{ij}}{\max_i \{x_{ij}\} - \min_i \{x_{ij}\}} \quad (2)$$

де індекс i позначає номер об'єкта, а індекс j – номер атрибута.

На наступному етапі аналізу отримані нормалізовані дані були зведені в єдиний показник ЦЕ. Чим ближче показник до 1, тим вище

в рейтингу знаходиться країна. Результати проведеного аналізу відображені в табл. 2.

На основі значень показника ЦЕ було складено рейтинг країн з точки зору їх просування до ЦЕ у 2010–2018 роках.

Дані, включені в табл. 2 та 3 показують, що кращі результати у впровадженні ЦЕ були досягнуті для Німеччини, Великобританії, Нідерландів і Франції. Досить нижчих значень отримали такі країни Мальта, Греція, Кіпр, Хорватія та Україна.

Найбільший прогрес у просуванні до ЦЕ показала Латвія, піднявшись з 20 місця в 2010 році до 10 місця в 2018 році; Словенія – з 16 на 8 місце та Бельгія – з 12 на 6 місце. У той же час, найбільший регрес продемонстрували Люксембург втративши 10 позицій (з 3 на 13 місце) та Норвегія, втративши 9 позиції (з 9 на 18 місце).

Важливо проаналізувати, чи впливає розвиток циркулярної економіки на конкурентоспроможність світової економіки в країнах. Тому було проведено порівняння розрахованих значень показника ЦЕ та глобального індексу конкурентоспроможності [10] за 2018 рік. Тест на кореляцію Пірсона показує, що існує позитивна кореляція між двома наборами індексних даних. Згідно з результатами, коефіцієнт кореляції Пірсона дорівнює 0,665.

Таблиця 1

Індикатори для створення показника циркулярної економіки

Категорія	Індикатор	Одиниця вимірювання
Виробництво та споживання	Утворення міських відходів на душу населення	Кілограми на душу населення
	Утворення відходів, за винятком основних мінеральних відходів на одиницю ВВП	Кілограми на тисячу євро
	Утворення відходів, за винятком основних мінеральних відходів на побутове споживання матеріалів	Відсоток
Поводження з відходами	Коефіцієнт переробки побутових відходів	Тисяча тонн
	Коефіцієнт переробки всіх відходів, за винятком основних мінеральних відходів	Відсоток
	Коефіцієнт переробки відходів упаковки за видами тари	Відсоток
	Коефіцієнт переробки електронних відходів	Відсоток
	Переробка біовідходів	Кілограми на душу населення
	Коефіцієнт відновлення відходів будівництва та знесення	Відсоток
Вторинна сировина	Коефіцієнт використання циркулярного матеріалу	Відсоток
	Торгівля вторинною сировиною	Тонна
Конкурентоспроможність та інновації	Приватні інвестиції, робочі місця та валова додана вартість, пов'язані з секторами ЦЕ	Додана вартість за вартістю фактору – млн євро
	Патенти, що стосуються переробки та вторинної сировини	Штуки

Джерело: складено авторами

Таблиця 2

**Значення показника циркулярної економіки для країн Європейського Союзу,
Великобританії, Норвегії та України за 2010–2018 роки**

Країна	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Австрія	0,531	0,396	0,538	0,397	0,534	0,395	0,535	0,410	0,590
Бельгія	0,459	0,375	0,465	0,383	0,478	0,378	0,533	0,397	0,551
Болгарія	0,322	0,242	0,301	0,273	0,370	0,332	0,432	0,305	0,325
Великобританія	0,560	0,469	0,575	0,474	0,583	0,486	0,599	0,506	0,627
Греція	0,292	0,204	0,284	0,190	0,290	0,214	0,385	0,236	0,398
Данія	0,457	0,265	0,459	0,293	0,476	0,316	0,487	0,309	0,506
Естонія	0,336	0,309	0,368	0,277	0,358	0,297	0,359	0,300	0,367
Ірландія	0,427	0,268	0,457	0,281	0,476	0,296	0,472	0,303	0,477
Іспанія	0,472	0,343	0,477	0,406	0,495	0,392	0,513	0,397	0,504
Італія	0,508	0,379	0,526	0,391	0,523	0,404	0,541	0,431	0,565
Кіпр	0,264	0,123	0,315	0,147	0,315	0,180	0,340	0,203	0,365
Латвія	0,382	0,191	0,403	0,239	0,409	0,232	0,421	0,250	0,431
Литва	0,361	0,215	0,413	0,249	0,452	0,271	0,495	0,320	0,505
Люксембург	0,545	0,342	0,531	0,337	0,529	0,356	0,530	0,352	0,491
Мальта	0,266	0,144	0,364	0,139	0,356	0,132	0,366	0,135	0,354
Нідерланди	0,538	0,408	0,550	0,409	0,559	0,439	0,571	0,463	0,568
Німеччина	0,591	0,573	0,650	0,561	0,637	0,567	0,642	0,535	0,635
Норвегія	0,473	0,359	0,493	0,351	0,503	0,367	0,460	0,313	0,453
Польща	0,406	0,249	0,428	0,262	0,458	0,366	0,482	0,345	0,483
Португалія	0,374	0,242	0,428	0,275	0,457	0,297	0,469	0,294	0,459
Румунія	0,330	0,213	0,370	0,230	0,369	0,235	0,392	0,237	0,376
Словаччина	0,356	0,240	0,388	0,250	0,385	0,259	0,407	0,282	0,415
Словенія	0,394	0,258	0,458	0,259	0,458	0,313	0,503	0,329	0,507
Угорщина	0,367	0,235	0,378	0,245	0,415	0,269	0,444	0,279	0,449
Україна	0,355	0,281	0,286	0,203	0,263	0,204	0,295	0,221	0,290
Фінляндія	0,360	0,286	0,373	0,288	0,442	0,307	0,449	0,304	0,445
Франція	0,512	0,405	0,523	0,420	0,553	0,432	0,537	0,437	0,543
Хорватія	0,293	0,196	0,357	0,213	0,384	0,253	0,438	0,278	0,445
Чехія	0,462	0,286	0,496	0,309	0,487	0,330	0,518	0,335	0,487
Швеція	0,496	0,383	0,506	0,381	0,480	0,370	0,484	0,357	0,502

Джерело: розраховано авторами на основі [6–9]

Таблиця 3

**Ранжування країн Європейського Союзу, Великобританії, Норвегії та України
за показником циркулярної економіки в 2010–2018 роках**

Країна	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Австрія	5	5	4	6	5	6	6	6	3
Бельгія	12	8	12	8	12	8	7	7	6
Болгарія	26	20	28	18	24	13	22	17	29
Великобританія	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Греція	28	26	30	28	29	27	26	27	24
Данія	13	17	13	13	13	15	13	16	9
Естонія	24	12	24	16	26	18	28	20	26
Ірландія	14	16	15	15	14	20	16	19	16
Іспанія	10	10	11	5	9	7	10	8	11
Італія	7	7	6	7	7	5	4	5	5
Кіпр	30	30	27	29	28	29	29	29	27

(Закінчення таблиці 3)

Країна	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Латвія	17	28	19	24	21	26	23	25	22
Литва	20	24	18	22	18	21	12	14	10
Люксембург	3	11	5	11	6	12	8	10	13
Мальта	29	29	25	30	27	30	27	30	28
Нідерланди	4	3	3	4	3	3	3	3	4
Німеччина	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Норвегія	9	9	10	10	8	10	18	15	18
Польща	15	19	16	19	15	11	15	11	15
Португалія	18	21	17	17	17	19	17	21	17
Румунія	25	25	23	25	25	25	25	26	25
Словаччина	22	22	20	21	22	23	24	22	23
Словенія	16	18	14	20	16	16	11	13	8
Угорщина	19	23	21	23	20	22	20	23	19
Україна	23	15	29	27	30	28	30	28	30
Фінляндія	21	14	22	14	19	17	19	18	20
Франція	6	4	7	3	4	4	5	4	7
Хорватія	27	27	26	26	23	24	21	24	21
Чехія	11	13	9	12	10	14	9	12	14
Швеція	8	6	8	9	11	9	14	9	12

Джерело: складено авторами на основі табл. 2

Відповідно до рис. 1, Німеччина, Великобританія, Нідерланди та Австрія належать до групи лідерів щодо впровадження ЦЕ та рівня конкурентоспроможності. До «відстаючих» належать такі країни, як Україна, Болгарія, Кіпр, Мальта та Естонія – мають несприятливі умови для розвитку ЦЕ станом на 2018 рік.

Висновки. У результаті проведеного дослідження, було створено показник ЦЕ на основі 13 індикаторів, оскільки єдиного підходу до виміру реалізації ЦЕ не існує. Проведено ана-

ліз країн Європейського Союзу, Великобританії, Норвегії та України за створеним показником та їх ранжування на основі отриманих даних. Додатково, проведено кореляційний аналіз між розрахованим показником ЦЕ та індексом глобальної конкурентоспроможності та отримано позитивну кореляцію (0,665). Виявлено, що Німеччина, Великобританія, Нідерланди та Австрія є лідерами, а Україна, Болгарія, Кіпр, Греція та Мальта є аутсайдерами за показником ЦЕ та індексом глобальної конкурентоспроможності.

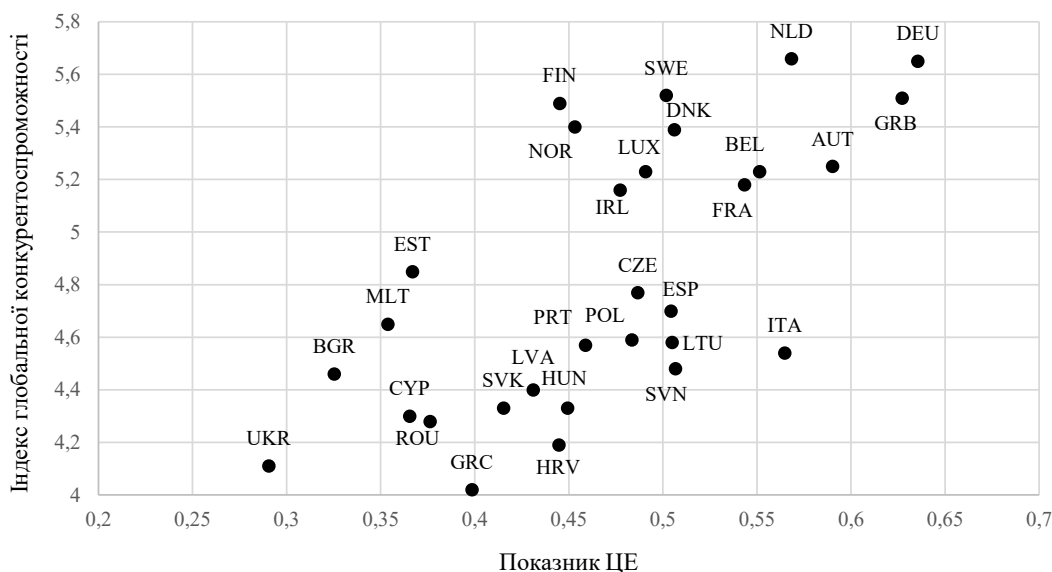


Рис. 1. Кореляція індексів ЦЕ та глобальної конкурентоспроможності (2018 рік)

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Вернадський В. Декілька слів про ноосферу. *Хроніка*. Київ, 2004. Вип. 57/58. С. 485–495.
2. Stahel W. Jobs for tomorrow: the potential for substituting manpower for energy. New York, 1981. 116 p.
3. Boulding K. The Economics of the Coming Spaceship. *Environmental Quality Issues in a Growing Economy*. Балтимор : Johns Hopkins University Press, 1966. P. 3–14.
4. Євдокимов В.В. Циркулярна економіка : монографія. Житомир : ЖДТУ, 2016. 200 с.
5. Мусіна Л.А. Ресурсоефективна економіка: європейські тенденції та уроки для України. *Економічний аналіз*. 2014. Том 18. № 1. С. 51–62.
6. Eurostat. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>
7. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
8. OECD statistics. URL: <https://stats.oecd.org/#>
9. World Bank. URL: <https://data.worldbank.org/>
10. World Economic Forum. The Global Competitiveness Index. 2018. URL: <http://www.uaeconomic.com/ulens-313-1.html>

REFERENCES:

1. Vernadsky V. (2004) Dekil'ka sliv pro noosferu [A few words about the noosphere]. *Khronika*. Kyiv, issue 57/58, 485–495. (in Ukrainian)
2. Stahel W. (1981) Jobs for tomorrow: the potential for substituting manpower for energy. New York, 116 p.
3. Boulding K. (1966) The Economics of the Coming Spaceship. *Environmental Quality Issues in a Growing Economy*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
4. Evdokymov V. (2016) Tsyrukulyarna ekonomika [Circular economics]: monohrafiya [a monograph]. Zhytomyr: ZhSTU, 200 p.
5. Musina L.A. (2014) Resursoefektyvna ekonomika: yevropeys'ki tendentsiyi ta uroky dlya Ukrayiny [Resource efficient economy: European trends and lessons for Ukraine]. *Economic analysis*, vol. 18, no. 1, 51–62.
6. Eurostat. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>
7. State Statistics Service of Ukraine. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
8. OECD statistics. Available at: <https://stats.oecd.org/#>
9. The World Bank Data and Research (2021) World Bank Statistics Database. Available at: <https://data.worldbank.org/>
10. World Economic Forum (2018) The Global Competitiveness Index. Available at: <http://www.uaeconomic.com/ulens-313-1.html>