

DOI: 10.15276/ETR.01.2026.11
DOI: 10.5281/zenodo.19642976
UDC: 004.738.5:330.34:330.46:339.9
JEL: O33, C38, L86, H11

АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ СКЛАДОВИХ ІНДЕКСУ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ ТА СУСПІЛЬСТВА НА ОСНОВІ КЛАСТЕРНОЇ ДЕНДРОГРАМИ

ANALYSIS OF INTERRELATIONSHIPS OF THE COMPONENTS OF THE DIGITAL ECONOMY AND SOCIETY INDEX BASED ON THE CLUSTER DENDROGRAM

Halyna V. Lema, PhD in Economics, Associate Professor
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: 0000-0001-5298-7693
Email: halyna.v.mykhailiak@lpnu.ua

Ihor B. Oleksiv, Doctor of Economics, Professor
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: 0000-0001-7387-6933
Email: ihor.b.oleksiv@lpnu.ua

Roksolana B. Vilhutska, PhD in Economics, Associate Professor
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: 0000-0002-9291-8606
Email: roksoliana.b.vilhutska@lpnu.ua

Liubomyr R. Koval
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: 0009-0001-5956-5204
Email: liubomyr.r.koval@lpnu.ua

Oleh I. Lema
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: 0009-0003-8687-1412
Email: oleh.i.lemma@lpnu.ua

Received 12.12.2025

Лема Г.В., Олексів І.Б., Вільгуцька Р.Б., Коваль Л.Р., Лема О.І. Аналіз взаємозв'язків складових індексу цифрової економіки та суспільства на основі кластерної дендрограми. Науково-методична стаття.

У статті здійснено аналізування цифрових індексів як інструментів для ідентифікації потенціалу цифрової трансформації та визначення напрямів, що мають найбільший вплив на розвиток сучасної економіки. Зокрема, детально визначено основні складові Digital Economy and Society Index (DESI). Проведено порівняльну характеристику значення індексу цифрової економіки та суспільства для 13 країн. Здійснено порівняння за п'ятьма складовими індексами у 2020 та 2022 рр. На основі отриманих даних побудовано дендрограми кластерів країн, які показують ступінь взаємозв'язку між складовими індексами, що дозволяє зрозуміти, які з них розвиваються комплексно, а які потребують додаткових управлінських рішень та інвестицій для збалансування цифрового прогресу, що було основною метою дослідження. Отримані результати є важливими при прийнятті управлінських рішень при виборі напрямку розвитку економіки країни та її цифровізації.

Ключові слова: цифрові індекси, цифрова економіка, інтеграція цифрових технологій, людський капітал

Lema H.V., Oleksiv I.B., Vilhutska R.B., Koval L.R., Lema O.I. Analysis of Interrelationships of the Components of the Digital Economy and Society Index Based on the Cluster Dendrogram. Scientific and methodical article.

The article analyzes digital indices as tools for identifying the potential of digital transformation and determining the directions that have the greatest impact on the development of the modern economy. In particular, the main components of the Digital Economy and Society Index (DESI) are defined in detail. A comparative characteristic of the value of the digital economy and society index for 13 countries is carried out. A comparison is made for five components of the index in 2020 and 2022. Based on the data obtained, dendrograms of country clusters were constructed, which show the degree of interconnection between the components of the index, which allows us to understand which of them are developing comprehensively and which require additional management decisions and investments to balance digital progress, which was the main goal of the study. The results obtained are important when making management decisions when choosing the direction of development of the country's economy and its digitalization.

Keywords: digital indices, digital economy, integration of digital technologies, human capital

Ключовим фактором соціально-економічного розвитку країни, підприємства чи суспільства є застосування цифровізації. З метою визначення наявного рівня розвитку цифровізації доцільним є аналізування і розрахунок цифрових індексів. Так, індекси допомагають визначити рівень використання цифрових технологій, ефективність їх застосування як на діяльність бізнес процесів, так і на процеси глобалізації. Визначення цифрових можливостей через призму цифрових індексів дає можливість оцінювання здатності країни, підприємства чи суспільства адаптуватися відповідно до цифрових змін, впроваджувати інновації і застосовувати технології з метою забезпечення ефективності функціонування бізнес процесів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Сучасна наукова література характеризується великою кількістю праць та досліджень у сфері цифрових можливостей та індексів [3, 5-7, 9, 11]. Зокрема, авторами наголошується про необхідність цифровізації на будь-яких рівнях, оскільки вона

сприяє ефективності та оптимізації робочих процесів. У роботі О. Кравчук [3] наведено особливості інформаційно-комунікаційних технологій. Авторами проаналізовано міжнародні індекси та рейтинги цифровізації, які показують зміну інформаційно-комунікаційних технологій через економіку знань та її складові. Також у праці зазначено, що економіка знань постійно удосконалюється через появу нових знань та технологій, що надає можливості для постійного розвитку.

І. Губарева [2] наводить оцінку рівня цифровізації економіки України та країн членів ЄС. Вченими наведено конкурентні недоліки порівнюваних країн щодо значення індексу рівня розвитку ІКТ, індексу розвитку електронного урядування, глобального індексу кібербезпеки, та відкритості даних. Загалом авторами визначено проблеми України щодо цифровізації економіки у порівнянні з країнами представниками ЄС.

Ю. Костинець [4] у своєму дослідженні наводить основні компоненти цифровізації та наголошує на необхідності зміни ведення бізнесу в епоху цифровізації. В. Саприкін [6] стверджує, що розвиток сучасної України неможливий без цифрових процесів. Автором проаналізовано основні терміни, а саме: «оцифровування», «цифровізації» та «цифрова трансформація». Н. Амеліна [1] наводить переваги від цифрових платформ, зокрема: зниження транспортних витрат, доступність ринків, розвиток діяльності малого бізнесу тощо.

Згідно Т. Ратушняк [5] важливим елементом цифровізації є протидія корупції, оскільки всі процеси є чіткими і прозорими. У своїй праці автори розглядають DESI як цифрову трансформацію. У роботі наведено зміну структури індексу протягом 2020-2024 рр. та основні країни лідери за індексом цифрової економіки та суспільства, які оцінювалися. Згідно дослідження показано, що складова людський капітал у структурі індексу з'явився у 2021 р. і основними його підкомпонентами були наявність навичок користувача Інтернету та наявність розширених навичок і розвитку. Проте, відповідно до звіту Європейської комісії у 2020 р. складова «людський капітал» бралася до уваги при оцінюванні значення індексу цифрової економіки та суспільства (DESI) досліджуваних країн [12].

Gulyás, Orsolya [9] здійснює аналізування зеленого та цифрового переходів. Автором зазначено, що цифровий перехід передбачає необмежене накопичення даних та пропонує оптимізувати непотрібні чи невикористовувані дані з метою ресурсомісткості природи цифрових технологій. Згідно Ahmed Sajjad [7] цифровізація інтегрованих систем управління створює стратегічну цінність щодо підвищення продуктивності, економії часу. Науковцем наведено переваги розвитку економіки країни при поєднанні інновацій, сталого розвитку та цифрових інформаційних систем.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми

Загалом аналізуючи останні дослідження і публікації [1-7; 9; 11], слід відзначити, що науковцями детально окреслено основні переваги від процесів цифровізації, визначено її елементи і структурні компоненти. Однак важливим є також розуміння, які можливості дає цифровізації через призму цифрових індексів і їх складових. Цифрові індекси дають можливість комплексного оцінювання різних сфер економіки: від технологічної (інфраструктура, інновації), економічної (продуктивність, оптимізація бізнес-процесів, конкурентоспроможність) до соціальної (доступність, якість, цифрові компетентності). Саме тому аналізування цифрових індексів є важливим інструментом для ідентифікації потенціалу цифрової трансформації та визначення напрямів, що мають найбільший вплив на розвиток сучасної економіки. В результаті проведеного дослідження важливим є досягнення наступних цілей:

1) визначення основних цифрових індексів і їх складових, які виступають рушіями формування цифрової інфраструктури;

2) порівняльне аналізування країн за значенням індексу цифрової економіки та суспільства і визначення лідерів відносно загального значення;

3) побудова дендрограми кластерів країн за складовими індексу цифрової економіки та суспільства на основі отриманих порівняльних даних;

4) визначення ступеня взаємозв'язку між складовими індексу, що дозволяє зрозуміти, які з них розвиваються комплексно, а які потребують додаткових управлінських рішень та інвестицій для збалансування цифрового прогресу.

Таким чином, основна мета дослідження полягає у комплексній оцінці цифрового розвитку країн на основі індексу цифрової економіки та суспільства та визначенні взаємозв'язків його складових. З метою досягнення поставленої мети застосовано методи кластерної дендрограми та порівняльного аналізу, які покажуть не лише порівняння складових у динаміці з метою визначення їх зростання чи спадання, але і визначення важливості та домінування складових індексу.

Виклад основного матеріалу дослідження

Цифрові індекси вимірюють використання різних цифрових технологій на підприємствах та показують кількість вибраних цифрових технологій, оскільки застосування великої кількості не завжди забезпечуватимуть якісні показники.

Серед основних цифрових індексів можна виділити [5, 12-15]:

1. Digital Economy and Society Index (DESI).
2. Digital intensity Index (DII).
3. Networked Readiness Index (NRI).
4. Global Innovation Index (GII).
5. ICT Development Index (IDI).
6. E-Government Development Index (EGDI).
7. AI Readiness Index.

Digital Economy and Society Index (DESI) – індекс, який характеризує цифровий розвиток країни щодо забезпечення мережею Інтернет, людський капітал та застосування цифрових технологій у бізнесі та державному управлінні. Відповідно до Звітів Європейської Комісії (European Commission) 2018-2023 рр. розрахунок DESI включав понад 34 показники, які були згруповані в п'ять основних елементів: зв'язок (З), людський капітал (ЛК), забезпечення мережею Інтернет (І), інтеграція цифрових технологій (ІЦТ) та цифрові державні послуги (ЦДП). Digital intensity Index (DII) – індекс, який показує використання та кількість різних цифрових технологій на підприємствах. Networked Readiness Index (NRI) – передбачає оцінювання готовності країни до цифрової трансформації за критеріями розвитку інфраструктури та технологій.

Global Innovation Index (GII) – індекс, який показує рівень інноваційності країн, шляхом впровадження нових цифрових технологій. ICT Development Index (IDI) – індекс, який показує розвиток інформаційно-комунікаційних технологій за критеріями доступності, використання і навичок. E-Government Development Index (EGDI) – індекс, який забезпечує оцінювання розвитку

електронного уряду та цифрових державних послуг. AI Readiness Index – оцінює готовність країн до впровадження штучного інтелекту та використання цифрових інструментів у державному секторі.

Розглянуті індекси показують різні складові цифрової трансформації та розвитку економіки. Проте, варто наголосити на показнику, який дає комплексне оцінювання цифрового розвитку економіки країни, і саме таким показником є Digital Economy and Society Index (DESI, індекс цифрової економіки та суспільства). DESI поєднує оцінювання цифрової інфраструктури, людського капіталу, а відповідно і компетентності населення країни та інтеграції цифрових можливостей і послуг. Отже, індекс всебічно охоплює технологічні, економічні та соціальні складові цифрової трансформації і дає можливість визначення вектору розвитку країни. Саме тому подальше дослідження буде зосереджено на індексі цифрової економіки та суспільства, який шляхом порівняння покаже цифровий прогрес країн за аналізований період [12]. Порівняльна таблиця значення індексу цифрової економіки та суспільства (DESI) країн у 2020/2022 рр. наведена у табл. 1.

Таблиця 1. Порівняльна таблиця значення індексу цифрової економіки та суспільства (DESI) країн у 2020/2022 рр.

Країна	Період	Загальне значення DESI	Значення показника, %				
			З	ЛК	І	ІЦТ	ЦДП
Франція	2020	52	13	12	7	8	12
	2022	52	7	18	-	16	11
Чехія	2020	50	11	12	8	10	9
	2022	49	9	17	-	13	10
Польща	2020	45	12	9	9	5	10
	2022	40	7	13	-	11	9
Італія	2020	44	12	8	7	6	11
	2022	49	11	15	-	14	9
Фінляндія	2020	71	14	21	11	13	12
	2022	69	16	21	-	17	15
Данія	2020	69	18	13	11	15	12
	2022	69	16	21	-	17	15
Бельгія	2020	59	12	15	7	15	10
	2022	50	11	18	-	9	12
Німеччина	2020	56	15	14	9	9	9
	2022	51	9	16	-	17	9
Литва	2020	52	12	10	9	10	11
	2022	51	10	20	-	11	10
Естонія	2020	61	12	18	9	10	12
	2022	57	9	22	-	10	16
Іспанія	2020	58	16	12	8	9	13
	2022	61	9	21	-	18	13
Португалія	2020	49	13	9	8	9	10
	2022	50	9	19	-	11	11
Швеція	2020	70	17	16	13	12	12
	2022	66	13	20	-	16	17

Джерело: складено авторами за матеріалами [12-14]

Отже, проаналізувавши значення показника DESI за 2020 р. та 2022 р. можна побачити зміни, а саме зростання чи зниження загального значення індексу, а також окремих його складових.

Наприклад, у Польщі у 2022 р. індекс становив 40%, тоді як у 2020 р. – 45%. Протягом даного періоду спостерігається зростання людського капіталу на 4% та інтеграції цифрових технологій

на 6%. Аналогічна ситуація щодо зниження індексу цифрової економіки та суспільства за аналізований період спостерігається і у Бельгії, Німеччині, Естонії та Швеції. Непомітне коливання індексу в межах 1-2% спостерігається у Чехії, Фінляндії, Литві та Португалії. Італія та Іспанія демонструють зростання індексу цифрової економіки та суспільства за аналізований період.

Варто зазначити, що у 2022 р. показник забезпечення доступу до мережі Інтернет у розрахунку індексу цифрової економіки та суспільства вже не виділяється окремо: його значення інтегровано до складових «Інтеграція цифрових технологій» та «Цифрові державні послуги». У цьому ж періоді особливу увагу приділено розвитку людського капіталу, значення якого зростає в кожній із проаналізованих країн.

При аналізуванні значення індексу цифрової економіки та суспільства (DESI) країн важливим є не лише порівняння показників у динаміці з метою визначення їх зростання чи спадання, але і визначення важливості та домінування складових індексу. Тобто, визначення, які із складових індексу є пов'язаними між собою та найбільше впливають на зростання показника. Отримані результати є важливими при прийнятті управлінських рішень при виборі напрямку розвитку

економіки країни та її цифровізації. Таким чином, визначення взаємозв'язків та впливу складових на розвиток індексу цифрової економіки та суспільства можна здійснити шляхом наочного відображення при побудові дендрограми кластерів країн за відповідними складовими [10, 11]. Вихідна інформація для побудови кластерів представлена у вигляді складових індексу цифрової економіки та суспільства у табл. 1.

Важливо зазначити, що формування кластерів дає змогу виявити, які зі складових володіють спільними ознаками подібності, та як формуються кластери за характером розвитку досліджуваних складових. Це допоможе виявити, які саме складові DESI мають вирішальний вплив на формування індексу. Побудова дендрограми покаже, які складові є драйверами зростання індексу та виявити слабші складові, які стримують процес цифровізації суспільства та розвитку економіки [8, 10, 11]. Дендрограма кластерів країн за складовими індексу цифрової економіки та суспільства (DESI) у 2020 р. [13] наведена на рис. 1.

Відповідно до представленого рис. 1 можна виділити три основні кластери: лідери цифровізації, країни із середнім рівнем показника та країни з нижчим рівнем показника (див. табл. 2).

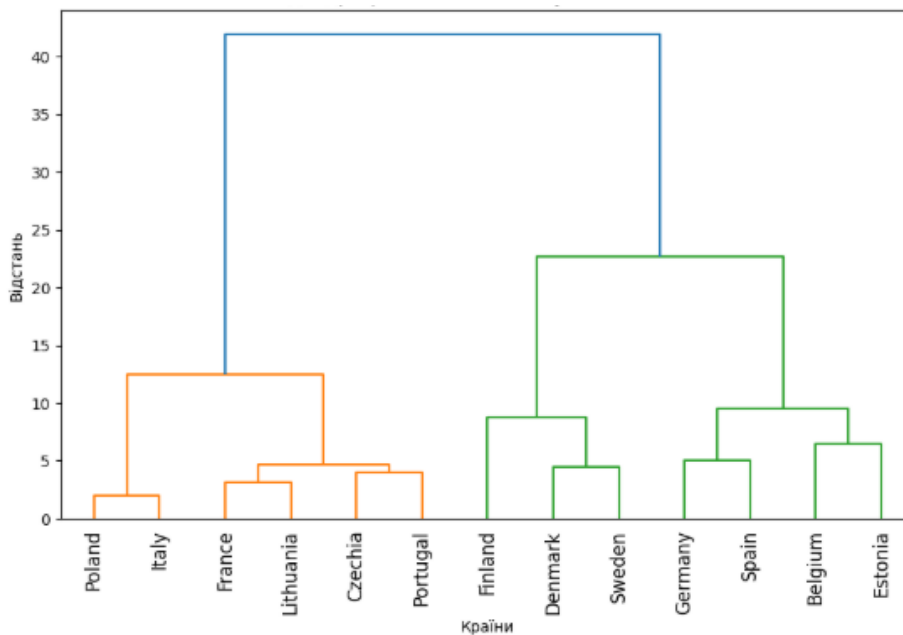


Рисунок 1. Дендрограма кластерів країн за складовими індексу цифрової економіки та суспільства (DESI) у 2020 р.

Джерело: складено авторами за матеріалами [12, 13]

Таблиця 2. Кластери країн за індексом цифрової економіки та суспільства (DESI) у 2020 р.

Кластер 1 – лідери цифровізації	Кластер 2 – країни з середнім рівнем DESI
Фінляндія, Данія, Швеція	Бельгія, Естонія, Іспанія, Німеччина, Франція, Литва, Чехія, Португалія
Кластер 3 – країни з нижчим рівнем DESI	
Італія, Польща	

Джерело: власна розробка авторів

Отже, до першого кластера належать країни з найвищими значеннями індексу DESI, для яких характерні високі показники таких складових, як людський капітал, інтеграція цифрових технологій та цифрові державні послуги. Другий кластер об'єднує країни із середнім рівнем розвитку цифрової економіки та суспільства. У цих країнах найкращі значення спостерігаються за складовими людський капітал та зв'язок. Третій кластер складається з країн з низьким рівнем значення індексу DESI. У межах цього кластера домінуючими складовими також є людський капітал та інтеграція цифрових технологій, хоча їхні значення суттєво поступаються країнам перших двох кластерів.

Таким чином, результати кластерного аналізу свідчать, що людський капітал є ключовою складовою індексу DESI у всіх виділених кластерах, що підкреслює його визначальну роль у розвитку цифрової економіки та суспільства.

З метою визначення зміни у показнику DESI та його складових для аналогічних країн доцільним є побудова дендрограми кластерів країн у 2022 р. [14] (див. рис. 2).

Отже, згідно з рис. 2, також спостерігається формування трьох кластерів, однак відбуваються певні зміни у приналежності країн до відповідних кластерів (див. табл. 3).

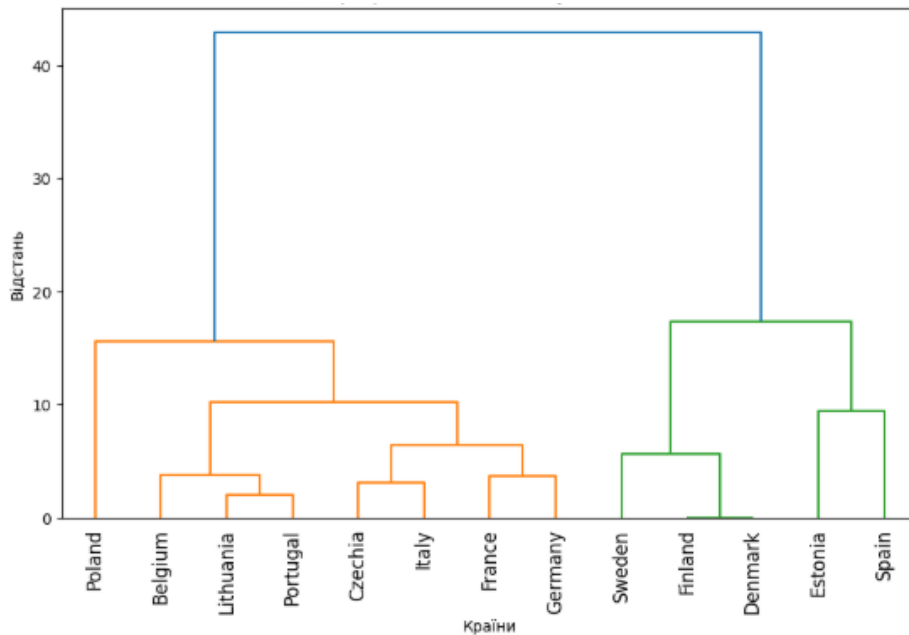


Рисунок 2. Дендрограма кластерів країн за складовими індексу цифрової економіки та суспільства (DESI) у 2022 р.

Джерело: складено авторами за матеріалами [12, 13]

Таблиця 3. Кластери країн за індексом цифрової економіки та суспільства (DESI) у 2022 р.

Кластер 1 – лідери цифровізації	Кластер 2 – країни з середнім рівнем DESI
Фінляндія, Данія, Швеція, Іспанія	Бельгія, Естонія, Литва, Португалія, Італія
Кластер 3 – країни з нижчим рівнем DESI	
Польща, Франція, Німеччина, Чехія	

Джерело: власна розробка авторів

Дендрограма кластерів країн за складовими індексу цифрової економіки та суспільства (DESI) у 2022 р. показує зсув частини країн у кращу позицію (Іспанія) завдяки росту людського капіталу, з одночасним формуванням більш чіткої групи середніх та відстаючих країн. Зникає окрема роль показника забезпечення Інтернету, що інтегровано в цифрові технології та цифрові державні послуги, тому країни зі слабким ростом інфраструктури зміщуються вниз. На дендрограмі чітко видно зростання ролі людського капіталу, інтеграції цифрових технологій та цифрових державних послуг у 2022 р., а також зміщення частини країн між кластерами порівняно з 2020 р.

Варто наголосити, що значення показника DESI для України не розраховувалося. Проте, у 2023 р. Кабінетом Міністрів України прийнято розпорядження «Про затвердження переліку показників індексу цифрової економіки та суспільства (DESI)», відповідно до якого визначено основні складові індексу, а саме: людський капітал (наявність навичок користувача Інтернету, наявність розширених навичок та розвитку), підключення до Інтернету (фіксований широкосмуговий доступ до Інтернету, покриття фіксованого широкосмугового доступу до Інтернету, мобільний широкосмуговий доступ до Інтернету), інтеграція цифрових технологій

(цифрова інтенсивність, цифрові технології для бізнесу, електронна комерція), цифрові державні послуги (електронний уряд) [15].

У 2024 р. відповідно до Наказу Міністерства цифрової трансформації України затверджено Методичні рекомендації щодо методології складення показників індексу цифрової економіки та суспільства (DESI) [15]. Отже, Україна рухається у правильному напрямі розвитку цифрової економіки та суспільства, а побудова дендрограми кластерів інших країн може слугувати наочним прикладом для визначення ключових складових індексу DESI, які відіграють вирішальну роль у цифровому розвитку. Це, своєю чергою, дозволяє окреслити напрями, на яких доцільно зосередити першочергову увагу в процесі формування та реалізації державної цифрової політики.

Висновки

Проведене дослідження показує, що цифрові індекси є важливим аналітичним інструментом для комплексної оцінки рівня цифрової трансформації економіки та суспільства, а також для ідентифікації ключових напрямів, які визначають цифровий розвиток країн. Порівняльний аналіз складових

індексу цифрової економіки та суспільства (DESI) для 13 країн у 2020 р. та 2022 р. показав, що важливим драйвером розвитку індексу є складова «людський капітал». Відповідно до побудованих дендрограм відбувається формування трьох кластерів країн з рівнем розвитку індексу цифрової економіки та суспільства (DESI): лідери цифровізації, країни із середнім рівнем показника та країни з нижчим рівнем показника. Результати кластерного аналізу свідчать, що людський капітал є ключовою складовою індексу DESI у всіх виділених кластерах, що підкреслює його визначальну роль у розвитку цифрової економіки та суспільства. Варто також відзначити, що за аналізований період відбувається переміщення країн у кластери з вищим рівнем значення індексу, що є позитивним. Незважаючи на те, що значення індексу DESI для України наразі не розраховується, прийняття нормативно-правових актів у 2023–2024 рр. щодо визначення складових індексу та методології їх розрахунку свідчить про формування інституційних передумов для впровадження даного інструменту оцінювання в національній практиці.

Abstract

The article analyzes digital indices as tools for identifying the potential of digital transformation and determining the directions that have the greatest impact on the development of the modern economy. In particular, the main components of the Digital Economy and Society Index (DESI) are examined in detail. A comparative analysis of the value of the digital economy and society index for 13 countries is conducted. The study compares five components of the index for 2020 and 2022. Based on the obtained data, dendrograms of country clusters are constructed, illustrating the degree of interconnection between the components of the index. This makes it possible to identify which components develop in a comprehensive manner and which require additional managerial decisions and investments to balance digital progress, which constituted the main objective of the study. The constructed dendrograms reveal the key drivers of index growth and allow for the identification of weaker components that hinder the process of digitalization of society and economic development. According to the clustering results, three groups of countries are formed based on the level of development of the Digital Economy and Society Index (DESI): digitalization leaders, countries with a medium level of the index, and countries with a lower level of the index.

The results of the cluster analysis indicate that human capital is a key component of the DESI across all identified clusters, highlighting its decisive role in the development of the digital economy and society. It is also worth noting that during the analyzed period, several countries moved to clusters with higher index values, which is a positive trend. The obtained results are important for managerial decision-making when choosing the direction of a country's economic development and digitalization. Although the DESI value for Ukraine has not yet been calculated, the adoption of regulatory and legal acts in 2023–2024 defining the components of the index and the methodology for their calculation indicates the formation of institutional prerequisites for the implementation of this assessment tool in national practice. Assessing digital capabilities through the lens of digital indices makes it possible to evaluate the ability of a country, enterprise, or society to adapt to digital changes, implement innovations, and apply technologies in order to ensure the efficiency of business processes.

Список літератури:

1. Амеліна Н.К., Комчатних О.В., Левіщенко О.С. Цифровізація як основний фактор розвитку економіки бізнесу // Академічні візії. – 2024. – Вип. 35. DOI: 10.5281/zenodo.14005665.
2. Губарева І.О., Бука С.А., Белікова Н.В. Оцінка рівня цифровізації економіки України та країн – членів ЄС // Проблеми економіки. – 2023. – № 4 (58). – С. 14-21.
3. Кравчук О.А., Лебедченко В.В., Луців Р.С. Економіка знань, сучасні інформаційно-комунікаційні технології // Економіка та суспільство. – 2023. – Вип. 51.

4. Костинець Ю.В., Саковець А.О. Цифровізація як основа розвитку бізнесу в ІТ-сфері // Актуальні проблеми економіки. – 2025. – № 2 (284). – С. 261-267.
5. Ратушняк Т.В., Омельчук А.А., Горбовий А.Ю., Гладченко О.В., Вишемірська Я.С. Індекс DESI як міра цифрової трансформації у країнах Європейського Союзу // Прикладні питання математичного моделювання. – 2024. – Т. 7, № 2. – С. 207-220.
6. Саприкін В.О. Оцифровування, цифровізація та цифрова трансформація публічного управління в Україні // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Державне управління. – 2024. – Т. 19, № 1. – С. 116-121.
7. Ahmed S. Digitalization of integrated management systems for operational efficiency: Insights from industry and sustainability reports – A systematic review // European Journal of Sustainable Development Research. – 2026. – Vol. 10(1). DOI: 10.29333/ejosdr/17284.
8. De la Fuente A. *Mathematical Methods and Models for Economists*. – Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
9. Gulyás O. Unsustainable imaginaries of data economies: Exploring the concept of waste for EU digital policy // Lecture Notes in Computer Science. – 2026. – Vol. 16319. – P. 366-371.
10. Oleksiv I., Lema H., Vankovych L., Chapran S. Analysis of the relationship between CSR elements applying isomorphic distances // Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies. – 2025. – Vol. 242. – P. 417-426.
11. Sumei Zh. Comprehensive evaluation of teaching quality based on cluster analysis and factor analysis // International Journal of Education and Management Engineering. – 2011. – Vol. 1(3). – P. 16-23. DOI: 10.5815/ijeme.2011.03.03.
12. Digital Economy and Society Index (DESI). European Commission. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>.
13. Digital Economy and Society Index (DESI) 2020. URL: <https://eufordigital.eu/uk/library/digital-economy-and-society-index-desi-2020>.
14. Digital Economy and Society Index (DESI) 2022. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022>.
15. Індекс цифрової економіки та суспільства (DESI). Державна служба статистики України. URL: <https://stat.gov.ua/uk/datasets/indeks-tsyfrovoyi-ekonomiky-ta-suspilstva-desi>.

References:

1. Amelina, N.K., Komchatnykh, O.V., & Levishchenko, O.S. (2024). Digitalization as the main factor of business economic development. *Akademichni vizii (Academic Visions)*, 35. DOI: 10.5281/zenodo.14005665 [in Ukrainian].
2. Hubarieva, I.O., Buka, S.A., & Bielikova, N.V. (2023). Assessment of the level of digitalization of the economy of Ukraine and EU member states. *Problemy ekonomiky (Problems of the Economy)*, 4(58), 14-21 [in Ukrainian].
3. Kravchuk, O.A., Lebedchenko, V.V., & Lutsiv, R.S. (2023). Knowledge economy and modern information and communication technologies. *Ekonomika ta suspilstvo (Economy and Society)*, 51 [in Ukrainian].
4. Kostynets, Yu.V., & Sakovets, A.O. (2025). Digitalization as the basis for business development in the IT sector. *Aktualni problemy ekonomiky (Actual Problems of Economics)*, 2(284), 261-267 [in Ukrainian].
5. Ratushniak, T.V., Omelchuk, A.A., Horbovyi, A.Yu., Hladchenko, O.V., & Vyshemirska, Ya.S. (2024). DESI index as a measure of digital transformation in European Union countries. *Prykladni pytannia matematychnoho modeliuвання (Applied Issues of Mathematical Modeling)*, 7(2), 207-220 [in Ukrainian].
6. Saprykin, V.O. (2024). Digitization, digitalization and digital transformation of public administration in Ukraine. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Serii: Derzhavne upravlinnia (Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Public Administration)*, 19(1), 116-121 [in Ukrainian].
7. Ahmed, S. (2026). Digitalization of integrated management systems for operational efficiency: Insights from industry and sustainability reports – A systematic review. *European Journal of Sustainable Development Research*, 10(1). DOI: 10.29333/ejosdr/17284 [in English].
8. De la Fuente, A. (2000). *Mathematical methods and models for economists*. Cambridge: Cambridge University Press [in English].
9. Gulyás, O. (2026). Unsustainable imaginaries of data economies: Exploring the concept of waste for EU digital policy. *Lecture Notes in Computer Science*, 16319, 366-371 [in English].

10. Oleksiv, I., Lema, H., Vankovych, L., & Chapran, S. (2025). Analysis of the relationship between CSR elements applying isomorphic distances. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 242, 417-426 [in English].
11. Sumei, Zh. (2011). Comprehensive evaluation of teaching quality based on cluster analysis and factor analysis. *International Journal of Education and Management Engineering*, 1(3), 16-23. DOI: 10.5815/ijeme.2011.03.03 [in English].
12. European Commission. (n.d.). Digital Economy and Society Index (DESI). Retrieved from: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi> [in English].
13. European Commission. (2020). Digital Economy and Society Index (DESI). Retrieved from: <https://eufordigital.eu/uk/library/digital-economy-and-society-index-desi-2020> [in English].
14. European Commission. (2022). Digital Economy and Society Index (DESI). Retrieved from: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022> [in English].
15. State Statistics Service of Ukraine. (n.d.). Digital Economy and Society Index (DESI). Retrieved from: <https://stat.gov.ua/uk/datasets/indeks-tsyfrovoyi-ekonomiky-ta-suspilstva-desi> [in English].

Посилання на статтю:

Лема Г.В. Аналіз взаємозв'язків складових індексу цифрової економіки та суспільства на основі кластерної дендрограми / Г.В. Лема, І.Б. Олексів, Р.Б. Вільгуцька, Л.Р. Коваль, О.І. Лема // *Економіка: реалії часу. Науковий журнал*. – 2026. – № 1 (83). – С. 99-106. – Режим доступу: <https://economics.net.ua/files/archive/2026/No1/99.pdf>.
DOI: 10.15276/ETR.01.2026.11. DOI: 10.5281/zenodo.19642976.

Reference a Journal Article:

Lema H.V. Analysis of Interrelationships of the Components of the Digital Economy and Society Index Based on the Cluster Dendrogram / H.V. Lema, I.B. Oleksiv, R.B. Vilhutska, L.R. Koval, O.I. Lema // *Economics: time realities. Scientific journal*. – 2026. – № 1 (83). – P. 99-106. – Retrieved from: <https://economics.net.ua/files/archive/2026/No1/99.pdf>.
DOI: 10.15276/ETR.01.2026.11. DOI: 10.5281/zenodo.19642976.

