

Кайлюк О.Г.

докторант кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування,
Сумський державний університет

Касьяненко Т.В.

кандидат економічних наук, доцент,
Сумський державний університет

Самусевич Я. В.

кандидат економічних наук, доцент,
Сумський державний університет

Kailuk Oleksandr, Kasianenko Tetiana, Samusevych Yaryna

Sumy State University

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВИХ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ЦИФРОВІЗАЦІЄЮ ТА СТРУКТУРНИМИ ТРАНСФОРМАЦІЯМИ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ¹

Стаття присвячена аналізу цифровізації національної економіки та її зв'язку з особливостями її структурних індикаторів. Проведено дослідження різних показників, що характеризують рівень цифровізації країни та суспільства в цілому, а також стосовно окремих аспектів. Обґрунтовано та проведено перевірку гіпотез щодо наявності взаємного впливу цифровізації економіки та її структурних трансформацій. Базою для проведення дослідження стали статистичні дані для 20 країн світу за період 2016–2024 років. Методичний інструментарій дослідження передбачає проведення кореляційного аналізу та причинного моделювання (тест Грейнджера). За результатами дослідження виявлено, що рівень цифровізації національної економіки залежить від інтенсивності розвитку промисловості та сфери послуг, обсягів зовнішньої торгівлі, урбанізації та відтоку прямих іноземних інвестицій, та, з іншого боку, здійснює вплив на параметри функціонування промисловості та аграрного сектору, експорту, прямих іноземних інвестицій та урбанізації.

Ключові слова: цифровізація, структурні трансформації, національна економіка, каузальне моделювання, промисловість, прямі іноземні інвестиції, зовнішня торгівля.

Постановка проблеми. Світові темпи динаміки цифровізації суспільних процесів свідчать, що вона стає глобальним трендом розвитку, який обумовлює кардинальні трансформації національних та світової економіки. Впровадження цифрових технологій охоплює більшість сфер суспільного життя та галузей економіки та формує зміни у підходах до ведення бізнесу, надання публічних послуг, передачі інформації тощо. При цьому, незважаючи на спільний глобальний тренд до цифровізації її розвиток суттєво різниться між країнами. Це обумовлює необхідність дослідження питання передумов та наслідків цифровізації для національних економік.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження різних аспектів цифровізації на даному етапі перебуває у фокусі наукової думки, про що свідчить значна кількість наукових публікацій у даному напрямку.

Зокрема, Л. Мельник, О. Карінцева, О. Кубатко, І. Сотник, Ю. Завдов'єва аналізують ключові тренди цифровізації економіки України та визначають ключові риси цифрової економіки [11, с. 14–15]. М. Акулюшина, А. Ісламова, В. Біюк аналізують перспективи розвитку цифрової економіки в Україні, зокрема, в контексті впровадження ІТ-технологій у сфері сільського господарства [9]. Л. Батченко, О. Рева розглядають ключові напрямки цифрових трансформацій у різних сферах та галузях суспільного життя [10, с. 16]. Однак, досі не приділялась увага комплексному дослідженню передумов та наслідків цифрових трансформацій.

Формулювання цілей статті. Мета статті полягає у визначенні особливостей взаємозв'язку між цифровізацією національних економік та їх структурних трансформацій. Дослідження передбачає перевірку двох гіпотез:

¹ Дослідження виконане за підтримки Міністерства освіти і науки України та частково містить результати науково-дослідної роботи «Інтеграційна парадигма цифрової трансформації в системі протидії фінансовій злочинності: синергетичний підхід до превенції та боротьби» (номер д/р 0125U000602).

Гіпотеза 1: Інтенсивність цифровізації обумовлена специфікою структурних параметрів національних економік. Ця гіпотеза базується на припущенні, що особливості структури національної економіки, з одного боку, визначають сприятливість економічних передумов до розвитку цифрових технологій та інфраструктури, а з іншого – формують необхідний рівень попиту економічних агентів на цифрові послуги.

Гіпотеза 2: Рівень цифровізації є передумовою структурних трансформацій національної економіки. В основу цієї гіпотези покладено припущення, що зростання рівня цифровізації національної економіки обумовлює зміни в бізнес-процесах різних галузей, попиту і пропозиції, зайнятості тощо.

Виклад основного матеріалу. В сучасних умовах рівень цифровізації економіки та суспільства найчастіше вимірюють за допомогою комплексних індикаторів. Європейською Комісією розроблено Індекс цифрової економіки і суспільства (Digital Economy and Society Index (DESI)), який розраховується для країн-членів ЄС з 2014 року [6]. Індекс включає чотири напрямки: людський капітал, покриття мережі, інтеграція цифрових технологій, цифрові публічні послуги. Кожен з напрямків містить від одного до чотирьох субнаправків, які, у свою чергу, вимірюються конкретними індикаторами.

У 2014 році корпорацією Huawei було розроблено Глобальний індекс покриття (Global Connectivity Index (GCI)), який складається з 40 індикаторів, згрупованих вертикально та горизонтально [3]. Вертикальне групування здійснюється за параметрами пропозиції, попиту, досвіду та потенціалу. Горизонтальне групування включає такі параметри як основи, з'єднання, Інтернет речей та штучний інтелект. Відповідно до кожним параметром горизонтального групування визначено кількісні індикатори, специфічні для кожного напрямку горизонтального групування. Оцінювання проводилось для 79 країн щорічно до 2020 року, що дозволяло класифікувати їх на три групи: лідери, адаптатори та початківці.

Продовженням Глобального індексу підключення є Глобальний індекс цифровізації (The Global Digital Index (GDI)) розроблений спільно корпорацією Huawei та Інтернаціональною корпорацією даних (International Data Corporation (IDC)). Глобальний індекс цифровізації складається з чотирьох напрямків: повсюдне підключення, цифрові технології, зелена енергія, політика підтримки та екосистема. При цьому кожен з напрямків оцінюється за двома аспектами цифровізації економіки – пропозицією та попитом, взаємодія яких забезпечує цифрові трансформації економіки та її стійкість. У 2024 році індекс розраховувався для 77 країн, що дозволяло згрупувати їх на три кластери – лідери, адаптатори та початківці [4].

Міжнародним союзом електрозв'язку було розроблено Індекс розвитку ІКТ (ICT Development Index (IDI)), який розраховувався протягом 2009–2017 років, у 2022 році методологію його розрахунку було модифіковано та розраховано оновлену версію протягом 2023–2024 років [7]. Індекс складається з двох компоне-

нів: універсального покриття (використання населенням мережі Інтернет та мобільного зв'язку) та значимого покриття (якість мобільної мережі, використання онлайн-сервісів). Індекс агрегується за окремими компонентами та інтегровано з урахуванням порогових значень, які встановлені для кожного з індикаторів.

Досить комплексним є Багатовимірний індекс діджитизації (Multidimensional Index of Digitization (DiGiX)), який включає 24 індикатори, згруповані у розрізі шести напрямків: інфраструктура, покриття користувачів, покриття підприємств, покриття уряду, регулювання, доступність. Розраховується з 2016 року кожні два роки для масиву близько 100 країн. У 2024 році індекс було розраховано для 98 країн світу за даними 2023 року [1].

Слід також розглянути часткові індекси цифровізації. Організацією економічного співробітництва і розвитку розроблено Індекс цифрового уряду (Digital Government Index (DGI)), розрахований для 38 країн у 2023 році на основі даних за 2022 рік [5]. Індекс спрямований на оцінювання шести напрямків: цифровий дизайн (використання цифрових інструментів під час формування державної політики); керованість даних (використання даних в державному секторі); уряд як платформа (використання цифрових інструментів для трансформації державних процесів та просування публічних послуг); відкритість (доступність відкритих даних та наявність зв'язку зі стейкхолдерами); керованість користувачем (здатність уряду враховувати потреби користувачів при розробці та наданні публічних послуг); проактивність (здатність передбачати потреби користувачів публічних послуг).

П'ятьма регіональними комісіями Організації об'єднаних націй розроблено Індекс цифровізації торгівлі (Trade Digitalization Index (TDI)), який дозволяє оцінити цифровізацію процедур внутрішньої та зовнішньої торгівлі за такими аспектами як автоматизація митних систем, законодавство щодо здійснення електронних транзакцій, електронні сертифікати походження, онлайн-форми митних відшкодувань тощо [8].

У контексті оцінювання ролі цифровізації в розвитку економічних систем важливо розуміти причинно-наслідкові зв'язки, які визначають особливості структурних трансформацій національних економік, що проявляються у різних темпах цифрового розвитку. Для цього слід провести каузальний аналіз основних параметрів функціонування національних економік та рівня їх цифровізації.

Для перевірки ключових гіпотез дослідження було відібрано ряд показників, які характеризують структуру національної економіки:

- Додана вартість, створена у сільському господарстві, % ВВП (Agr);
- Додана вартість, створена у промисловості (включно з будівництвом), % ВВП (Ind);
- Додана вартість, створена у сфері послуг, % ВВП (Serv);
- Експорт товарів і послуг, % ВВП (Exp);
- Імпорт товарів і послуг, % ВВП (Imp);

- Чистий притік прямих іноземних інвестицій, % ВВП (FDI_{in});
- Чистий відтік прямих іноземних інвестицій, % ВВП (FDI_{out});
- Валове нагромадження основного капіталу, % ВВП (GFCF);
- Валові національні витрати, % ВВП (GNE);
- Валові заощадження, % ВВП (GS);
- Частка міського населення, % загального населення (Urb).

Вимірником цифровізації оберемо Багатовимірний індекс діджитизації (DiGiX), який дозволяє комплексно врахувати різні аспекти впровадження цифрових технологій.

З метою оцінювання взаємозв'язку цифрових та структурних трансформацій сформуємо вибірку з 20 країн, які суттєво відрізняються за рівнем цифровізації, географічним розташуванням та рівнем економічного розвитку. До цієї вибірки увійшли Великобританія, Японія, Швеція, Австралія, Австрія, Ізраїль, Іспанія, Туреччина, Бразилія, Італія, Мексика, Китай, Єгипет, Кенія, Сербія, Індія, Україна, Пакистан, Нігерія, Камерун. Динаміка Індексу протягом 2016–2024 років засвідчує, що у цих країнах відбува-

лись досить суттєві цифрові трансформації, інтенсивність яких є різною.

Для оцінювання потенційних причинно-наслідкових зв'язків розрахуємо коефіцієнт кореляції між досліджуваними показниками (табл. 1). Результати розрахунку засвідчують, що рівень цифровізації національної економіки характеризується наявністю сильної оберненої кореляції з часткою сільського господарства у формуванні доданої вартості країни, у той час як з часткою сфери послуг спостерігається пряма кореляція.

Такі тенденції цілком закономірні, враховуючи той факт, що інтенсивність зв'язку цифровізації з сферою послуг є набагато вищою, ніж з іншими напрямками. У той же час, кореляція Індексу діджитизації з часткою доданої вартості, створеної в промисловості, майже непомітна. Слід відзначити, що рівень кореляції з показниками обсягів експорту та імпорту є незначним, як і з показниками притоку прямих іноземних інвестицій. Попри це присутня доволі значуща кореляція з показником чистого відтоку прямих іноземних інвестицій. Також цілком закономірною здається пряма кореляція рівня цифровізації з часткою міського населення.

Таким чином, попередній аналіз засвідчує наявність потенціалу причинно-наслідкових зв'язків між

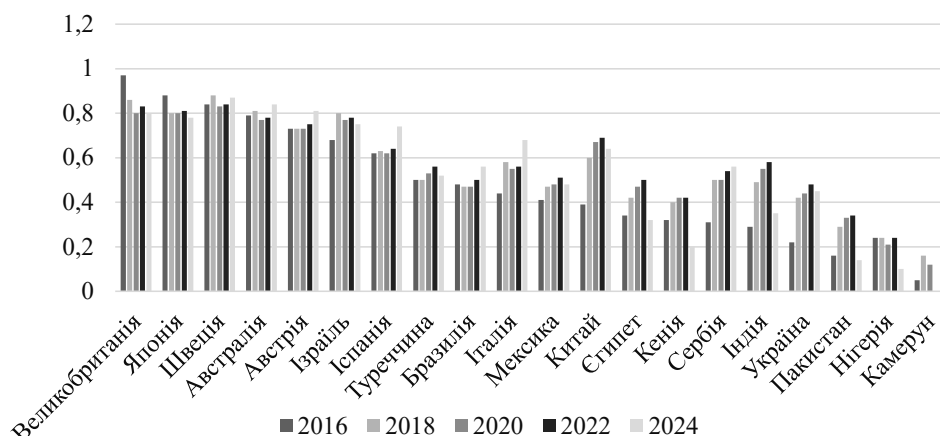


Рис. 1. Динаміка Багатовимірного індексу діджитизації (DiGiX) у країнах світу протягом 2016–2024 років

Джерело: побудовано авторами за даними [1]

Таблиця 1

Результати розрахунку коефіцієнта кореляції між рівнем цифровізації та структурними показниками національної економіки

Змінна	DiGiX	Agr	Ind	Serv	Exp	Imp	FDI _{in}	FDI _{out}	Urb
DiGiX	1,000								
Agr	-0,793	1,000							
Ind	-0,042	-0,071	1,000						
Serv	0,771	-0,763	-0,396	1,000					
Exp	0,378	-0,571	-0,025	0,226	1,000				
Imp	0,181	-0,357	-0,056	0,037	0,933	1,000			
FDI _{in}	0,101	-0,240	-0,039	0,012	0,336	0,366	1,000		
FDI _{out}	0,532	-0,459	-0,125	0,531	0,274	0,126	0,312	1,000	
Urb	0,642	-0,841	-0,085	0,754	0,321	0,102	0,211	0,468	1,000

Джерело: авторські розрахунки

Результати тестування наявності причинно-наслідкових зв'язків між рівнем цифровізації та структурними показниками розвитку національної економіки

Показник	Гіпотеза, що перевіряється			
	Інтенсивність цифровізації обумовлена специфікою структурних параметрів національних економік		Рівень цифровізації є передумовою структурних трансформацій національної економіки	
	Z-bar	p-value	Z-bar	p-value
Agr	-0,7059	0,4803	3,0885	0,0020***
Ind	6,6899	0,0000***	2,2222	0,0263**
Serv	7,7849	0,0000***	0,8429	0,3993
Exp	15,4095	0,0000***	5,4373	0,0000***
Imp	5,3294	0,0000***	2,4151	0,0157
FDI _{in}	0,1828	0,8550	1,8522	0,0640*
FDI _{out}	6,7694	0,0000***	17,8176	0,0000***
Urb	23,1849	0,0000***	19,7158	0,0000***

Примітка: *** – гіпотезу підтверджено з рівнем статистичної значущості 99 %; ** – гіпотезу підтверджено з рівнем статистичної значущості 95 %; * – гіпотезу підтверджено з рівнем статистичної значущості 90 %.

Джерело: авторські розрахунки

параметрами розвитку національної економіки та рівнем її цифровізації. Для остаточної перевірки висунутих гіпотез проведемо тест каузальності Грейнджера для панельної вибірки даних, розроблений Е.-І. Думітреску та К. Хурлін [2].

Результати моделювання демонструють, що частка доданої вартості, створеної в промисловості та у сфері послуг, є передумовами рівня цифровізації економіки, у той час як досягнутий рівень цифровізації економіки впливає на показники доданої вартості промисловості та сільського господарства (табл. 2). Досить важливо, що розвиток цифровізації визначається різними показниками зовнішньої торгівлі, тоді як рівень цифровізації впливає лише на зміну обсягів експорту. З іншого боку, рівень цифровізації визначається лише відтоком прямих іноземних інвестицій, але, одночасно з цим, впливає на показники їх притоку та відтоку. Також підтверджено двосторонній зв'язок рівнів цифровізації та урбанізації економіки.

Висновки. Стаття присвячена дослідженню взаємозв'язків цифровізації національної економіки та її структурних трансформацій. Проведений аналіз ключових індикаторів цифровізації у світовій практиці засвід-

чує, що найбільш важливими її аспектами є ступінь покриття мережі, залученість користувачів цифрових послуг, розвиток цифрової інфраструктури, ринок праці у сфері ІКТ, інтеграція цифрових технологій у сферу публічних послуг. Також набувають популярності часткові вимірники цифровізації окремих сфер та галузей. Зокрема, популярними є інтегральні індекси цифровізації торгівлі та уряду. Дослідження спрямоване на перевірку двох гіпотез: 1) інтенсивність цифровізації обумовлена специфікою структурних параметрів національних економік; 2) рівень цифровізації є передумовою структурних трансформацій національної економіки. Результати розрахунків дозволили частково підтвердити обидві гіпотези. Зокрема, виявлено, що рівень цифровізації національної економіки залежить від інтенсивності розвитку промисловості та сфери послуг, обсягів зовнішньої торгівлі, урбанізації та відтоку прямих іноземних інвестицій, та, з іншого боку, здійснює вплив на параметри функціонування промисловості та аграрного сектору, експорту, прямих іноземних інвестицій та урбанізації. Отримані результати можуть скласти підґрунтя удосконалення державної економічної політики та формування довгострокової стратегії розвитку національної економіки.

Список літератури:

1. DiGiX 2024 Update: A Multidimensional Index of Digitization. BBVA Research. URL: <https://www.bbva.com/en/publicaciones/digix-2024-update-a-multidimensional-index-of-digitization/> (дата звернення: 20.02.2025).
2. Dumitrescu E.-I., Hurlin C. Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*. 2012. Vol. 29 (4). P. 1450–1460.
3. Global Connectivity Index. Huawei Technologies Co., Ltd official web-site. URL: <https://www.huawei.com/minisite/gci/en/methodology.html#> (дата звернення: 08.02.2025).
4. Global Digitalization Index (GDI) 2024. Huawei Technologies Co., Ltd official web-site. URL: <https://www.huawei.com/en/gdi> (дата звернення: 15.02.2025).
5. OECD Digital Government Index. OECD official web-site. URL: <https://goingdigital.oecd.org/en/indicator/58> (дата звернення: 06.02.2025).
6. The Digital Economy and Society Index (DESI). European Commission official web-site. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi> (дата звернення: 05.02.2025).
7. The ICT Development Index. ITU official web-site. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/IDI/default.aspx> (дата звернення: 05.02.2025).

8. Trade Digitalization Index 2024. ESCAP - Trade, Investment and Innovation Division. URL: <https://tdi.digitalizetrade.org/> (дата звернення: 18.02.2025).
9. Акулюшина М., Ісламова А., Біюк В. Перспективи розвитку цифрової економіки в Україні. *Економіка та суспільство*. 2024. № 61. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-11>
10. Батченко Л. В., Рева О. В. Цифровізація економіки країни: тенденції та перспективи. *Індустрія туризму і гостинності в Центральній та Східній Європі*. 2023. № 9. С. 12–19. DOI: <https://doi.org/10.32782/tourismhospsee-9-2>
11. Мельник Л. Г., Карінцева О. І., Кубатко О. В., Сотник І. М., Завдов'єва Ю. М. Цифровізація економічних систем та людський капітал: підприємство, регіон, народне господарство. *Механізм регулювання економіки*. 2020. № 2. С. 9–28.

References:

1. DiGiX 2024 Update: A Multidimensional Index of Digitization. BBVA Research. URL: <https://www.bbvaresearch.com/en/publicaciones/digix-2024-update-a-multidimensional-index-of-digitization/> (accessed: 20.02.2025).
2. Dumitresku E.-I., Hurlin C. Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*. 2012. Vol. 29 (4). P. 1450–1460.
3. Global Connectivity Index. Huawei Technologies Co., Ltd official web-site. URL: <https://www.huawei.com/minisite/gci/en/methodology.html#> (accessed: 08.02.2025).
4. Global Digitalization Index (GDI) 2024. Huawei Technologies Co., Ltd official web-site. URL: <https://www.huawei.com/en/gdi> (accessed: 15.02.2025).
5. OECD Digital Government Index. OECD official web-site. URL: <https://goingdigital.oecd.org/en/indicator/58> (accessed: 06.02.2025).
6. The Digital Economy and Society Index (DESI). European Commission official web-site. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi> (accessed: 05.02.2025).
7. The ICT Development Index. ITU official web-site. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/IDI/default.aspx> (accessed: 05.02.2025).
8. Trade Digitalization Index 2024. ESCAP - Trade, Investment and Innovation Division. URL: <https://tdi.digitalizetrade.org/> (accessed: 18.02.2025).
9. Akuliushyna M., Islamova A., Biiuk V. (2024). Perspektyvy rozvytku tsyfrovoyi ekonomiky Ukrainy [The prospects of digital economy development in Ukraine]. *Economics and society*. Vol. 61. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-11>
10. Batchenko L., Reva O. (2023). Tsyfrovizatsiia ekonomiky kraïny: tendentsii ta perspektyvy [Digitalization of country economy: trends and prospects]. *The industry of tourism and hospitality in Central and Eastern Europe*. Vol. 9. P. 12–19. DOI: <https://doi.org/10.32782/tourismhospsee-9-2>
11. Melnyk L., Karintseva O., Kubatko O., Sotnyk I., Zavdovieva Y. Tsyfrovizatsiia ekonomichnykh system ta ludskyi kapital: pidpriemstvo, region, narodne hospodarstvo [Degitalization of economic systems and human capital: enterprise, region, national economy]. *Mechanism of economic regulation*. 2020. Vol. 2. P. 9–28.

RESEARCH OF CAUSAL RELATIONSHIPS BETWEEN DIGITALIZATION AND STRUCTURAL TRANSFORMATIONS OF THE NATIONAL ECONOMY

The article is devoted to the analysis of the digitalization of the national economy and its connection with the features of its structural indicators. The study of integral indicators used in world practice to measure digitalization shows that its most important aspects are the degree of network coverage, the involvement of users of digital services, the development of digital infrastructure, the labor market in the ICT sector, the integration of digital technologies into the sphere of public services. At the same time, partial indicators are the digitalization of trade and government. The study is aimed at testing two hypotheses: 1) the intensity of digitalization is determined by the specifics of the structural parameters of national economies; 2) the level of digitalization is a prerequisite for structural transformations of the national economy. The basis for the study was statistical data for 20 countries of the world, which are characterized by different levels of digitalization, economic development, and different geographical locations. The Multidimensional Index of Digitization (DiGiX) was chosen as the indicator of digitalization. The indicators that characterize the structure of the national economy are the share of added value created in agriculture, industry and the service sector, the volume of exports and imports of goods and services, the inflow and outflow of foreign direct investment, and urbanization of the population. The analysis period includes 2016-2024. The methodological tools of the study provide for correlation analysis and causal modeling (Granger test). The results of the study allowed us to partially confirm both hypotheses. In particular, it was found that the level of digitalization of the national economy depends on the intensity of development of industry and the service sector, the volume of foreign trade, urbanization and the outflow of foreign direct investment. On the other hand, digitization has an impact on the parameters of the value added formed in the industry and the agricultural sector; volume of exports, foreign direct investment inflow and outflow and urbanization level.

Key words: digitalization, structural transformations, national economy, causal modeling, industry, foreign direct investment, foreign trade.