

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

УДК: 330.342:338.28:004.738.5:[316+37](043.5)

КОСТЕЦЬКИЙ ПАВЛО ВАСИЛЬОВИЧ

**ЦИФРОВІЗАЦІЯ СУСПІЛЬСТВА ТА ОСВІТИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ
СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ**

Спеціальність 051 – економіка

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших

авторів мають посилання на відповідне джерело _____ П.В. Костецький

Науковий керівник

Васильєва Тетяна Анатоліївна,

докторка економічних наук, професорка

Суми – 2023

АНОТАЦІЯ

Костецький П.В. Цифровізація суспільства та освіти у забезпеченні соціально-економічних трансформацій. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 051 – економіка. Сумський державний університет Міністерства освіти і науки України, Суми, 2023.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної наукової проблеми удосконалення теоретико-методичних засад сприяння цифровізації суспільства та освіти у забезпеченні соціально-економічних трансформацій.

У дисертаційній роботі здійснено бібліометричний аналіз з використанням інструментарію VOSviewer, спрямований на визначення ролі цифровізації суспільства та освіти у забезпеченні соціально-економічних перетворень, що реалізовано на основі аналізу 36 529 статей, проіндексованих наукометричною базою Scopus, у назві, ключових словах або анотаціях яких містяться слова «digital» (цифровий) та «society» (суспільство), а також 31 214 статей з ключовими термитами пошукових запитів такими як «digital» (цифровий) та «education» (освіта). Це дозволило визначити контекстуальні, часові та географічні закономірності зміни наукового інтересу до визначеної проблематики, виявити флагманів наукових досліджень за цим напрямком, а також обґрунтувати існування наукових шкіл щодо дослідження ролі цифровізації суспільства та освіти. Зокрема, за результатами бібліометричного аналізу було виявлено, що у контексті цифровізації суспільства у фокусі наукової уваги опинилися питання трансформації повсякденного життя населення під впливом цифровізації, зміна виробничих процесів, диференціація впливу цифровізації залежно від гендерно-вікових характеристик населення, використанням інноваційних цифрових технологій у медицині та космічній галузі. У контексті дослідження цифровізації освіти найбільш популярними є такі напрямки як вивчення методів навчання в умовах цифровізації, вікових та психологічних особливостей цифровізації

освіти, впливу пандемії на цифровізацію освіти, формування цифрових компетентностей серед студентів та викладачів тощо.

У роботі удосконалено методичний інструментарій оцінювання рівня цифровізації суспільства та освіти, що відрізняється від існуючих врахуванням внутрішньої узгодженості індикаторів та їх вибіркової елімінації на основі застосування тесту альфа Кронбаха, визначенням вагомості внеску індивідуального показника у композитну модель на основі використання методу головних компонент та інтегруванням індивідуальних показників на основі застосування адитивно-мультиплікативної згортки. Це дозволило здійснити транскордонний порівняльний аналіз композитного рівня цифровізації суспільства та освіти у європейських країнах та визначити на цій основі країни-бенчмарки. За результатами моделювання встановлено, що рівень цифровізації освіти та суспільства у європейських країнах коливається від 0,21 (мінімальний рівень, досягнутий в Італії) до 0,41 (максимальний рівень, зафіксований в Ісландії).

У роботі удосконалено методичний інструментарій визначення впливу рівня цифровізації суспільства на економічний та соціальний розвиток, що відрізняється від існуючих системним застосуванням тесту Бройша-Пагана та регресійного моделювання на панельних даних за методом узагальнених найменших квадратів з випадковими ефектами. Це дозволило визначити цифрові драйвери та інгібітори зміни парадигми економічного та соціального розвитку, а також з'ясувати, що цифровізація суспільства більшою мірою проявляється у покращенні соціального розвитку, ніж економічного, що визначає необхідність у додаткових регуляторних інтервенціях держави, спрямованих на збереження позитивного стану економіки в умовах цифровізації. За результатами моделювання було встановлено, що існує позитивна обумовленість між соціальним розвитком країни та такими детермінантами цифровізації суспільства як електронна торгівля, цифровізація життя населення, використання цифрових технологій найманими працівниками. Вплив цифровізації на економічний розвиток

виявився не значущим, проте окремі позитивні імпакти було зафіксовано, зокрема, приріст доданої вартості в промисловості, покращення платіжного балансу, зростання нагромадження капіталу, відкриття нового бізнесу.

У дисертаційній роботі проведено трендовий аналіз цифровізації освіти у воєнний період засобами Google Trends на основі запитів користувачів пошукової системи за 7 категоріями: «освіта», «вища освіта», «електронне навчання», «дистанційне навчання», «онлайн навчання», «змішане навчання», «гейміфікація навчання» як серед вітчизняних, так і закордонних користувачів за період 30.08.2020-30.08.2023. Це дозволило визначити часові закономірності зміни користувацької цікавості до ключових категорій цифровізації освіти, серед яких можна відмітити зростання інтенсивності пошукових запитів у період вступної кампанії та зниження їх інтенсивності у період новорічно-різдвяних свят. Спостерігалось також зменшення кількості запитів вітчизняних користувачів щодо питань цифровізації освіти протягом перших тижнів після повномасштабного вторгнення. Було визначено також географічні закономірності зміни користувацької цікавості до ключових категорій цифровізації освіти, а саме було встановлено, що ці питання є більш популярними у західних та північно-західних регіонах України, тоді як у загальносвітовому вимірі більш інтенсивними є пошукові запити з африканських та азіатських країн.

Розроблено методичний підхід до вимірювання розривів між пропозицією на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки, зумовлених цифровізацією соціально-економічних відносин, що передбачає використання інструментарію нейромережевого моделювання, а також врахування міжсекторних диспропорцій, обумовлених цифровізацією суспільства. Це дозволило здійснити прогнозування розривів між попитом та пропозицією на ринку праці на наступні 5 років та визначити ті спеціальності, що втрачатимуть свою актуальність з урахуванням трендів цифровізації економіки та суспільства. Зокрема, було виявлено, що цифровізація сприятиме зменшенню попиту у середньостроковій перспективі на такі групи професій

як технічні службовці, кваліфіковані робітники з інструментом, робітники з обслуговування, експлуатації та контролювання за роботою технологічного устаткування, складання устаткування та машин, найпростіші професії. Більш затребуваними в умовах цифровізації стануть такі групи професій як законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі), професіонали та фахівці. Натомість, для працівників сфери торгівлі та послуг вплив цифровізації на розриви між попитом та пропозицією на ринку праці є несуттєвим.

У роботі здійснено бенчмаркінг-узагальнення векторів реформування системи освіти під впливом цифровізації соціально-економічних відносин. Це дозволило ідентифікувати ключові напрямки, за якими має відбуватися цифрова трансформація системи освіти з урахуванням всіх переваг та недоліків цифрової освіти.

У дисертаційній роботі удосконалено науково-методичний підхід до вимірювання рівня цифрової інклюзії населення, що на відміну від існуючих базується на системному поєднанні бенчмаркінг-аналізу (визначення показників кількісного оцінювання цифрової інклюзії населення), методу головних компонент, методу Фішберна (врахування характеру та вагомості внеску кожного з одиничних показників в інтегральний) та адитивної згортки. Це дозволило визначити тренди зміни рівня цифрової інклюзії населення в Україні та країнах світу.

Удосконалено методичні засади оцінювання взаємозв'язку цифрової інклюзії населення з рівнем інформаційної безпеки країни, що відрізняються від існуючих оцінюванням на основі регресійного моделювання на панельних даних не лише односторонніх зв'язків між цими параметрами, а і їх зворотного впливу одне на одного. Це дозволило виявити як загальні закономірності впливу розвитку цифрової інклюзії населення на забезпечення інформаційної безпеки країни в Україні та світі, так і роль інформаційної безпеки держави у контексті забезпечення цифрової інклюзії населення.

У роботі визначено ключові проблемні аспекти, що перешкоджають розбудові цифрової інклюзії населення, обґрунтовано напрямки, у яких повинні відбутися трансформаційні процеси для вирішення існуючих проблем, а також формалізовано механізми підвищення цифрової інклюзії населення для забезпечення інформаційної безпеки держави в умовах цифровізації соціально-економічних відносин.

Ключові слова: освіта, вища освіта, освітні послуги, дистанційна освіта, цифровізація освіти, цифровізація суспільства, цифрова інклюзія, соціально-економічні трансформації, соціально-економічний розвиток, цифрова трансформація, інформаційна безпека, ринок праці.

SUMMARY

Kostetskyi P.V. Digitization of society and education in ensuring socio-economic transformations. – Manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 051 – economics. Sumy State University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2023.

The dissertation work is devoted to solving the actual scientific problem of improving the theoretical and methodological background of promoting the digitalization of society and education in ensuring socio-economic transformations.

In the dissertation it is carried out a bibliometric analysis using the VOSviewer, aimed at determining the role of digitization of society and education in ensuring socio-economic transformations, which was implemented on the basis of the analysis of 36,529 articles indexed by the Scopus database, the title, keywords or abstracts of which contain the words "digital" and "society", as well as 31,214 articles with key search terms such as "digital" and "education". This made it possible to determine the contextual, temporal and geographical patterns of changes in scientific interest in a certain issue, to identify the flagships of scientific research in this direction, as well as to outline the existence of scientific schools regarding

the study of the role of digitization of society and education. In particular, according to the results of the bibliometric analysis, it was found that in the context of digitalization of society, the focus of scientific attention was on the issues of transformation of everyday life of the population under the influence of digitalization, changes in production processes, differentiation of the impact of digitalization depending on the gender and age characteristics of the population, the use of innovative digital technologies in medicine and space industry. In the context of research on the digitization of education, the most popular areas are the study of learning methods in the conditions of digitalization, age and psychological characteristics of the digitalization of education, the impact of the pandemic on the digitalization of education, the formation of digital competences among students and teachers, etc.

In the work it is improved the methodological toolkit for assessing the level of digitization of society and education, which differs from existing ones by taking into account the internal consistency of indicators and their selective elimination based on the application of the Cronbach alpha test, determining the importance of the contribution of an individual indicator to a composite model based on the use of the method of principal components and integrating individual indicators on based on the application of additive-multiplicative convolution. This made it possible to carry out a cross-border comparative analysis of the composite level of digitalization of society and education in European countries and to determine benchmark countries on this basis. According to the modelling results, it was established that the level of digitization of education and society in European countries ranges from 0.21 (the minimum level achieved in Italy) to 0.41 (the maximum level recorded in Iceland).

It is improved the methodological toolkit for determining the impact of the level of digitization of society on economic and social development, which differs from the existing by systematic application of the Breusch-Pagan test and regression modelling on panel data using the method of generalized least squares with random effects. This made it possible to determine the digital drivers and inhibitors of the

paradigm shift of economic and social development, as well as to find out that the digitalization of society is manifested to a greater extent in the improvement of social development than economic development, which determines the need for additional regulatory interventions of the state aimed at preserving the positive state of the economy in conditions of digitization. Based on the modelling results, it was established that there is a positive relationship between the social development of the country and such determinants of digitalization of society as e-commerce, digitalization of the population's life, and the use of digital technologies by employees. The impact of digitization on economic development was not significant, but some positive impacts were recorded, in particular, an increase in value added in industry, an improvement in the balance of payments, an increase in capital formation, and the opening of new businesses.

In the dissertation, a trend analysis of digitization of education during the war period was carried out using Google Trends, based on the queries of users of the Google search in 7 categories: "education", "higher education", "e-learning", "distance learning", "online learning", "hybrid learning", "gamification learning" among both domestic and foreign users for the period 08/30/2020-08/30/2023. This made it possible to determine the temporal patterns of changes in user interest in the key categories of digitalization of education, among which it is possible to note the increase in the intensity of search requests during the entrance campaign period and the decrease in their intensity during the New Year and Christmas holidays. There was also a decrease in the number of inquiries from domestic users regarding the digitization of education during the first weeks after the full-scale war. Geographic patterns of changes in user interest in the key categories of digitization of education were also determined, namely, it was established that these questions are more popular in the western and north-western regions of Ukraine, while in the global dimension, searches from African and Asian countries are more intensive.

A methodological approach has been developed to measure the gaps between the offer on the market of educational services and the needs of the real sector of the economy, caused by the digitalization of socio-economic relations, which involves

the use of neural network modelling tools, as well as considering intersectoral disparities caused by the digitalization of society. This made it possible to forecast gaps between demand and supply in the labour market for the next 5 years and to determine those specialties that will lose their relevance, considering the trends of digitization of the economy and society. It was found that digitalization will contribute to the reduction of demand in the medium term for such groups of professions as technical employees, skilled workers with tools, workers in the maintenance, operation and monitoring of the work of technological equipment, assembly of equipment and machines, the simplest professions. Such groups of professions as legislators, senior civil servants, leaders, managers, professionals and specialists will become more in demand in the conditions of digitalization. On the other hand, for workers in trade and services, the impact of digitalization on gaps between demand and supply in the labour market is insignificant.

In the dissertation, the benchmarking-generalization of the vectors of reforming the education system under the influence of digitalization of socio-economic relations is carried out. This made it possible to identify the key directions in which the digital transformation of the education system should take place, considering all the advantages and disadvantages of digital education.

In the dissertation it is improved the methodology of measuring the digital inclusion of the population, which, unlike the existing ones, is based on a systematic combination of benchmarking analysis (determining indicators of quantitative assessment of the digital inclusion of the population), the method of principal components, the Fishburn method (taking into account the nature and importance of the contribution of each of the individual indicators to the integral) and additive convolution. This made it possible to determine trends in the level of digital inclusion of the population in Ukraine and other countries.

It is improved the approach for assessing the relationship between the digital inclusion of the population and the level of information security of the country, which differ from existing approaches by the using of panel data regression modelling considering not only of one-way relationships between these parameters,

but also their reciprocal influence on each other. This made it possible to reveal both the general patterns of the impact of the development of digital inclusion of the population on ensuring the country's information security in Ukraine and the world, as well as the role of the state's information security in the context of ensuring the digital inclusion of the population.

It is identified key problematic aspects that hinder the development of digital inclusion of the population, substantiates the directions in which transformational processes should take place to solve existing problems, and formalized the mechanisms for increasing the digital inclusion of the population to ensure the information security of the state in the conditions of digitalization of socio-economic relations.

Keywords: education, higher education, digitalization of education, digitalization of society, digital inclusion, socio-economic transformations, socio-economic development, distance learning, digital transformation, information security, educational services, labor market.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

Публікації в наукових фахових виданнях України

1. Kostetskyi P. Does Digitalization Lead to Better Transparency: Bibliometric Approach. *Business Ethics and Leadership*. 2021. 5(3). P. 102–107. DOI: [http://doi.org/10.21272/bel.5\(3\).102-107.2021](http://doi.org/10.21272/bel.5(3).102-107.2021) (0,44 друк. арк.).
2. Костецький П.В., Куценко В.І. Трансформація системи освіти в умовах цифровізації економіки та суспільства. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2021. 5(2). С. 314–318. DOI: [http://doi.org/10.31891/2307-5740-2021-298-5\(2\)-53](http://doi.org/10.31891/2307-5740-2021-298-5(2)-53) (0,6 друк. арк.). *Особистий внесок: дослідженню особливості трансформації системи освіти у відповідності до вимог цифрової економіки та суспільства на основі аналізу попиту на фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій та структури цифрових навичок населення у країнах Європи. (0,55 друк. арк.).*
3. Васильєва Т. А., Костецький П. В. Механізми підвищення цифрової інклюзії населення для забезпечення інформаційної безпеки держави. *Науковий журнал «Економіка і регіон»*. 2023. 3(90). С. 139–145. DOI: [https://doi.org/10.26906/EiR.2023.3\(90\).3040](https://doi.org/10.26906/EiR.2023.3(90).3040) (0,75 друк. арк.). *Особистий внесок: визначено проблемні аспекти забезпечення на шляху до підвищення рівня цифрової інклюзії населення, обґрунтовано шляхи їх усунення (0,7 друк. арк.).*
4. Костецький П.В., Куценко В.І. Тенденції цифровізації освіти у воєнний період: трендовий аналіз. *Актуальні проблеми економіки*. 2023. № 9 (267). С. 31–39. DOI: <https://www.doi.org/10.32752/1993-6788-2023-1-267-31-39> (0,6 друк. арк.). *Особистий внесок: здійснено дослідження еволюційних закономірностей зміни інтенсивності користувацької цікавості до питань цифровізації освіти, обґрунтовано зміну цих трендів в умовах воєнного стану (0,55 друк. арк.).*
5. Костецький П., Іванцов С. Визначення географічних паттернів цифровізації освіти: трендовий аналіз. *Економіка та суспільство*. 2023. № 56. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-165> (0,45 друк. арк.).

Особистий внесок: визначено географічні закономірності дисемінації запитів користувачів пошукової системи до питань цифровізації освіти у розрізі країн світу та регіонів України (0,4 друк. арк.).

6. Костецький П., Іванцов С. Цифровізація суспільства: сучасні тренди та перспективи розвитку наукових досліджень. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. Серія економічна. Серія юридична.* 2023. Вип. 36. С. 496–504. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10252303> (0,46 друк. арк.). *Особистий внесок: здійснено бібліометричний аналіз наукових публікацій, проіндексованих наукометричною базою Scopus, щодо цифровізації суспільства (0,40 друк. арк.).*

7. Костецький П. В., Іванцов С. В. Цифровізація освіти: бібліометричний аналіз сучасних досліджень. *Академічні візії.* 2023. Вип. 18. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10252335> (0,5 друк. арк.). *Особистий внесок: проведено бібліометричний аналіз наукових публікацій, проіндексованих наукометричною базою Scopus, щодо цифровізації освіти (0,45 друк. арк.).*

Тези доповідей на наукових конференціях

1. Костецький П. Цифровізація навчального процесу: переваги та недоліки. Економічні проблеми сталого розвитку: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції студентів та молодих вчених імені професора Балацького О. Ф. «Економічні проблеми сталого розвитку» / за заг. ред.: Т. А. Васильєвої, І. В. Тютюнник – Суми : Сумський державний університет, 2021. С. 284–286.

2. Kostetskyi P. Role of digital inclusion in ensuring of information security: bibliometric approach. *Socio-Economic Challenges: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Sumy, March 22–23, 2021* / edited by Prof., Dr. Vasilyeva Tetyana. – Sumy: Sumy State University, 2021. P. 302–303.

3. Kostetskyi P. Analysis of the internet activities as a proxy of digital inclusion. *Financial Markets, Institutions and Risks: Proceedings of the International Scientific and Practical Online-Conference, Sumy, November 20-22,*

2021 / edited by Prof., Dr. Vasilyeva Tetyana. – Sumy: Sumy State University, 2021. 76–78.

4. Kostetskyi P. Mechanisms of digitalization of educational institutions. *Business Ethics and Leadership: Proceedings of the International Scientific and Practical Online-Conference*, Sumy, November 29-30, 2021 / edited by Prof., Dr. Vasilyeva Tetyana. – Sumy: Sumy State University, 2021. P. 92–93.

5. Kostetskyi P. Theoretical basis of understanding the essence of digital inclusion. *Socio-Economic Challenges: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, Sumy, November 14–15, 2022 / edited by Prof., Dr. Vasilyeva Tetyana. – Sumy: Sumy State University, 2022. P. 191–192.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	16
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ СУСПІЛЬСТВА І ОСВІТИ НА ЕКОНОМІЧНИЙ ТА СОЦІАЛЬНИЙ РОЗВИТОК.....	26
1.1 Роль цифровізації суспільства та освіти у забезпеченні соціально-економічних перетворень: бібліометричний аналіз.....	26
1.2 Композитна модель оцінювання рівня цифровізації суспільства та освіти.....	50
1.3 Науково-методичний підхід до визначення впливу рівня цифровізації суспільства на економічний та соціальний розвиток...	61
Висновки до розділу 1.....	77
РОЗДІЛ 2. РОЗВИТОК МЕТОДИЧНИХ ЗАСАД РЕФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ОСВІТИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИН.....	81
2.1 Тенденції цифровізації освіти у воєнний період: трендовий аналіз	81
2.2 Методичний інструментарій визначення впливу цифровізації соціально-економічних відносин на попит і пропозицію на ринку праці.....	96
2.3 Механізми реформування системи освіти під впливом цифровізації соціально-економічних відносин.....	124
Висновки до розділу 2.....	138
РОЗДІЛ 3. РОЛЬ ЦИФРОВОЇ ІНКЛЮЗІЇ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ СУСПІЛЬНИХ ВІДНОСИН.....	142
3.1 Науково-методичний підхід до оцінювання рівня цифрової інклюзії населення.....	142

3.2 Методичний інструментарій оцінювання зв'язку цифрової інклюзії населення з рівнем інформаційної безпеки держави.....	160
3.3 Механізми підвищення цифрової інклюзії населення для забезпечення інформаційної безпеки держави в умовах цифровізації соціально-економічних відносин	176
Висновки до розділу 3.....	191
ВИСНОВКИ.....	194
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	199
ДОДАТКИ.....	217

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Роль цифровізації у забезпеченні соціально-економічних процесів найбільш яскраво проявилася в умовах розгортання пандемії COVID-19. Зокрема, саме завдяки цифровим технологіям у періоди суворих карантинних обмежень вдалося забезпечувати навчальний процес на різних рівнях здобуття освіти. Так, аналітики Організації Об'єднаних Націй у своєму звіті від серпня 2020 року відзначили, що через пандемію певні труднощі із доступом до навчальних матеріалів мали 94 % здобувачів освіти, при цьому у найменш розвинутих країнах цей показник сягнув 99 %. Разом з тим, експерти відмічають, що учні, які мають доступ до комп'ютера, мають на 6-8 % більше шансів закінчити середню школу, а домогосподарства, які мають доступ до мережі Інтернет, можуть заощадити значні суми коштів завдяки онлайн-покупкам, тоді як шукачі роботи з навичками цифрової грамотності отримують вигоду від 82 % вакансій із середньою кваліфікацією, які вимагають цифрових навичок. Варто також відзначити, що цифровізація має важливе значення і для розвитку бізнесу, адже у період жорстких локдаунів більш ефективними виявилися економічні агенти, бізнес-модель яких дозволяла здійснення віддаленого виконання робіт / надання послуг, або ж передбачала мінімізацію участі працівників у виробничих процесах за рахунок повної автоматизації останніх та використання технологій штучного інтелекту. Цифровізація у різних сферах суспільного життя продовжує відігравати важливу роль і у забезпеченні резильєнтності соціально-економічної системи України в умовах воєнного стану.

Експансія цифровізації освіти та суспільства є невід'ємною складовою сучасного етапу розвитку соціально-економічних відносин, що сприяє не лише пришвидшенню та спрощенню доступу до різних послуг та сервісів, а й обумовлює появу нових викликів. Зокрема, критично необхідним для

успішного використання цифрових технологій є забезпечення достатнього рівня цифрової інклюзії населення, особливо серед соціально вразливих категорій. Посиленої уваги також вимагають питання інформаційної та цифрової безпеки. Виходячи з цього, актуальності набуває формування науково-обґрунтованої методичної бази визначення впливу цифровізації освіти та суспільства у забезпеченні соціально-економічних трансформацій.

Питанням цифровізації освіти та суспільства в умовах соціально-економічних перетворень присвячено наукові праці таких вітчизняних та закордонних вчених як: А. Артюхов, В. Биков, Ю. Білан, О. Бескорса, Б. Вільямсон, З. ван Вельдовен, Дж. Вантьєнен, Т. Васильєва, А. Воронцова, Р. Гуревич, І. Діденко, Т. Затонацька, О. Криклій, А. Кужур, С. Леонов, Х. Лопес-Санчес, С. Лівінгстон, В. Новіков, Н. Опушко, І. Паппас, Ю. Петрушенко, О. Пінчук, В. Маргасова, П. Михайлідіс, Л. Мурілло-Заморано, І. Ніколаєску, І. Шахіна, Г. Швіндіна та ін.

Незважаючи на значну популярність зазначеної тематики та істотні напрацювання науковців з цього питання, низка теоретичних і прикладних проблем залишаються не вирішеними, зокрема, щодо виявлення часових та контекстуальних паттернів наукових досліджень щодо цифровізації суспільства та освіти, а також кількісного оцінювання їх рівнів; формалізації впливу рівня цифровізації освіти на економічний та соціальний розвиток; обґрунтування трансформації темпоральних паттернів суспільної уваги до питань цифровізації освіти в умовах воєнного стану; формалізації впливу цифровізації соціально-економічних відносин на попит та пропозицію на ринку праці; оцінювання рівня цифрової інклюзії населення та її взаємозв'язку з інформаційною безпекою держави. Усе це в комплексі визначає актуальність обраної теми дослідження, мету, завдання та структуру дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Тематика дисертаційної роботи узгоджується з основними напрямками реалізації програми цифрового розвитку країн Європейського союзу «Цифрове десятиліття до 2030 року» (рішення Європейського Парламенту та

Ради (ЄС) 2022/2481 від 14 грудня 2022 р.), а також заходами, визначеними «Планом дій у сфері цифрової освіти на 2021–2027 рр.» (рішення Європейської Комісії COM(2020) 624 від 30 вересня 2020 р.).

Результати, отримані у дисертаційній роботі, також узгоджуються з основними засадами реалізації органами виконавчої влади принципів державної політики цифрового розвитку України (постанова Кабінету Міністрів України № 56 від 30 січня 2019 р.), відповідають пріоритетним напрямкам та завданням цифрової трансформації України на період до 2023 року (розпорядження Кабінету міністрів України № 365-р від 17 лютого 2021 р.), а також проєкту Концепції цифрової трансформації освіти і науки України на період до 2026 року, Стратегії здійснення цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації системи управління державними фінансами на період до 2025 року та затвердження плану заходів щодо її реалізації (постанова Кабінету міністрів України № 1467-р від 17 листопада 2021 р.).

Основні положення дисертаційного дослідження узгоджуються з пріоритетними напрямками науково-дослідної роботи Сумського державного університету. В рамках науково-дослідної роботи «Конвергенція економічних та освітніх трансформацій у цифровому суспільстві: моделювання впливу на регіональну та національну безпеку» (номер д/р 0121U109553) здійснено оцінювання рівня цифрової інклюзії населення та обґрунтовано її вплив на національну безпеку держави, проведено оцінювання впливу цифровізації соціально-економічних на попит та пропозицію на ринку праці, розроблено композитну модель оцінювання рівня цифровізації суспільства та визначено її вплив на економічний та соціальний розвиток. У рамках науково-дослідної роботи «Соціально-економічні виклики в умовах цифровізації суспільних відносин» (номер д/р 0121U114364) здійснено узагальнення наукових досліджень щодо ролі цифрових технологій для забезпечення резильєнтності освіти та економіки у періоди турбулентності. У рамках науково-дослідної роботи «Конвергенція економічних та освітніх трансформацій в умовах

діджиталізації» (номер д/р 0121U114570) проведено дослідження основних тенденцій впливу цифровізації у контексті забезпечення соціально-економічних трансформацій. У рамках науково-дослідної роботи «Інноваційні драйвери зростання макроекономічної стабільності країни» (номер д/р 0121U114396) здійснено аналіз економічних ефектів цифровізації.

Мета і завдання дослідження. Мета дисертаційної роботи полягає у розвитку існуючих та формуванні нових науково-методичних підходів до дослідження впливу цифровізації суспільства та освіти на забезпечення соціально-економічних трансформацій.

Для досягнення поставленої мети визначено наступні завдання:

- визначити та систематизувати контекстуальні та темпоральні паттерни наукових досліджень з питань цифровізації суспільства та освіти;
- розробити композитну модель оцінювання рівня цифровізації суспільства та освіти;
- формалізувати причинно-наслідкові зв'язки у контексті впливу рівня цифровізації суспільства на економічний та соціальний розвиток;
- виявити трансформаційні паттерни трендів користувацької уваги до питань цифровізації освіти у воєнний період;
- визначити вплив цифровізації соціально-економічних відносин на попит та пропозицію на ринку праці;
- обґрунтувати механізми реформування системи освіти під впливом цифровізації соціально-економічних відносин;
- розробити науково-методичний підхід до оцінювання рівня цифрової інклюзії населення;
- визначити причинно-наслідкові зв'язки між рівнем цифрової інклюзії населення та інформаційною безпекою держави;
- обґрунтувати механізми підвищення цифрової інклюзії населення для забезпечення інформаційної безпеки держави в умовах цифровізації соціально-економічних відносин.

Об'єктом дослідження є економічні відносини, що виникають між домогосподарствами, суб'єктами господарювання, органами державної влади та місцевого самоврядування у процесі цифровізації суспільства та освіти для забезпечення соціально-економічних трансформацій.

Предметом дослідження є теоретико-методичні засади та методичний інструментарій розвитку цифровізації суспільства та освіти для забезпечення соціально-економічних трансформацій.

Методи дослідження. Методологічну основу дисертаційної роботи складають фундаментальні положення економічної теорії, макроекономіки, державного регулювання економіки, менеджменту, прогнозування соціально-економічних процесів, економіко-математичного моделювання, а також наукові результати досліджень у сфері цифровізації та соціально-економічних трансформацій.

Для вирішення поставлених завдань використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів дослідження: наукової абстракції, аналізу, синтезу, індукції, дедукції, узагальнення – для уточнення понятійно-категоріального апарату дослідження; комплексне поєднання бібліометричного та трендового аналізів – для дослідження теоретичних засад визначення трендів зміни напрямків наукових досліджень та суспільного інтересу з питань розвитку цифровізації суспільства та освіти; синтез методу головних компонент та тесту альфа Кронбаха – для моделювання композитного рівня цифровізації освіти та суспільства у європейських країнах; тести Бройша-Пагана та Хаусмана, метод узагальнених найменших квадратів з випадковими ефектами – для визначення впливу цифровізації суспільства на економічний та соціальний розвиток; нейромережеве моделювання – для обґрунтування впливу цифровізації соціально-економічних відносин на розрив між попитом та пропозицією на ринку освітніх послуг; комплексне поєднання методу головних компонент, формули Фішберна та адитивної згортки – для формування інтегрального показника оцінювання рівня цифрової інклюзії населення; регресійне моделювання на

панельних даних – для визначення взаємного впливу цифрової інклюзії населення на інформаційну безпеку держави. Практичні розрахунки та моделювання в роботі здійснено з використанням таких програмних продуктів та інструментів як VOSviewer v.1.6.10, Google Trends, Stata 12/SE та MS Excel.

Інформаційну базу дослідження склали: закони України, міжнародні нормативно-правові акти, аналітичні дані Світового банку, Євростату, Організації економічного співробітництва та розвитку, звітно-інформаційні матеріали Організації Об'єднаних Націй, Конференції ООН з торгівлі та розвитку, Дитячого фонду ООН, Комісії з широкосмугового зв'язку в інтересах сталого розвитку, інформаційно-аналітичних агентств, результати наукових досліджень у сфері розвитку цифровізації суспільства та освіти в контексті забезпечення соціально-економічних трансформацій.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розвитку існуючого та розробленні нового методичного інструментарію дослідження цифровізації суспільства та освіти у забезпеченні соціально-економічних трансформацій.

вперше:

– розроблено науково-методичний підхід щодо визначення впливу цифровізації соціально-економічних відносин на попит та пропозицію на ринку праці, що передбачає побудову нейромережових моделей зміни навантаження безробітних на одну вакансію у розрізі груп професій з урахуванням впливу на них параметрів цифровізації, а також прогнозування розривів між пропозицією на ринку освітніх послуг та потребами економіки на середньострокову перспективу. Це дозволило визначити групи професій, для яких цифровізація соціально-економічних відносин виступає драйвером та інгібітором, а також обґрунтувати масштаб зміни між попитом та пропозицією на них на найближчі 5 років;

удосконалено:

– науково-методичні засади вимірювання композитного рівня цифровізації суспільства та освіти, що відрізняються від існуючих

забезпеченням внутрішньої узгодженості індикаторів цифровізації освіти та суспільства (за допомогою тесту альфа Кронбаха) та врахуванням їх вагової значущості (за допомогою методу головних компонент). Це дозволило комплексно оцінити рівень цифровізації суспільства та освіти у європейських країнах та окреслити перспективи його зміни в майбутньому;

– науково-методичний підхід до визначення впливу цифровізації суспільства на економічний і соціальний розвиток, що відрізняється від існуючих системним поєднанням тесту Бройша-Пагана та регресійного моделювання за узагальненим методом найменших квадратів з випадковими ефектами для оцінювання сили та характеру релевантності параметрів цифровізації суспільства у контексті забезпечення зміни інтегральних та часткових індикаторів соціального та економічного розвитку. Це дозволило виявити як загальні, так і часткові соціальні та економічні наслідки цифровізації суспільства;

– методичні засади оцінювання рівня цифрової інклюзії населення, що відрізняються від існуючих врахуванням диференціації значимості релевантних детермінант цифровізації, обґрунтованої на засадах комплексного поєднання методу головних компонент, формули Фішберна та ранжування. Це дозволило формалізувати тренди зміни рівня цифрової інклюзії населення в Україні та європейських країнах, ідентифікувати сильні сторони та «вузькі» місця у цій сфері;

– науково-методичний підхід до визначення напрямку та сили взаємозв'язку між рівнем цифрової інклюзії населення та інформаційною безпекою держави, що відрізняється від існуючих комплексним поєднанням тесту Хаусмана та регресійного моделювання на панельних даних з фіксованими та випадковими ефектами. Це дозволило підтвердити гіпотезу про існування двостороннього зв'язку між досліджуваними показниками, а також встановити напрямок їх каузальності, при якому специфіка соціально-економічного розвитку країни має важливе значення;

набули подальшого розвитку:

– теоретичні засади структуризації наукового доробку з питань цифровізації суспільства та освіти, реалізованого з використанням інструментарію VOSviewer v.1.6.10, що дозволило формалізувати контекстуальні паттерни наукових досліджень у сфері цифровізації суспільства та освіти, ідентифікувати найбільш значимі наукові публікації та визначити флагманів наукової думки, встановити темпоральні закономірності зміни вектору розвитку наукової думки щодо вивчення проблематики цифровізації суспільства та освіти, а також виявити країни – лідери з точки зору публікаційної активності за цими тематичними напрямками;

– методичне підґрунтя визначення трансформації паттернів цікавості користувачів пошукової системи Google до питань цифровізації освіти, що відрізняється від існуючих застосуванням інструментарію Google Trends для визначення як закономірностей зміни інтенсивності пошукових запитів щодо питань цифровізації в у мовах воєнного стану у порівнянні з довоєнним періодом, так і їх географічної дисемінації серед регіонів України та країн світу. Це дозволило виявити пікові та стагнаційні періоди зміни інтенсивності запитів користувачів за ключовими словами, що характеризують цифровізацію освіти, їх трансформацію після 24.02.2022 р., а також ідентифікувати регіональних флагманів користувацької цікавості до цих питань у національному та світовому вимірах.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що основні положення дисертації доведено до рівня методичних розробок і практичних рекомендації, що можуть бути використані: Міністерством освіти і науки України – під час роботи над розбудовою нових векторів цифрової трансформації освіти та у контексті врахування виявлених у дисертації причинно-наслідкових зв'язків для посилення резильєнтності освітнього процесу; Міністерством цифрової трансформації України – під час формування загальнодержавної стратегії сприяння цифровій інклюзії населення та під час роботи над розширенням функціоналу концепції

«цифрової держави», зокрема, блоку «Цифрова освіта»; Міністерством економіки України та Міністерством соціальної політики України – у процесі трансформації стратегічних векторів соціально-економічної політики з урахуванням трендів цифровізації суспільних відносин; органами місцевого самоврядування – під час формування регіональних та місцевих стратегій розвитку території з урахуванням можливостей та викликів цифровізації суспільних відносин.

Результати щодо впливу рівня цифровізації суспільства на економічний та соціальний розвиток враховано у поточній діяльності Сумської обласної державної адміністрації (довідка № 01-19/14175 від 01 грудня 2023 р.); щодо векторів експансії цифрової інклюзії населення у контексті зниження ризиків порушення інформаційної безпеки держави – у діяльності Лондонської академії науки та бізнесу (лист від 21 листопада 2023 р.); щодо розробки механізмів реформування системи освіти під впливом цифровізації економіки та суспільства – у діяльності ГО «Центр освіти впродовж життя» (довідка № 1 від 08 жовтня 2023 р.); щодо визначення тенденцій освітніх трансформацій під впливом цифровізації, а також формалізації перешкод забезпечення цифрової інклюзії дорослого населення та визначення механізмів їх усунення – у діяльності Східноукраїнської асоціації громадянської освіти (Eastern European Association for Citizenship Education) (лист № 1 від 23.09.2023 р.).

Результати дисертації використані вченими Сумського державного університету під час підготовки та викладання дисципліни «Прикладна статистика» за темою 4 «Кореляційно-регресійний аналіз».

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійно виконаною науковою працею, в якій автором розроблено низку нових, а також поглиблено існуючі науково-методичні засади дослідження впливу цифровізації суспільства та освіти у забезпеченні соціально-економічних трансформацій. Наукові положення, висновки та рекомендації, що виносяться на захист, одержані автором самостійно. Особистий внесок у працях, опублікованих у співавторстві, зазначено у списку публікацій.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи апробовані на наукових та науково-практичних конференціях різних рівнів, зокрема: Міжнародній науково-практичній конференції «Економічні проблеми сталого розвитку» (м. Суми, 2021 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Socio-Economic Challenges» (м. Суми, 2021 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Financial Markets, Institutions and Risks» (м. Суми, 2021), Міжнародній науково-практичній конференції «Business Ethics and Leadership» (м. Суми, 2021), Міжнародній науково-практичній конференції «Socio-Economic Challenges» (м. Суми, 2022 р.).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 12 наукових працях, загальним обсягом 4,4 друк. арк., із яких особисто автору належить 4,14 друк арк., зокрема 7 статтях у наукових фахових виданнях України, 5 публікаціях у збірниках матеріалів конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, трьох основних розділів, списку використаних джерел. Повний обсяг дисертації становить 265 сторінок, зокрема обсяг основного тексту – 180 сторінок, 42 таблиці, 70 рисунків, 4 додатки, список використаних джерел містить 139 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ
ЦИФРОВІЗАЦІЇ СУСПІЛЬСТВА І ОСВІТИ НА ЕКОНОМІЧНИЙ ТА
СОЦІАЛЬНИЙ РОЗВИТОК1.1 Роль цифровізації суспільства та освіти у забезпеченні соціально-
економічних перетворень: бібліометричний аналіз

Зростаюча роль цифрових технологій в економіці та суспільстві обумовлює появу нових знань та навичок, змінює умови життя та бізнес-процеси. В умовах цифрової економіки інформація та знання стають одним з найбільш важливих стратегічних ресурсів. Навички роботи з програмними технологіями та цифровими продуктами стають затребуваними не лише для вузькоспеціалізованих ІТ-фахівців, а й для працівників усіх секторів та галузей. Проникнення цифровізації у бізнес створює передумови для трансформації ланцюжків створення вартості та існуючих бізнес-моделей. Зміни в соціальній, економічній та культурній сферах обумовлюють необхідність зміни пріоритетних напрямків розвитку вищої освіти.

Для забезпечення гармонізації соціально-економічного розвитку вимогам ери цифрових технологій важливо розуміти основні тренди цифровізації економіки та суспільства. Це вимагає аналізу наукових досліджень, присвячених питанням цифрового розвитку. Найбільш рання публікація, що стосується питань цифровізації суспільства, проіндексована наукометричною базою Scopus, датується 1977 роком та висвітлює особливості використання цифрових технологій у локальних офісах [40].

Аналізуючи найбільш цитовані публікації з питань цифровізації суспільства (табл. 1.1) зазначимо, що найчастіше вони стосувалися цифрових трансформацій, економіки знань, особливостей використання цифрових методів для проведення наукових досліджень (у тому числі клінічних досліджень).

Таблиця 1.1 – Топ-10 найбільш цитованих публікацій щодо характеристики цифровізації суспільства, проіндексованих наукометричною базою Scopus, протягом 1972–2022 рр.

Назва публікації	Автори	Рік	Джерело	Кількість цитувань
Big data and business analytics ecosystems: paving the way towards digital transformation and sustainable societies	Pappas, I.O., Mikalef, P., Giannakos, M.N., Krogstie, J., Lekakos, G. [66]	2018	Information Systems and e-Business Management 16(3), с. 479-491	233
Spreadable Spectacle in Digital Culture: Civic Expression, Fake News, and the Role of Media Literacies in “Post-Fact” Society	Mihailidis, P., Viotty, S. [59]	2017	American Behavioral Scientist 61(4), с. 441-454	233
The reputation economy: Understanding knowledge work in digital society (Book)	Gandini, A. [26]	2016	The Reputation Economy: Understanding Knowledge Work in Digital Society. с. 1-131	127
Horizon 2020 and beyond: On the 5G operating system for a true digital society	Soldani, D., Manzalini, A. [77]	2015	IEEE Vehicular Technology Magazine 10(1),7047266, с. 32-42	181
Meta-analysis of digital dermoscopy follow-up of melanocytic skin lesions: A study on behalf of the International Dermoscopy Society	Salerni, G., Terán, T., Puig, S., (...), Argenziano, G., Kittler, H. [71]	2013	Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology 27(7), с. 805-814	132
M-health and health promotion: The digital cyborg and surveillance society	Lupton, D. [54]	2012	Social Theory and Health 10(3), с. 229-244	268
Streams, structures, spaces, scenarios, societies (5S): A formal model for digital libraries	Gonçalves, M.A., Fox, E.A., Watson, L.T., Kipp, N.A. [29]	2004	ACM Transactions on Information Systems 22(2), с. 270-312	182
Digital speech and democratic culture: A theory of freedom of expression for the information society	Balkin, J.M. [6]	2004	New York University Law Review 79(1), с. 1-58	273
From Digital Divides to Digital Entitlements in Knowledge Societies	Mansell, R. [55]	2002	Current Sociology 50(3), с. 407-426	146
Assessment of digital EEG, quantitative EEG, and EEG brain mapping: Report of the American Academy of Neurology and the American Clinical Neurophysiology Society	Nuwer, M. [63]	1997	Neurology 49(1), с. 277-292	346

Джерело: складено автором за даними наукометричної бази Scopus [74]

У той же час, важливо проаналізувати також найбільш популярні публікації останніх років (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Топ-10 найбільш цитованих публікацій щодо характеристики цифровізації суспільства, проіндексованих наукометричною базою Scopus протягом 2021–2022 рр.

Назва публікації	Автори	Рік	Джерело	Кількість цитувань
Gamification and active learning in higher education: is it possible to match digital society, academia and students' interests?	Murillo-Zamorano, L.R., López Sánchez, J.Á., Godoy-Caballero, A.L., Bueno Muñoz, C. [60]	2021	International Journal of Educational Technology in Higher Education, 18(1), 15	56
Digital transformation as an interaction-driven perspective between business, society, and technology	Van Veldhoven, Z., Vanthienen, J. [84]	2022	Electronic Markets, 32(2), 629–644	50
Drivers and inhibitors for digital payment adoption using the Cashless Society Readiness-Adoption model in Malaysia	Balakrishnan, V., Shuib, N.L.M. [5]	2021	Technology in Society, 65, 101554	44
2021 ISHNE/HRS/EHRA/APHR Expert Collaborative Statement on mHealth in Arrhythmia Management: Digital Medical Tools for Heart Rhythm Professionals: From the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology	Varma, N., Cygankiewicz, I., Turakhia, M.P., ...Steinberg, J.S., Svennberg, E. [86]	2021	Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology, 14(2), c. E009204	42
Advancing Digital Health Equity: A Policy Paper of the Infectious Diseases Society of America and the HIV Medicine Association	Wood, B.R., Young, J.D., Abdel-Massih, R.C., ...Siddiqui, J., Scott, J.D. [95]	2021	Clinical Infectious Diseases, 72(6), c. 913–919	41
Regulating artificial intelligence and robotics: ethics by design in a digital society	Iphofen, R., Kritikos, M. [38]	2021	Contemporary Social Science, 16(2), c. 170–184	35
Developing digital economy and society in the light of the issue of digital convergence of the markets in the european union countries	Borowiecki, R., Siuta-tokarska, B., Maroń, J., ...Thier, A., Żmija, K. [11]	2021	Energies, 14(9), 2717	34
Best practice recommendations for the implementation of a digital pathology workflow in the anatomic pathology laboratory by the european society of digital and integrative pathology (ESDIP)	Fraggetta, F., L'imperio, V., Ameisen, D., ...Zerbe, N., Eloy, C. [25]	2021	Diagnostics, 11(11), 2167	33
Managing Social Media Use in an “Always-On” Society: Exploring Digital Wellbeing Strategies That People Use to Disconnect	Nguyen, M.H. [61]	2021	Mass Communication and Society, 24(6), c. 795–817	29
Artificial Intelligence-Based Digital Transformation for Sustainable Societies: The Prevailing Effect of COVID-19 Crises	Tarhini, A., Harfouche, A., De Marco, M. [78]	2022	Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems, 14(2), 1	27

Джерело: складено автором за даними наукометричної бази Scopus [74]

Зазначимо, що останніми роками в центрі уваги науковців перебували питання дослідження штучного інтелекту, інтеграції цифрових технологій у

функціонування різних напрямків економіки, у тому числі їх використання в системі освіти.

На наступному етапі дослідження слід розглянути основні напрямки цифровізації суспільства. Для проведення бібліометричного аналізу було відібрано 36 529 статей, проіндексованих наукометричною базою Scopus, у назві, ключових словах або анотаціях яких містяться слова «digital» та «society». За допомогою інструментарію бібліометричного аналізу VOSviewer було побудовано мапу ключових слів, що містить слова або словосполучення, які зустрічаються в назвах, переліках ключових слів чи анотаціях відібраних статей більше 30 разів (рис. 1.1).

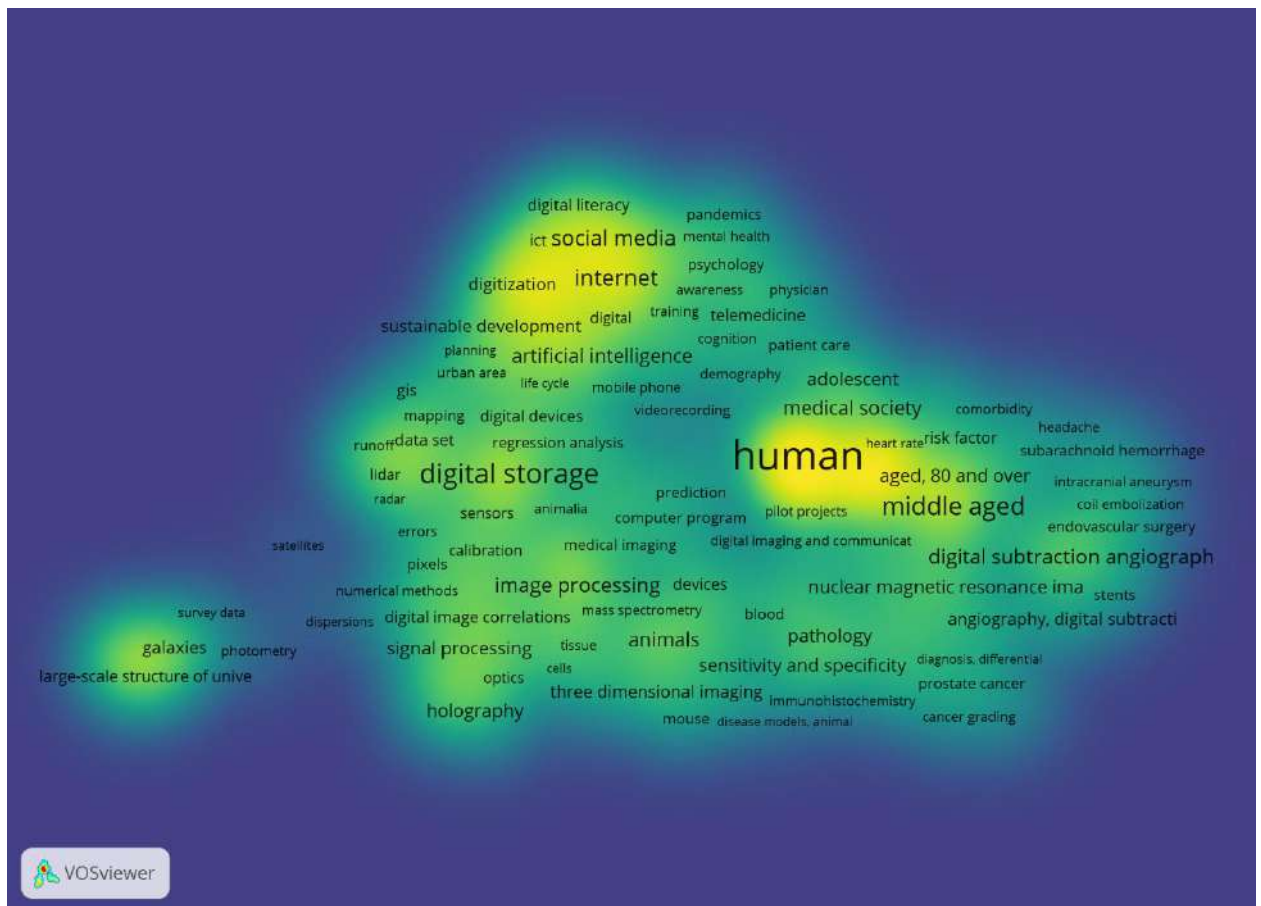


Рисунок 1.1 – Мапа ключових слів, що найчастіше зустрічаються у публікаціях, проіндексованих наукометричною базою Scopus, за запитом «digital» та «society»

Джерело: побудовано автором за даними наукометричної бази Scopus [74] з використанням інструментарію VOSviewer [89]

Слід зазначити, що найбільш часто у наукових публікаціях, присвячених дослідженню цифровізації суспільства, зустрічаються такі ключові слова, як «human», «internet», «social media», «digital storage». Це свідчить, що увага науковців найбільшою мірою зосереджена на вивченні впливу цифровізації на життя людини, можливостей використання досягнень цифровізації для підвищення комфорту повсякденних процесів, масштабність її проникнення. Тобто, на сучасному етапі відбувається трансформація ставлення до цифрових технологій з переходом від їх трактування як специфічних інструментів, характерних для окремих галузей точної науки, досліджень, виробничих процесів до сприйняття їх як невід’ємної характеристики всіх процесів, що супроводжують існування людства.

Аналіз географії наукових публікацій (рис. 1.2) вказує, що найбільш активно питання цифровізації суспільства досліджували вчені зі Сполучених Штатів Америки, Японії, Німеччини та Китаю.

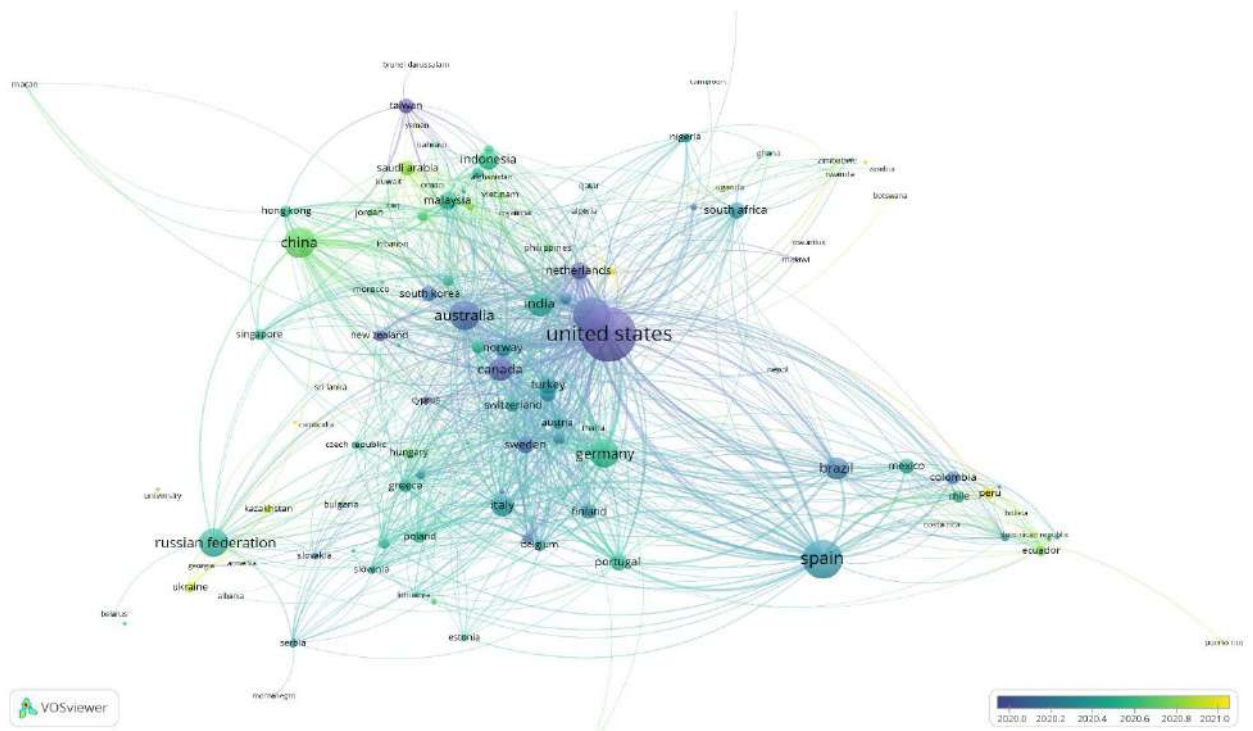


Рисунок 1.2 – Географія наукових публікацій, проіндексованих наукометричною базою Scopus, за запитом «digital» та «society»

Джерело: побудовано автором за даними наукометричної бази Scopus [74] з використанням інструментарію VOSviewer [89]

та інші. Цей кластер ілюструє дослідження імплементації цифрових технологій у різні галузі економіки, а також особливості трансформації виробничих процесів та досліджень під впливом цифровізації.

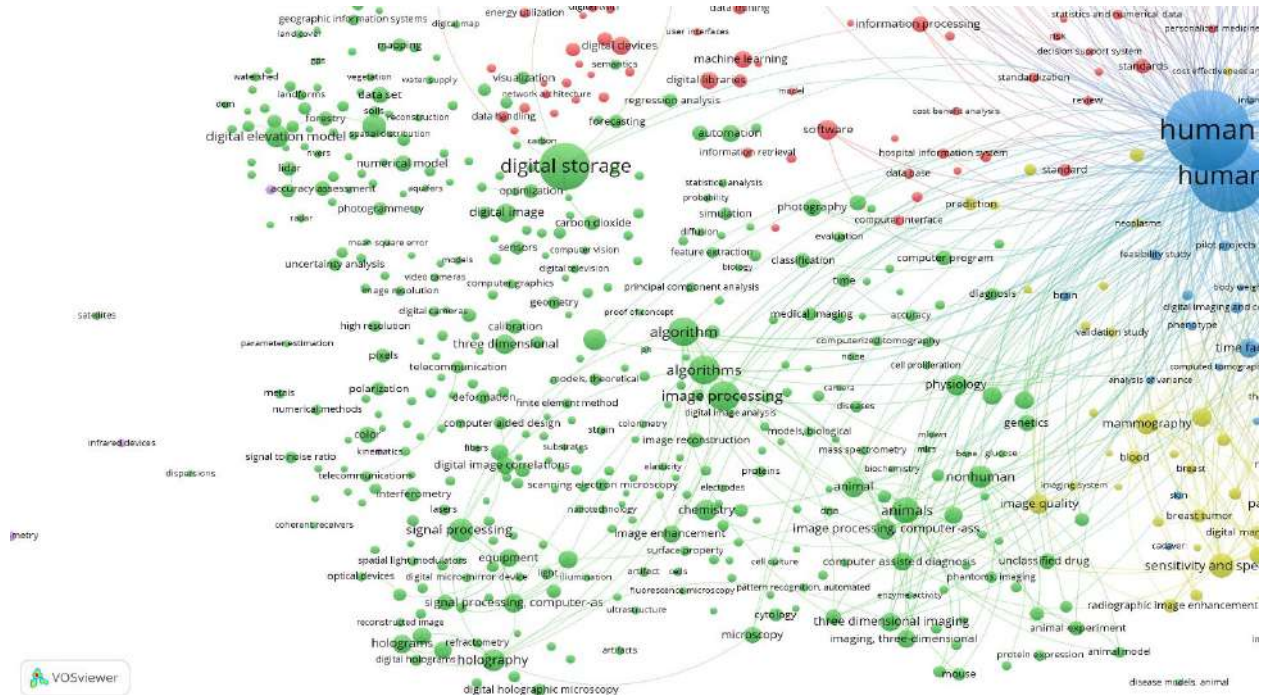


Рисунок 1.5 – Мапа взаємозв'язків ключових слів, що одночасно зустрічаються у публікаціях, проіндексованих наукометричною базою Scopus, за запитами «digital» та «society» (зелений кластер)

Джерело: побудовано автором за даними наукометричної бази Scopus [74] з використанням інструментарію VOSviewer [89]

Синій кластер вміщує 203 ключових слова (рис. 1.6), серед яких human, «adult», «male», «female», «aged», «middle aged», «adolescent», «angiograph», «risk factor», «mortality», «tomography», «incidence», «survival rate», «clinical feature». Цей кластер ілюструє вплив цифровізації на різні за віком та статтю категорії населення. З цього визначимо, що важливим напрямком наукових досліджень є вивчення сприйняття цифрових технологій різними категоріями населення, а також можливостей їх використання для забезпечення соціальних потреб.

Аналізуючи еволюцію наукових досліджень, присвячених вивченню цифровізації суспільства (рис. 1.9), слід відмітити, що на більш ранніх етапах увага дослідників більшою мірою була присвячена використанню цифрових технологій у фізиці при вивченні космосу. Наступний етап цифровізації суспільства стосувався проникнення цифрових технологій у виробничі процеси, зокрема, хімічної галузі та ІТ-індустрії, пізніше цифрові технології стають популярним об'єктом вивчення з точки зору проведення медичних досліджень та розвитку технологій медичної діагностики. У той же час, найбільш пізні наукові публікації стосуються вивчення впливу цифрових технологій на людину, її повсякденне життя. Тригером до вивчення масового впливу цифрових технологій стала пандемія Covid-19, яка, зокрема, актуалізувала значимість цифрової освіти, інтернету речей та цифрової грамотності населення.

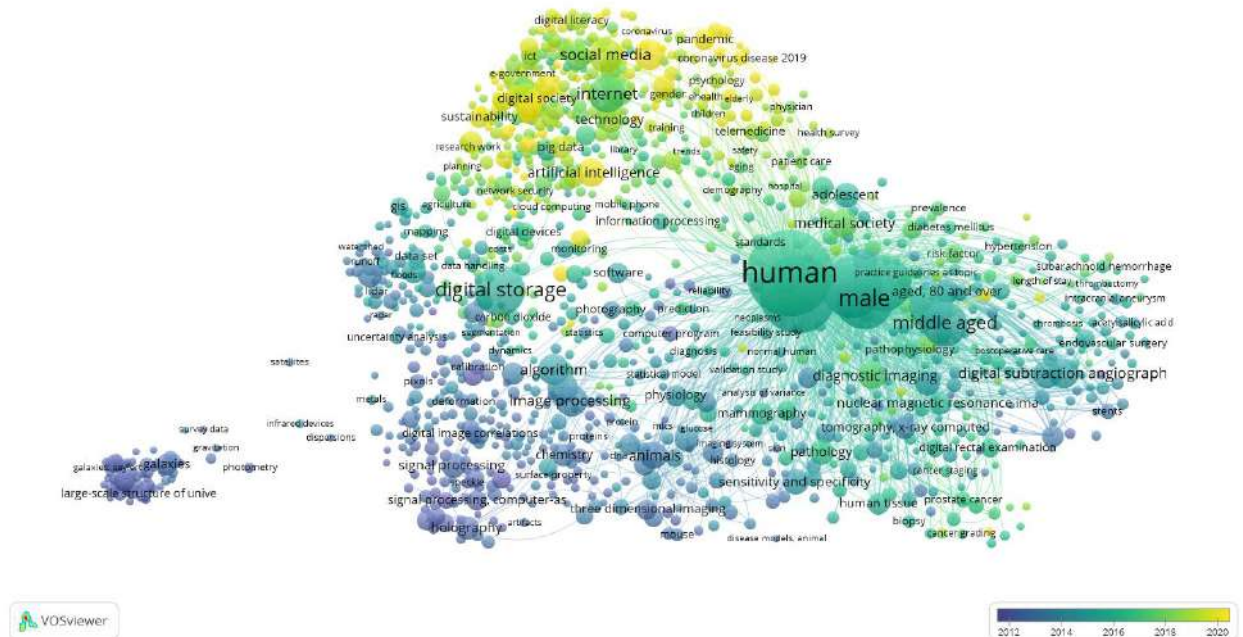


Рисунок 1.9 – Мапа хронології виникнення ключових слів, що одночасно зустрічаються у публікаціях, проіндексованих наукометричною базою Scopus, за запитами «digital» та «society»

Джерело: побудовано автором за даними наукометричної бази Scopus [74] з використанням інструментарію VOSviewer [89]

Проведений аналіз сучасних досліджень у сфері цифровізації суспільства засвідчує, що найбільш актуальним на сьогодні напрямком є використання цифрових технологій у повсякденному житті населення. Це порушує проблему підвищення рівня цифрових навичок, які по-різному сформовані у різних вікових категорій населення, а також у представників різних професій. Як правило, більш молоді люди набувають базових цифрових навичок ще у ранньому віці, адже цифрові технології та комп'ютерні гаджети є невід'ємною складовою їх життя. У той же час, для старшого покоління формування цифрових навичок потребує додаткових зусиль. Це актуалізує роль цифрового навчання. Крім того, варто зазначити, що розвиток цифрових технологій відбувається дуже масштабно та стрімкими темпами. Саме тому, найчастіше базових цифрових навичок недостатньо для повноцінного використання досягнень цифрового суспільства у повсякденному та професійному житті людини. Відповідно, система освіти також має трансформуватися з урахуванням вимог цифрового суспільства.

З метою дослідження основних напрямків цифрових трансформацій системи освіти слід провести аналіз наукових досліджень, присвячених цифровізації освіти. Отже, найбільш рання публікація, проіндексована наукометричною базою Scopus, датується 1968 роком, та пов'язана з дослідженнями питань використання комп'ютерної техніки у діяльності закладів вищої освіти.

У той же час, дослідження найбільш цитованих наукових публікацій, що індексуються наукометричною базою Scopus (табл. 1.3), засвідчує, що найбільшою мірою увага науковців концентрувалась на питаннях вивчення цифровізації освіти в умовах пандемії COVID-19, використанні цифрових технологій при впровадженні ігрових методів забезпечення навчального процесу, використанні віртуальної реальності, а також впливу цифрових технологій на ефективність навчального процесу. При цьому важливо, що найбільш цитовані дослідження з питань цифровізації освіти, опубліковані не раніше 2005 року, що свідчить про постійну зміну трендів вивчення тематики.

Таблиця 1.3 – Топ-10 найбільш цитованих публікацій щодо характеристики цифровізації освіти, проіндексованих наукометричною базою Scopus, протягом 1968–2022 рр.

Назва публікації	Автори	Джерело	Рік	Кількість цитувань
COVID-19: 20 countries' higher education intra-period digital pedagogy responses	Crawford, J., Butler-Henderson, K., Rudolph, J., ...Magni, P.A., Lam, S. [15]	Journal of Applied Learning and Teaching, 3(1), с. 09–28	2020	1 123
Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation	Papastergiou, M. [65]	Computers and Education, 52(1), с. 1–12	2009	1 112
The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education	Scherer, R., Siddiq, F., Tondeur, J. [73]	Computers and Education, 128, с. 13–35	2019	677
Digital transformation of everyday life – How COVID-19 pandemic transformed the basic education of the young generation and why information management research should care?	Iivari, N., Sharma, S., Ventä-Olkkonen, L. [37]	International Journal of Information Management, 55, 102183	2020	441
Higher education and the digital revolution: About MOOCs, SPOCs, social media, and the Cookie Monster	Kaplan, A.M., Haenlein, M. [42]	Business Horizons, 59(4), с. 441–450	2016	437
Pandemic politics, pedagogies and practices: digital technologies and distance education during the coronavirus emergency	Williamson, B., Eynon, R., Potter, J. [92]	Learning, Media and Technology, 45(2), с. 107–114	2020	389
Digital games in education: Me design of games-based learning environments	Gros, B. [31]	Journal of Research on Technology in Education, 40(1), с. 23–38	2007	355
Extending tangible interfaces for education: Digital montessorl-inspired manipulatives	Zuckerman, O., Arida, S., Resnick, M. [103]	Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings, с. 859–868	2005	300
Digital education governance: data visualization, predictive analytics, and 'real-time' policy instruments	Williamson, B. [92]	Journal of Education Policy, 31(2), с. 123–141	2016	282
Virtual reality for health professions education: Systematic review and meta-analysis by the digital health education collaboration	Kyaw, B.M., Saxena, N., Posadzki, P., ...Zary, N., Car, L.T. [50]	Journal of Medical Internet Research, 21(1), e12959	2019	269

Джерело: складено автором за даними наукометричної бази Scopus [74]

Також слід проаналізувати найбільш популярні дослідження в сфері цифровізації освіти протягом останніх років (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Топ-10 найбільш цитованих публікацій щодо характеристики цифровізації освіти, проіндексованих наукометричною базою Scopus протягом 2021–2022 рр.

Назва публікації	Автори	Рік	Джерело	Кількість цитувань
COVID-19 and digital distance education: pre-confinement, confinement and post-confinement COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento	Aretio, L.G. [4]	2021	RIED-Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia, 24(1), 09–32	122
Digital competence in higher education research: A systematic literature review	Zhao, Y., Pinto Llorente, A.M., Sánchez Gómez, M.C. [102]	2021	Computers and Education, 168, 104212	121
The current state and impact of Covid-19 on digital higher education in Germany	Zawacki-Richter, O. [101]	2021	Human Behavior and Emerging Technologies, 3(1), с. 218–226	106
Understanding the role of digital technologies in education: A review	Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M.A., Suman, R. [32]	2022	Sustainable Operations and Computers, 3, с. 275–285	103
Threat or opportunity? A case study of digital-enabled redesign of entrepreneurship education in the COVID-19 emergency	SECUNDO, G., MELE, G., VECCHIO, P.D., ...MARGHERITA, A., NDOU, V. [75]	2021	Technological Forecasting and Social Change, 166, 120565	96
Making markets through digital platforms: Pearson, edu-business, and the (e)valuation of higher education	Williamson, B. [93]	2021	Critical Studies in Education, 62(1), 50–66	93
Introduction: Critical studies of digital education platforms	Decuyper, M., Grimaldi, E., Landri, P. [16]	2021	Critical Studies in Education, 62(1), с. 1–16	87
From dual digitalization to digital learning space: Exploring the digital transformation of higher education	Bygstad, B., Øvrelid, E., Ludvigsen, S., Dæhlen, M. [13]	2022	Computers and Education, 182, 104463	78
Avoiding the dark side of digital transformation in teaching. an institutional reference framework for eLearning in higher education	García-Peñalvo, F.J. [28]	2021	Sustainability (Switzerland), 13(4), с. 1–17,	78
New challenges in higher education: A study of the digital competence of educators in Covid times	Núñez-Canal, M., de Obesso, M.D.L.M., Pérez-Rivero, C.A. [62]	2022	Technological Forecasting and Social Change, 174, 121270	75

Джерело: складено автором за даними наукометричної бази Scopus [74]

Результати аналізу засвідчують, що найбільш актуальною в останні роки залишалась тематика цифрових трансформацій освіти під впливом пандемії, а також критичного аналізу переваг та недоліків використання цифрових технологій в освіті.

За допомогою запиту, що одночасно поєднує ключові слова «digital» та «education», було відібрано 31 214 статей, проіндексованих наукометричною базою Scopus. Дослідження географії найбільш цитованих публікацій у сфері цифровізації освіти (рис. 1.10) свідчить, що найбільш активно цю тематику досліджували науковці зі Сполучених Штатів Америки, Великобританії, Австралії, Канади, Іспанії, Китаю. При цьому хронологічно найбільш ранні дослідження опубліковано науковцями зі Сполучених Штатів Америки, Великобританії, Нідерландів, Канади, Нової Зеландії. Слід відмітити, що публікації дослідників з України є більш пізніми хронологічно, що вказує на той факт, що у вітчизняному науковому просторі тема цифровізації освіти стала актуальною зовсім недавно.

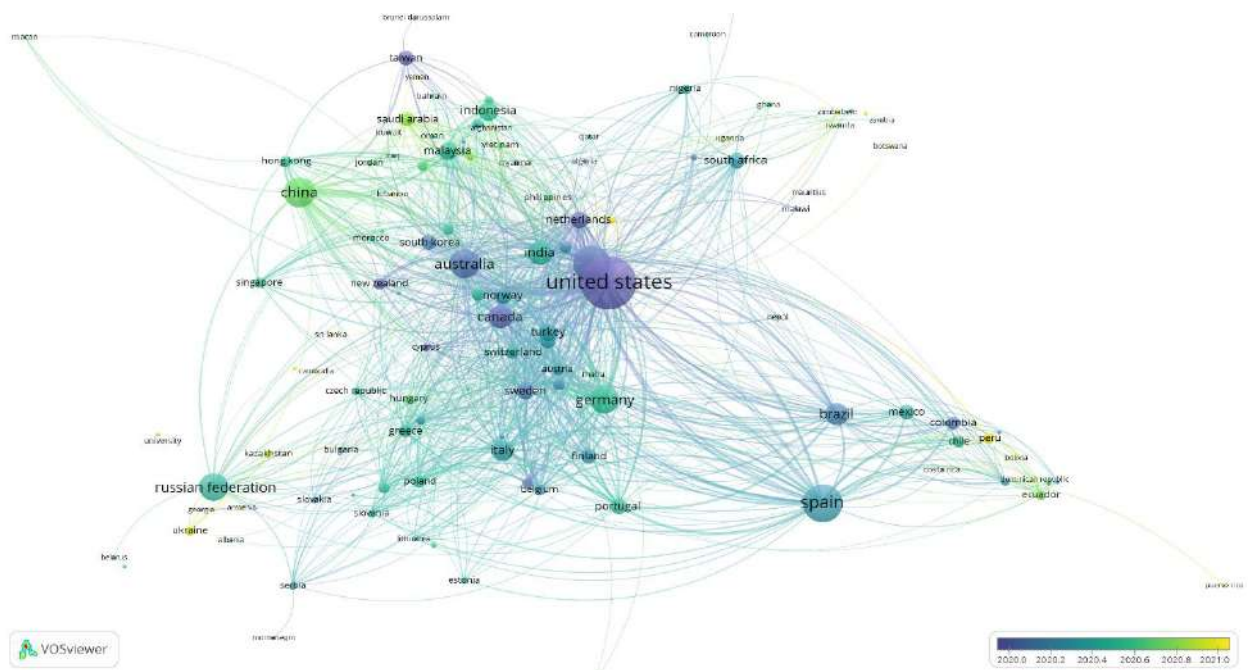


Рисунок 1.10 – Географія наукових публікацій, проіндексованих наукометричною базою Scopus, за запитами «digital» та «education»

Джерело: побудовано автором за даними наукометричної бази Scopus [74] з використанням інструментарію VOSviewer [89]

«augmented reality», «gamification», «distance education». Цей кластер ілюструє дослідження використання цифрових технологій у навчальному процесі, зміну форм та методів навчання, а також навички, необхідні в умовах цифрової освіти.

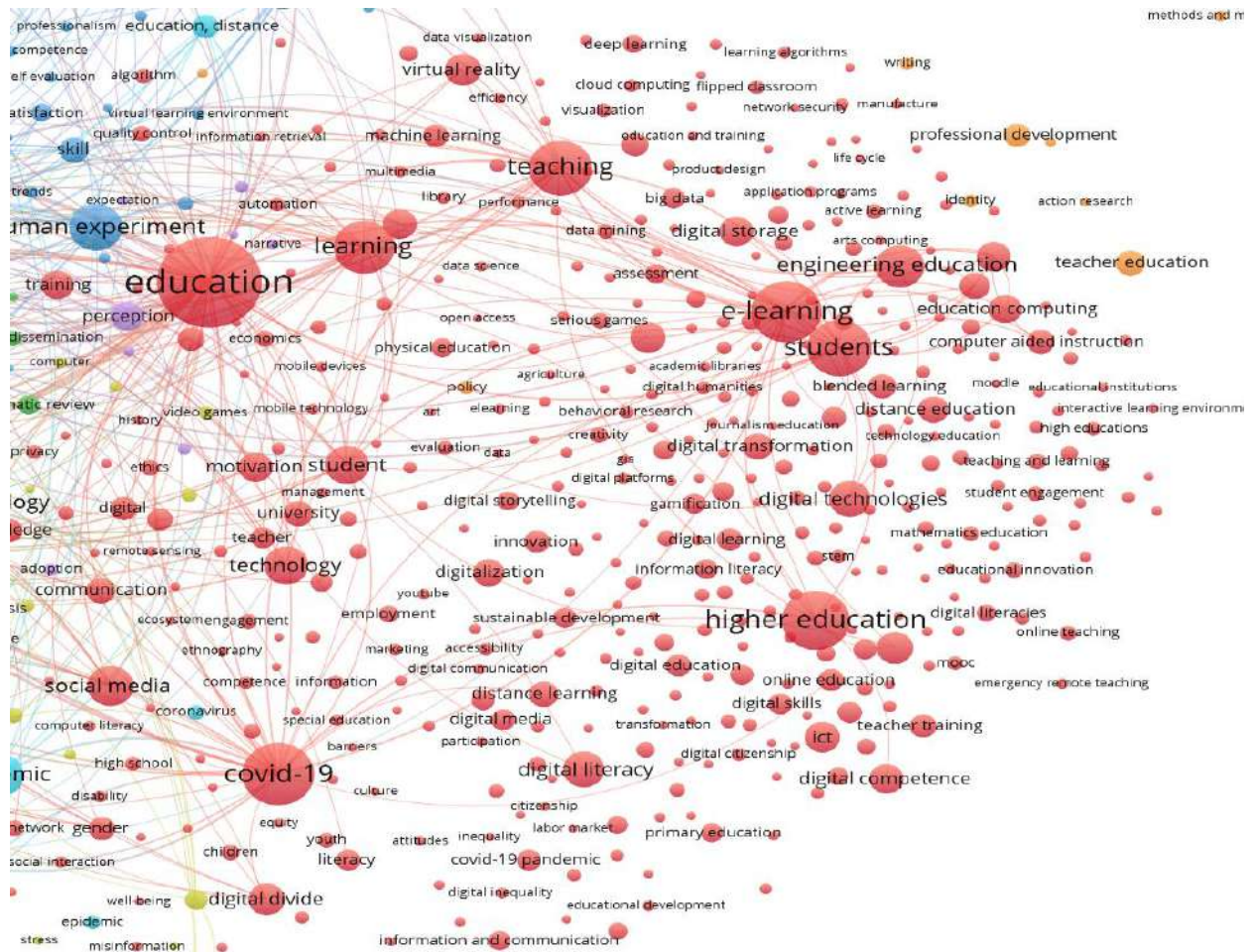


Рисунок 1.13 – Мапа взаємозв'язків ключових слів, що одночасно зустрічаються у публікаціях, проіндексованих наукометричною базою Scopus, за запитами «digital» та «education» (червоний кластер)

Джерело: побудовано автором за даними наукометричної бази Scopus [74] з використанням інструментарію VOSviewer [89]

Наступний за обсягами кластер (зелений), який охоплює 28 ключових слів (рис. 1.14). Він містить такі ключові слова як «adult», «male», «female», «middle aged», «young adult», «adolescent», «health education», «health literacy», «physical activity», «quality of life», «digital health», «self-care», «public health»

Бірюзовий кластер містить 26 ключових слів (рис. 1.18). До нього ввійшли такі ключові слова як «pandemic», «sars-cov-2», «coronavirus disease 2019», «epidemiology», «interpersonal communication», «social distancing», «communicable disease control», «lockdown», «internet literacy», «experience», «health communication», «organization». Цей кластер ілюструє напрямок наукових досліджень, присвячених впливу пандемії на розвиток цифрової освіти.

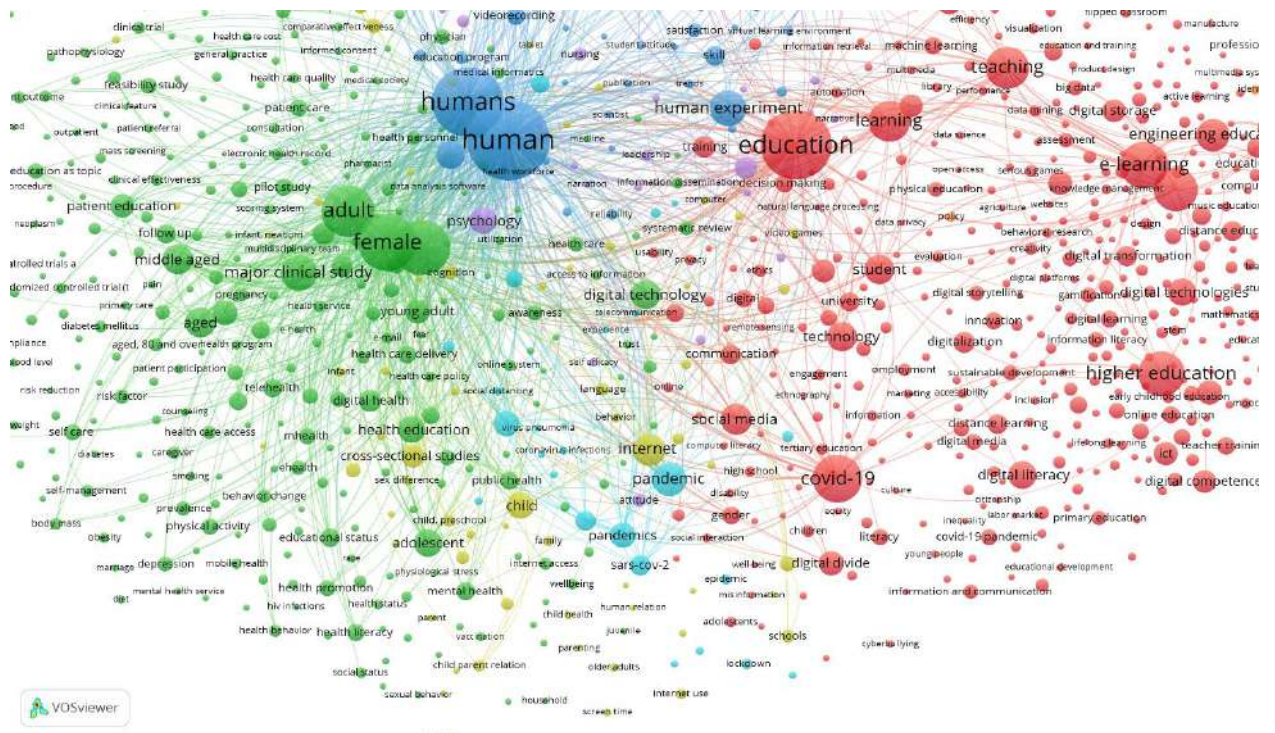


Рисунок 1.18 – Мапа взаємозв’язків ключових слів, що одночасно зустрічаються у публікаціях, проіндексованих наукометричною базою Scopus, за запитом «digital» та «education» (бірюзовий кластер)

Джерело: побудовано автором за даними наукометричної бази Scopus [74] з використанням інструментарію VOSviewer [89]

Останній з кластерів ключових слів, що характеризують наукові дослідження, присвячені цифровізації освіти – помаранчевий, містить 19 ключових слів (рис. 1.19). Зокрема, до цього кластеру ввійшли такі ключові слова як «teacher education», «professional development», «writing», «comprehension», «identity», «instructional strategies», «literature», «methods and

1.2 Композитна модель оцінювання рівня цифровізації суспільства та освіти

Сучасні тренди цифрової революції 4.0 призвели до проникнення цифрових технологій абсолютно в усі сфери суспільного життя. Важливо, що цифровізація позначається як позитивними наслідками збільшення продуктивності, технологічної готовності, спрощення ряду процесів, роботизації рутинних сфер тощо, так і характеризується суттєвими викликами, пов'язаних з трансформацією економіки, необхідністю реструктуризації ринку праці тощо. Це визначає також і значні зміни в системі освіти та перепідготовки працівників, які наразі потребують коригування навчальних програм та профілей різних спеціальностей з обов'язковим включенням цифрової компоненти. Необхідність визначення ролі цифровізації на сучасному етапі глобального розвитку обумовлює актуальність оцінювання її прогресу в освіті та суспільному житті. Враховуючи багатоаспектність цифрових трансформацій для визначення поточного рівня цифровізації суспільства та освіти найбільшою мірою придатні будуть композитні моделі, здатні представити в інтегрованому вигляді різні прояви цифровізації.

Таким чином, першим етапом дослідження є відбір релевантних статистичних індикаторів цифровізації суспільства та освіти. Проведений аналіз показав, що однією з найбільш потужних статистичних баз для вимірювання цифровізації суспільства та освіти є база Євростату «Цифрова економіка та суспільство» («Digital Economy and Society») [17], яка вміщує близько 100 індикаторів, що характеризують різні напрямки цифровізації. Окремі параметри цифровізації освіти досить комплексно представлені результатами міжнародного опитування ОЕСР («Teaching and Learning International Survey») (TALIS) [79]. Аналіз зазначених баз даних дозволив сформулювати первинну вибірку з 19 індикаторів, що комплексно та різнобічно характеризують процеси цифровізації освіти та суспільства:

- частка населення, що користується мережею Інтернет принаймні раз на тиждень, % (Freq);
- частка населення, що використовує мережу Інтернет для зв'язку з публічними органами принаймні раз на рік, % (Publ);
- частка населення, що має загальні цифрові навички на вище ніж базовому рівні, % (Skills);
- частка населення, яке пройшло безкоштовне онлайн-навчання або самонавчання для покращення навичок, пов'язаних із використанням комп'ютерів, програмного забезпечення або додатків, % (TrainFree);
- частка підприємств, що провели навчання для свого персоналу для розвитку навичок ІКТ, % (TrainEnt);
- частка населення, що здійснювали онлайн-покупки принаймні раз на рік, % (Purch);
- частка населення, що здійснювали фінансові операції в мережі Інтернет принаймні раз на рік, % (Fin);
- частка населення, які використовували Інтернет для роботи під час роботи з дому, % (IntJob);
- частка населення, навички яких добре відповідають обов'язкам, пов'язаним із використанням комп'ютерів, програмного забезпечення або програм на роботі, % (JobSkil);
- частка населення, які використовували підключений до Інтернету термостат, лічильники комунальних послуг, освітлення, плагіни або інші під'єднані до Інтернету рішення для управління енергією для свого будинку, % (IoT);
- частка населення, які використовували домашню сигналізацію, підключену до Інтернету, детектор диму, камери безпеки, дверні замки або інші підключені до Інтернету рішення безпеки для свого дому, % (IoT2);
- частка населення, які використовували підключені до Інтернету побутові прилади, такі як роботи-пилососи, холодильники, духовки, кавоварки, % (IoT3);

- частка підприємств, що здійснюють електронні продажі, % (Ecom);
- частка найманих працівників, що використовує в роботі комп'ютер з доступом до мережі Інтернет, % (CompJob);
- частка підприємств, що мають власний веб-сайт, % (Web);
- частка вчителів, які мають високий рівень потреби у професійному розвитку навичок ІКТ для викладання, % (SkilNeed);
- частка керівників освітніх закладів, які повідомляють про дефіцит або неадекватність цифрових технологій для навчання, % (Instr);
- частка вчителів, які «часто» або «завжди» дозволяють учням використовувати ІКТ для навчальних проєктів, % (ICTProj);
- частка вчителів, які використовують ІКТ для навчання у своїй офіційній освіті чи підготовці, % (ICTTeach);
- частка вчителів, які відчували себе «добре підготовленими» або «дуже добре підготовленими» до використання ІКТ для навчання, % (WellSkil).

Враховуючи проблему відсутності тривалих часових рядів за більшістю індикаторів цифровізації, було сформовано вибірку статистичних даних за один часовий період, що відповідає кінцю 2019 – початку 2020 років (останній доступний діапазон статистичних даних) та на прикладі якого буде розроблено композитну модель оцінювання цифровізації освіти та суспільства.

У той же час, з метою дотримання вимоги щодо репрезентативності дослідження статистичні дані було акумульовано для широкої вибірки європейських країн (24 країни: Бельгія, Болгарія, Чехія, Данія, Естонія, Іспанія, Франція, Хорватія, Італія, Латвія, Литва, Угорщина, Мальта, Нідерланди, Австрія, Португалія, Румунія, Словенія, Словаччина, Фінляндія, Швеція, Ісландія, Норвегія, Великобританія).

Для проведення розрахунків параметри, що вимірюються у %, було переведено для вимірювання у частках одиниці. Узагальнююча характеристика відібраних статистичних даних (табл. 1.5) засвідчує існування досить значних розривів за окремими напрямками цифровізації у розрізі досліджуваних країн.

Таблиця 1.5 – Описова статистика індикаторів цифровізації суспільства та освіти у розрізі вибірки європейських країн

Індикатор цифровізації	Кількість спостережень	Середнє значення	Стандартне відхилення	Мінімальне значення	Максимальне значення
freq	24	0,869	0,078	0,69	0,99
publ	24	0,64	0,218	0,13	0,94
skills	24	0,353	0,128	0,1	0,62
trainfree	24	0,133	0,074	0,04	0,32
traintent	24	0,208	0,093	0,0	0,38
purch	24	0,66	0,164	0,31	0,9
fin	24	0,225	0,177	0,02	0,56
intjob	24	0,174	0,088	0,04	0,37
jobskil	24	0,262	0,087	0,0	0,41
iot	24	0,1	0,137	0,01	0,69
iot2	24	0,088	0,058	0,02	0,22
iot3	24	0,059	0,048	0,01	0,2
ecom	24	0,245	0,07	0,11	0,38
compjob	24	0,245	0,07	0,11	0,38
skilneed	24	0,177	0,052	0,053	0,262
instr	24	0,23	0,134	0,042	0,554
ictproj	24	0,5	0,139	0,289	0,904
ictteach	24	0,518	0,097	0,367	0,747
wellskil	24	0,405	0,141	0,199	0,695

Джерело: складено автором за даними [17, 79]

Так, наприклад, в одних країнах майже все доросле населення використовує мережу Інтернет для зв'язку з публічними органами, а в інших – лише 10-15%. З іншого боку, використання Інтернету речей у різних країнах варіюється від 0 до 50-60%. У той же час, за окремими індикаторами цифровізації (наприклад, використання Інтернет найманими працівниками, участь у відкритих тренінгах з цифровізації) розриви є мінімальними. Виявлена диференціація статистичних даних вказує на необхідність тестування внутрішньої узгодженості сформованої вибірки описових індикаторів цифровізації економіки та суспільства. З цією метою проведемо тест альфа Кронбаха, який передбачає оцінювання дисперсії відібраних індикаторів за формулою

$$\alpha_c = \left(\frac{N}{N-1} \right) \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^N \sigma^2(x_j)}{\sigma^2 \sum_{j=1}^N x_j} \right) \quad (1.1)$$

де x_j – окремий індикатор цифровізації суспільства та освіти, $j=1,2,3,\dots$

N ;

$\sum_{j=1}^N \sigma^2(x_j)$ – сума дисперсій окремих індикаторів цифровізації суспільства

та освіти;

$\sigma^2 \sum_{j=1}^N x_j$ – дисперсія суми значень окремих індикаторів цифровізації

суспільства та освіти.

Для розрахунків використаємо програмне забезпечення Stata 12 SE. Враховуючи той факт, що відібрані індикатори вимірюються за єдиною шкалою, не було проведено їх попередню стандартизацію. Отже, значення альфа Кронбаха для вибірки з 19 нестандартизованих індикаторів цифровізації суспільства та освіти склало 0,8975, що вважається досить високим рівнем. У той же час, аналіз внутрішньо групової та міжгрупової кореляції вхідних індикаторів (табл. 1.6) засвідчує про потенціал підвищення їх внутрішньої узгодженості шляхом виключення окремих індикаторів.

Таблиця 1.6 – Результати розрахунку коефіцієнта альфа Кронбаха при виключенні окремих індикаторів цифровізації освіти та суспільства

Індикатор	Загальна групова кореляція	Залишкова кореляція	Середня міжгрупова кореляція	Альфа Кронбаха при виключенні індикатора
freq	0,9186	0,9032	0,3069	0,8885
publ	0,8474	0,8199	0,3123	0,8910
skills	0,9300	0,9167	0,3061	0,8881
trainfree	0,6251	0,5676	0,3290	0,8982
trainent	0,5089	0,4400	0,3377	0,9018
purch	0,8992	0,8804	0,3084	0,8892
fin	0,7256	0,6802	0,3214	0,8950
intjob	0,8482	0,8208	0,3122	0,8910

Продовження табл. 1.6

Індикатор	Загальна групова кореляція	Залишкова кореляція	Середня міжгрупова кореляція	Альфа Кронбаха при виключенні індикатора
jobskil	0,4123	0,3362	0,3450	0,9046
iot	0,3036	0,2217	0,3531	0,9076
iot2	0,5445	0,4788	0,3350	0,9007
iot3	0,2977	0,2155	0,3536	0,9078
ecom	0,7397	0,6962	0,3204	0,8946
compjob	0,7397	0,6962	0,3204	0,8946
skilneed	0,2333	0,1488	0,3584	0,9095
instr	0,7080	0,6603	0,3228	0,8956
ictproj	0,4180	0,3423	0,3445	0,9044
ictteach	0,3121	0,2305	0,3525	0,9074
wellskil	0,4787	0,4074	0,3400	0,9026
Загальний результат			0,3305	0,9037

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Отже, на першому етапі доцільно виключити індикатор, що характеризує частку вчителів, які мають високий рівень потреби у професійному розвитку навичок ІКТ для викладання (SkilNeed). Це дозволило підвищити значення альфа Кронбаха для нестандартизованих даних до рівня 0,8999. Для підвищення якості даних проведемо наступну ітерацію (рис. 1.21).

Отже, друга ітерація засвідчила, що виключення параметра частки населення, які використовували домашню сигналізацію, підключену до Інтернету, детектор диму, камери безпеки, дверні замки або інші підключені до Інтернету рішення безпеки для свого дому (IoT2) дозволить додатково підвищити внутрішню узгодженість вибірки до рівня 0,9065.

Третя ітерація (рис. 1.22) підтвердила необхідність видалення індикатора частки населення, які використовували підключені до Інтернету побутові прилади, такі як роботи-пилососи, холодильники, духовки, кавоварки (IoT3) та відповідне збільшення коефіцієнту альфа Кронбаха до рівня 0,9088.

Item	Obs	Sign	item-test correlation	item-rest correlation	average interitem correlation	alpha
freq	24	+	0.9146	0.8982	0.3346	0.8953
publ	24	+	0.8598	0.8339	0.3391	0.8972
skills	24	+	0.9294	0.9157	0.3333	0.8947
trainfree	24	+	0.6183	0.5590	0.3592	0.9050
traintent	24	+	0.4900	0.4183	0.3698	0.9089
purch	24	+	0.8909	0.8702	0.3365	0.8961
fin	24	+	0.7336	0.6885	0.3496	0.9014
intjob	24	+	0.8443	0.8158	0.3404	0.8977
jobskil	24	+	0.3845	0.3053	0.3786	0.9120
iot	24	+	0.3070	0.2238	0.3850	0.9141
iot2	24	+	0.5759	0.5120	0.3627	0.9063
iot3	24	+	0.3221	0.2395	0.3838	0.9137
ecom	24	+	0.7300	0.6844	0.3499	0.9015
compjob	24	+	0.7300	0.6844	0.3499	0.9015
instr	24	-	0.6994	0.6497	0.3524	0.9025
ictproj	24	+	0.4354	0.3595	0.3744	0.9105
ictteach	24	-	0.3401	0.2585	0.3823	0.9132
wellskil	24	-	0.4938	0.4224	0.3695	0.9088
Test scale					0.3584	0.9095

Рисунок 1.21 – Результати розрахунку коефіцієнта альфа Кронбаха при виключенні окремих індикаторів цифровізації освіти та суспільства (друга ітерація)

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Item	Obs	Sign	item-test correlation	item-rest correlation	average interitem correlation	alpha
freq	24	+	0.9183	0.9022	0.3603	0.9001
publ	24	+	0.8691	0.8440	0.3648	0.9019
skills	24	+	0.9301	0.9162	0.3592	0.8997
trainfree	24	+	0.6301	0.5705	0.3868	0.9098
traintent	24	+	0.4840	0.4101	0.4002	0.9144
purch	24	+	0.9001	0.8806	0.3620	0.9008
fin	24	+	0.7406	0.6952	0.3766	0.9063
intjob	24	+	0.8394	0.8093	0.3675	0.9029
jobskil	24	+	0.3884	0.3075	0.4090	0.9172
iot2	24	+	0.5556	0.4880	0.3936	0.9122
iot3	24	+	0.3111	0.2260	0.4161	0.9194
ecom	24	+	0.7337	0.6874	0.3773	0.9065
compjob	24	+	0.7337	0.6874	0.3773	0.9065
instr	24	-	0.6801	0.6266	0.3822	0.9082
ictproj	24	+	0.4295	0.3513	0.4052	0.9160
ictteach	24	-	0.3778	0.2962	0.4100	0.9175
wellskil	24	-	0.5117	0.4401	0.3977	0.9135
Test scale					0.3850	0.9141

Рисунок 1.22 – Результати розрахунку коефіцієнта альфа Кронбаха при виключенні окремих індикаторів цифровізації освіти та суспільства (третя ітерація)

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

За підсумками четвертої ітерації (рис. 1.23) було виключено індикатор частки вчителів, які використовують ІКТ для навчання у своїй офіційній освіті чи підготовці (ICTTeach), що дозволило підвищити показник внутрішньої узгодженості до рівня 0,9113.

Item	Obs	Sign	item-test correlation	item-rest correlation	average interitem correlation	alpha
freq	24	+	0.9132	0.8955	0.3915	0.9061
publ	24	+	0.8694	0.8437	0.3960	0.9077
skills	24	+	0.9408	0.9286	0.3886	0.9051
trainfree	24	+	0.6433	0.5837	0.4191	0.9154
trainent	24	+	0.4946	0.4196	0.4344	0.9201
purch	24	+	0.9051	0.8859	0.3923	0.9064
fin	24	+	0.7394	0.6926	0.4093	0.9122
intjob	24	+	0.8623	0.8353	0.3967	0.9079
jobskil	24	+	0.4481	0.3692	0.4391	0.9215
iot2	24	+	0.5071	0.4332	0.4331	0.9197
ecom	24	+	0.7210	0.6716	0.4112	0.9128
compjob	24	+	0.7210	0.6716	0.4112	0.9128
instr	24	-	0.6873	0.6334	0.4146	0.9140
ictproj	24	+	0.4000	0.3177	0.4441	0.9230
ictteach	24	-	0.3687	0.2844	0.4473	0.9239
wellskil	24	-	0.5429	0.4723	0.4294	0.9186
Test scale					0.4161	0.9194

Рисунок 1.23 – Результати розрахунку коефіцієнта альфа Кронбаха при виключенні окремих індикаторів цифровізації освіти та суспільства (четверта ітерація)

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

П'ята ітерація (рис. 1.24) засвідчила необхідність виключення також частки вчителів, які «часто» або «завжди» дозволяють учням використовувати ІКТ для навчальних проєктів (ICTProj). Це дозволило отримати рівень альфа Кронбаха 0,9176 для нестандартизованих даних та відповідно 0,9298 для стандартизованих даних. Цей рівень можна вважати прийнятним, оскільки подальше виключення вхідних індикаторів забезпечить значно менші масштаби зростання їх внутрішньої узгодженості.

Item	Obs	Sign	item-test correlation	item-rest correlation	average interitem correlation	alpha
freq	24	+	0.9254	0.9096	0.4210	0.9105
publ	24	+	0.8573	0.8285	0.4288	0.9131
skills	24	+	0.9451	0.9333	0.4187	0.9098
trainfree	24	+	0.6583	0.5986	0.4516	0.9202
trainent	24	+	0.4971	0.4198	0.4701	0.9255
purch	24	+	0.9155	0.8977	0.4221	0.9109
fin	24	+	0.7599	0.7146	0.4399	0.9166
intjob	24	+	0.8828	0.8587	0.4258	0.9122
jobskil	24	+	0.4719	0.3923	0.4730	0.9263
iot2	24	+	0.5000	0.4229	0.4697	0.9254
ecom	24	+	0.7078	0.6548	0.4459	0.9185
compjob	24	+	0.7078	0.6548	0.4459	0.9185
instr	24	-	0.6995	0.6454	0.4469	0.9188
ictproj	24	+	0.3936	0.3082	0.4820	0.9287
wellskil	24	-	0.5148	0.4391	0.4680	0.9249
Test scale					0.4473	0.9239

Рисунок 1.24 – Результати розрахунку коефіцієнта альфа Кронбаха при виключенні окремих індикаторів цифровізації освіти та суспільства (п'ята ітерація)

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Наступний крок дослідження передбачає вибір методу агрегування окремих індикаторів цифровізації освіти та суспільства. Враховуючи той факт, що всі показники характеризуються єдиним вимірником, відсутня необхідність їх додаткової нормалізації.

У той же час, доцільним є врахування факторних навантажень загального показника, сформованих окремими індикаторами цифровізації освіти та суспільства. З цією метою застосуємо метод головних компонент. Отже, результати, представлені на рис. 1.25, свідчать, що перша головна компонента пояснює 54,73% загальної дисперсії досліджуваних індикаторів.

У той же час, для отримання репрезентативних результатів слід відібрати шість головних компонент, які кумулятивно будуть пояснювати 90,25% загальної дисперсії ознак, що підтверджує побудований графік каменистого осипу (рис. 1.26). Таким чином, для формування вагових коефіцієнтів для 14 відібраних індикаторів цифровізації освіти та суспільства

використаємо середні значення факторних навантажень у розрізі шести ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ.

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	7.66243	5.9692	0.5473	0.5473
Comp2	1.69323	.688813	0.1209	0.6683
Comp3	1.00442	.134676	0.0717	0.7400
Comp4	.869745	.105589	0.0621	0.8021
Comp5	.764156	.123483	0.0546	0.8567
Comp6	.640674	.193496	0.0458	0.9025
Comp7	.447178	.0520956	0.0319	0.9344
Comp8	.395082	.183921	0.0282	0.9626
Comp9	.211161	.0740791	0.0151	0.9777
Comp10	.137082	.0347621	0.0098	0.9875
Comp11	.10232	.0636182	0.0073	0.9948
Comp12	.0387017	.00488871	0.0028	0.9976
Comp13	.033813	.033813	0.0024	1.0000
Comp14	0	.	0.0000	1.0000

Рисунок 1.25 – Результати оцінювання параметрів цифровізації освіти та суспільства методом головних компонент

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

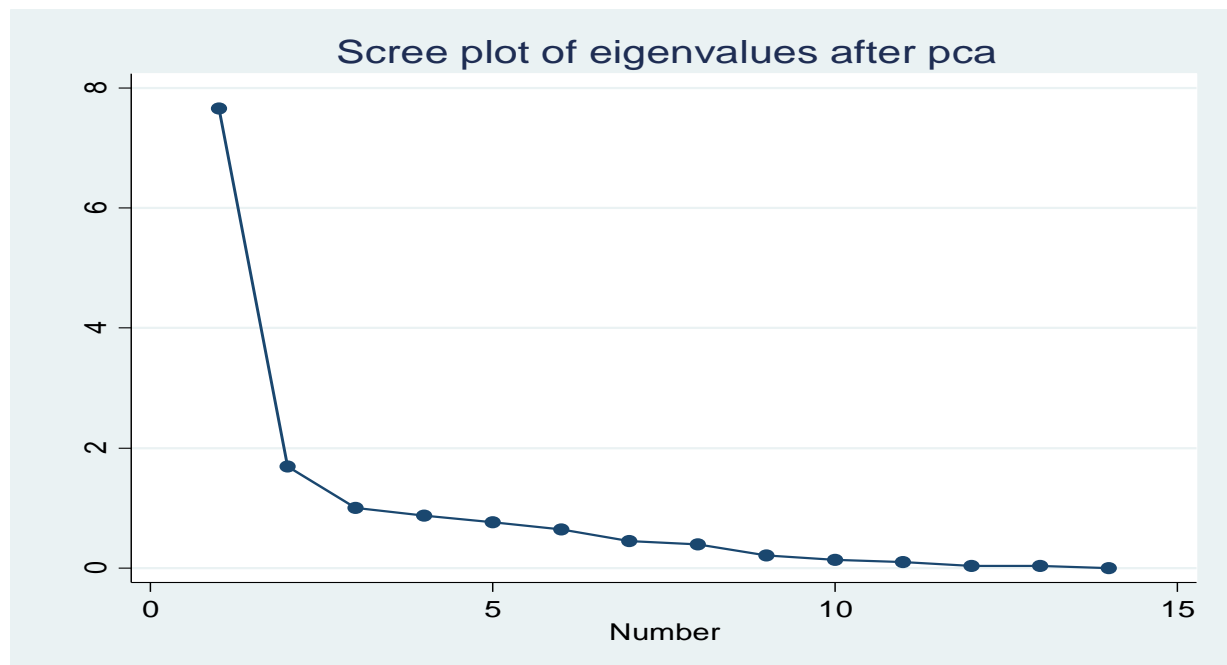


Рисунок 1.26 – Графік каменистого осипу за результатами оцінювання параметрів цифровізації освіти та суспільства методом головних компонент

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Отже, композитний рівень цифровізації суспільства та освіти оцінимо за методом адитивно-мультиплікативної згортки з використанням вагових коефіцієнтів, визначених за методом головних компонент. Відмітимо, що відповідно до моделі максимальний композитний рівень цифровізації освіти та суспільства може становити 1,00259. Результати розрахунку у розрізі різних країн представлено на рис. 1.27.

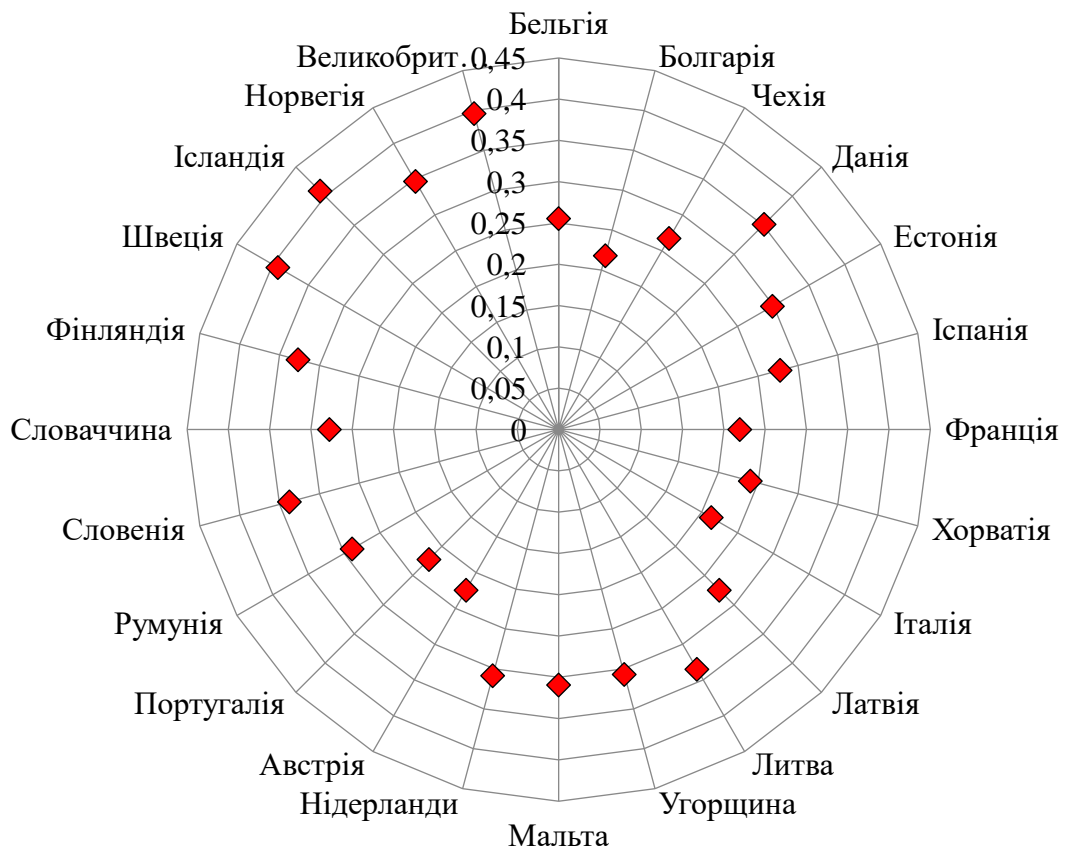


Рисунок 1.27 – Результати моделювання композитного рівня цифровізації освіти та суспільства у європейських країнах

Джерело: побудовано автором

Важливо, що такі параметри як частка підприємств, що провели навчання для свого персоналу для розвитку навичок (TrainEnt); частка керівників освітніх закладів, які повідомляють про дефіцит або неадекватність цифрових технологій для навчання (Instr) в моделі враховані з від’ємними ваговими коефіцієнтами, що відображає їх дестимулюючий характер. Таким

чином, вище значення оціненого композитного рівня буде характеризувати більш масштабну інтеграцію цифрових технологій в суспільне життя та освіту країни. Результати моделювання, представлені на рис. 1.27 свідчать, що середній прогрес цифровізації освіти та суспільства у європейських країнах коливається від 0,21329 (мінімальний рівень, досягнутий в Італії) до 0,40858 (максимальний рівень зафіксований в Ісландії).

Узагальнюючи отримані результати зазначимо, що для більшості країн рівень цифровізації склав близько 30%, причому помітною є кореляція рівня цифровізації та рівня економічного розвитку країни, що вказує на той факт, що більш розвинуті країни активніше впроваджують цифрові технології в національну економіку та, відповідно, швидше отримуватимуть додаткові вигоди від їх впровадження. У той же час, можна відзначити, що на сучасному етапі світ ще перебуває на етапі вступу в еру цифрових технологій, а тому очікуваним є подальший прогрес цифровізації. Це значить, що трансформації системи освіти та суспільства є невідворотними, а тому стратегії цифровізації різних галузей національного господарства мають бути невід'ємною частиною їх розвитку.

1.3 Науково-методичний підхід до визначення впливу рівня цифровізації суспільства на економічний та соціальний розвиток

Необхідність визначення наслідків цифровізації суспільства на соціальний та економічний розвиток обумовлена викликами, що актуалізують необхідність модифікації методів публічного та корпоративного управління.

Для оцінювання рівня цифровізації суспільства було відібрано 6 індикаторів, за якими доступні тривалі часові ряди статистичних даних, а саме:

– частка підприємств, що здійснюють електронні продажі, % (Ecom);

– частка населення, що користується мережею Інтернет принаймні раз на тиждень, % (Freq);

– частка населення, що здійснює фінансові операції в мережі Інтернет принаймні раз на рік, % (Fin);

– частка населення, що використовує мережу Інтернет для зв'язку з публічними органами принаймні раз на рік, % (Publ);

– частка найманих працівників, що використовує в роботі комп'ютер з доступом до мережі Інтернет, % (Comp);

– частка підприємств, що мають власний веб-сайт, % (Web).

Для характеристики соціального розвитку відібрано 10 показників, представлених найбільшою статистичною базою Світового банку «World Development Indicators» [97]:

– частка жінок, зайнятих у менеджменті вищого та середнього рівня, % (SD1);

– сукупні витрати уряду на освіту, % від ВВП (SD2);

– середня кількість лікарняних ліжок-місць у розрахунку на 1 тис. населення, од. (SD3);

– частка доходів, що припадає на 20% найбіднішого населення, % (SD4);

– частка населення, що живе за межею бідності (5,5 дол. США на день), % (SD5);

– рівень загального безробіття, загальне, % від загальної робочої сили (SD6);

– очікувана тривалість життя при народженні, роки (SD7);

– рівень народжуваності, загальна кількість народжених на одну жінку (SD8);

– сукупні державні витрати на охорону здоров'я, % ВВП (SD9);

– частка молоді, яка не отримує освіти, роботи або навчання, % молодого населення (SD10).

У той же час для характеристики економічного розвитку з цієї бази індикаторів відібрано наступні 10 показників:

- витрати на кінцеве споживання, % ВВП (ED1);
- чистий притік прямих іноземних інвестицій, % ВВП (ED2);
- річний приріст ВВП, % (ED3);
- валове нагромадження капіталу, % річного приросту (ED4);
- відкритість економіки (експорт – імпорт), % ВВП (ED5);
- додана вартість промисловості, % річного приросту (ED6);
- інфляція, споживчі ціни, % (ED7);
- новий бізнес, реєстрації новостворених підприємств на 1000 осіб (ED8);
- резерви та пов'язані статті платіжного балансу, дол. США (ED9);
- баланс поточного рахунку, % ВВП (ED10).

Враховуючи наявні статистичні дані, період дослідження охоплює 2012–2020 роки. Вибірку утворюють 29 європейських країн (Бельгія, Болгарія, Чехія, Данія, Німеччина, Естонія, Ірландія, Греція, Іспанія, Франція, Хорватія, Італія, Кіпр, Латвія, Литва, Люксембург, Угорщина, Мальта, Нідерланди, Австрія, Польща, Португалія, Румунія, Словенія, Словаччина, Фінляндія, Швеція, Норвегія, Великобританія).

Враховуючи той факт, що зазначені показники мають різні одиниці виміру та по різному характеризують стан економічного та соціального розвитку, доцільно інтегрувати їх в єдині композитні індикатори з урахуванням специфіки конкретних параметрів. Отже, проведемо нормалізацію вхідних показників. Для параметрів-стимуляторів (більше значення яких свідчить про кращий рівень чи темп економічного або соціального розвитку) використаємо метод природньої нормалізації:

$$\bar{x}_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (1.2)$$

де x_i = поточне значення окремого показника економічного (соціального) розвитку;

x_{\max} = максимальне значення показника економічного (соціального) розвитку у вибірці даних,

x_{\min} = мінімальне значення показника економічного (соціального) розвитку у вибірці даних.

Параметрами-стимуляторами соціального розвитку визначено SD1, SD2, SD3, SD4, SD7, SD8, SD9, економічного розвитку – ED1, ED2, ED3, ED4, ED5, ED6, ED8, ED9, ED10.

Для параметрів-дестимуляторів (зростання яких вказує на погіршення рівня соціального економічного розвитку) використано метод нормалізації Севіджа:

$$\bar{x}_i = \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (1.3)$$

Параметрами-дестимуляторами соціального розвитку визначено SD5, SD6, SD10, економічного розвитку – ED7.

Інтегральні індикатори визначено як середні арифметичні значення нормалізованих показників економічного та соціального розвитку.

Для визначення впливу цифровізації суспільства на економічний та соціальний розвиток здійснимо панельне регресійне моделювання за допомогою інструментарію Stata 12/SE. За результатами застосування тесту Бройша-Пагана було встановлено, що найбільш релевантним є метод узагальнених найменших квадратів з випадковими ефектами. Отже, результати, представлені в табл. 1.7 демонструють, що цифровізація діяльності підприємств, а саме розвиток електронних торговельних процесів позитивно впливає на соціальний розвиток країн.

Таблиця 1.7 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
ecom	0,005	0,001	7,44	0,000	0,004	0,006	***
Constant	0,482	0,019	24,81	0,000	0,444	0,520	***
Mean dependent var		0,580	SD dependent var		0,114		
Overall r-squared		0,471	Number of obs		261,000		
Chi-square		55,397	Prob > chi2		0,000		
R-squared within		0,142	R-squared between		0,547		
*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$							

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

У той же час, відмітимо, що вплив цифровізації торгівлі на окремі складові соціального розвитку (табл. 1.8, табл. А.1 – А.10 додатку А) переважно є позитивним та статистично значущим, забезпечуючи зростання тих індикаторів, що позитивно характеризують соціальний розвиток та стримуючи ті параметри, які вказують на погіршення соціального стану країни. У той же час, підвищення цифровізації суспільства виявилось фактором, що стримує витрачання коштів уряду на освіту та охорону здоров'я.

Таблиця 1.8 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на окремі параметри соціального розвитку країн Європи у 2012–2020 роках

Результуюча змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
SD1	0,203	0,041	5,01	0,000	0,123	0,282	***
SD2	-0,045	0,009	-5,00	0,000	-0,063	-0,028	***
SD3	-0,020	0,005	-3,92	0,000	-0,030	-0,010	***
SD4	0,052	0,007	6,89	0,000	0,037	0,066	***
SD5	-0,216	0,036	-5,99	0,000	-0,286	-0,145	***
SD6	-0,345	0,040	-8,54	0,000	-0,424	-0,266	***
SD7	0,084	0,008	10,63	0,000	0,068	0,099	***
SD8	-0,001	0,002	-0,67	0,504	-0,004	0,002	
SD9	-0,022	0,006	-3,38	0,001	-0,034	-0,009	***
SD10	-0,337	0,030	-11,19	0,000	-0,396	-0,278	***
*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$							

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Статистично значущим та позитивним виявився вплив цифровізації життя населення на соціальний розвиток, про що свідчать результати таблиць 1.9 – 1.14. Так, зростання часток населення, що використовують Інтернет, здійснюють фінансові операції та звернення до публічних органів у мережі Інтернет, на 1% відповідно призводять до зростання інтегрального рівня соціального розвитку на 0,004, 0,001 та 0,002.

Таблиця 1.9 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
freq	0,004	0,000	17,21	0,000	0,004	0,005	***
Constant	0,229	0,025	9,35	0,000	0,181	0,277	***
Mean dependent var		0,580	SD dependent var		0,114		
Overall r-squared		0,555	Number of obs		261,000		
Chi-square		296,241	Prob > chi2		0,000		
R-squared within		0,542	R-squared between		0,585		
*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$							

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця 1.10 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на окремі параметри соціального розвитку країн Європи у 2012–2020 роках

Результуюча змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
SD1	0,191	0,019	10,24	0,000	0,155	0,228	***
SD2	-0,024	0,005	-5,00	0,000	-0,034	-0,015	***
SD3	-0,011	0,003	-4,34	0,000	-0,017	-0,006	***
SD4	0,034	0,004	9,26	0,000	0,027	0,041	***
SD5	-0,196	0,017	-11,80	0,000	-0,228	-0,163	***
SD6	-0,294	0,016	-18,35	0,000	-0,325	-0,262	***
SD7	0,058	0,003	17,62	0,000	0,051	0,064	***
SD8	0,001	0,001	1,74	0,081	0,000	0,003	*
SD9	-0,005	0,003	-1,46	0,146	-0,011	0,002	
SD10	-0,249	0,012	-21,43	0,000	-0,272	-0,226	***
*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$							

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

За більшістю напрямків соціального розвитку (табл. 1.10) зафіксовано позитивний вплив поширення використання населенням мережі Інтернет. Так, його зростання забезпечує покращення значень показників зайнятості, гендерної рівності, рівномірності розподілу доходів населення, народжуваності та тривалості життя, освіти.

Таблиця 1.11 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
fin	0,001	0,000	4,19	0,000	0,000	0,001	***
Constant	0,581	0,017	33,73	0,000	0,547	0,615	***
Mean dependent var		0,596	SD dependent var		0,099		
Overall r-squared		0,157	Number of obs		145,000		
Chi-square		17,532	Prob > chi2		0,000		
R-squared within		0,117	R-squared between		0,201		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця 1.12 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на окремі параметри соціального розвитку країн Європи у 2012–2020 роках

Результуюча змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
SD1	0,005	0,017	0,30	0,765	-0,028	0,038	
SD2	-0,002	0,003	-0,79	0,430	-0,009	0,004	
SD3	0,001	0,002	0,70	0,484	-0,002	0,004	
SD4	0,011	0,003	3,47	0,001	0,005	0,017	***
SD5	-0,046	0,013	-3,56	0,000	-0,072	-0,021	***
SD6	-0,050	0,013	-3,78	0,000	-0,075	-0,024	***
SD7	0,005	0,003	1,73	0,084	-0,001	0,010	*
SD8	0,001	0,001	1,76	0,078	0,000	0,002	*
SD9	0,001	0,001	0,73	0,464	-0,002	0,004	
SD10	-0,046	0,012	-3,83	0,000	-0,070	-0,023	***
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Зростання активності населення у використанні цифрових фінансових сервісів також має позитивний зв'язок з параметрами зайнятості, рівня добробуту (зниження частки бідного населення та покращення рівномірності розподілу доходів) та освіченості населення.

Таблиця 1.13 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
publ	0,002	0,000	7,87	0,000	0,002	0,003	***
Constant	0,457	0,021	21,46	0,000	0,416	0,499	***
Mean dependent var		0,580	SD dependent var		0,114		
Overall r-squared		0,475	Number of obs		261,000		
Chi-square		61,904	Prob > chi2		0,000		
R-squared within		0,150	R-squared between		0,525		
*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Позитивний вплив цифровізації суспільства в аспекті електронної взаємодії з публічними органами проявляється в зростанні показників фінансового стану населення, його зайнятості, гендерної рівності, рівня охорони здоров'я, освіти (табл. 1.14).

З іншого боку, звернемо увагу також на той факт, що комп'ютеризація діяльності підприємств також позначається позитивними наслідками зростання рівня соціального розвитку країни, про що свідчать дані табл. 1.15 – 1.18.

Так, використання цифрових технологій найманими працівниками позитивно впливає на зайнятість населення та рівномірність розподілу його доходів (табл. 1.16).

Таблиця 1.14 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на окремі параметри соціального розвитку країн Європи у 2012–2020 роках

Результуюча змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
SD1	0,107	0,018	6,00	0,000	0,072	0,142	***
SD2	-0,020	0,004	-4,85	0,000	-0,028	-0,012	***
SD3	-0,019	0,002	-8,99	0,000	-0,023	-0,015	***
SD4	0,024	0,003	7,11	0,000	0,017	0,030	***
SD5	-0,072	0,016	-4,63	0,000	-0,103	-0,042	***
SD6	-0,165	0,018	-9,42	0,000	-0,200	-0,131	***
SD7	0,047	0,003	14,83	0,000	0,041	0,053	***
SD8	0,000	0,001	0,24	0,811	-0,001	0,002	
SD9	-0,003	0,003	-1,00	0,319	-0,009	0,003	
SD10	-0,155	0,013	-12,05	0,000	-0,181	-0,130	***

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця 1.15 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
comp	0,004	0,000	8,51	0,000	0,003	0,005	***
Constant	0,382	0,027	14,28	0,000	0,330	0,435	***
Mean dependent var		0,580	SD dependent var				0,114
Overall r-squared		0,546	Number of obs				261,000
Chi-square		72,355	Prob > chi2				0,000
R-squared within		0,156	R-squared between				0,602

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця 1.16 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на окремі параметри соціального розвитку країн Європи у 2012–2020 роках

Результуюча змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
SD1	0,197	0,029	6,82	0,000	0,140	0,254	***
SD2	-0,006	0,007	-0,90	0,367	-0,019	0,007	
SD3	-0,030	0,003	-8,61	0,000	-0,037	-0,023	***
SD4	0,029	0,006	5,14	0,000	0,018	0,040	***

Продовження табл. 1.16

Результуюча змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
SD5	-0,142	0,025	-5,66	0,000	-0,191	-0,093	***
SD6	-0,258	0,029	-8,91	0,000	-0,315	-0,201	***
SD7	0,079	0,005	15,41	0,000	0,069	0,090	***
SD8	-0,002	0,001	-1,37	0,170	-0,004	0,001	
SD9	-0,001	0,005	-0,24	0,809	-0,011	0,009	
SD10	-0,262	0,021	-12,42	0,000	-0,303	-0,221	***
*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$							

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця 1.17 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
web	0,005	0,001	7,51	0,000	0,004	0,006	***
Constant	0,200	0,052	3,81	0,000	0,097	0,303	***
Mean dependent var							
		0,580	SD dependent var		0,114		
Overall r-squared		0,493	Number of obs		261,000		
Chi-square		56,372	Prob > chi2		0,000		
R-squared within		0,108	R-squared between		0,534		
*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Поглиблений аналіз впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на окремі індикатори соціального розвитку (табл. 1.18) також засвідчив переважно позитивні результати.

Наступним етапом аналізу стало дослідження впливу цифровізації суспільства на економічний розвиток. Важливо, що зростання електронної торгівлі підприємств не виявилось релевантним параметром впливу на інтегральний рівень економічного розвитку (табл. 1.19). У той же час, як показують дані табл. 1.20, а також табл. А.61 – А.70 дод. А, цей параметр детермінує окремі аспекти економічного розвитку, забезпечуючи як їх зростання, так і погіршення.

Таблиця 1.18 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на окремі параметри соціального розвитку країн Європи у 2012–2020 роках

Результуюча змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
SD1	0,136	0,044	3,10	0,002	0,050	0,222	***
SD2	-0,014	0,009	-1,45	0,148	-0,032	0,005	
SD3	-0,030	0,006	-5,26	0,000	-0,041	-0,019	***
SD4	0,032	0,008	3,99	0,000	0,016	0,048	***
SD5	-0,216	0,027	-7,89	0,000	-0,270	-0,162	***
SD6	-0,268	0,041	-6,57	0,000	-0,348	-0,188	***
SD7	0,094	0,009	10,15	0,000	0,076	0,112	***
SD8	0,000	0,002	0,14	0,892	-0,003	0,003	
SD9	0,007	0,007	0,92	0,357	-0,008	0,021	
SD10	-0,276	0,030	-9,12	0,000	-0,335	-0,217	***

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця 1.19 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
ecom	0,000	0,001	0,38	0,701	-0,001	0,001	
Constant	0,339	0,012	28,12	0,000	0,315	0,363	***
Mean dependent var		0.343	SD dependent var				0.044
Overall r-squared		0.008	Number of obs				261.000
Chi-square		0.148	Prob > chi2				0.701
R-squared within		0.000	R-squared between				0.021

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Статистично незначущими з точки зору їх впливу на економічний розвиток виявились також параметри цифровізації повсякденного життя населення (табл. 1.21). Аналізуючи вплив поширення використання населенням мережі Інтернет на окремі параметри економічного розвитку (табл. 1.22, табл. А.71 – А.80) відмітимо, що його зростання пов'язано з активізацією розвитку бізнесу та масштабуванням міжнародної торгівлі, але в той же час стримує прямі іноземні інвестиції та внутрішні витрати.

Таблиця 1.20 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на окремі параметри економічного розвитку країн Європи у 2012–2020 роках

Результуюча змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
ED1	-0,361	0,048	-7,46	0,000	-0,455	-0,266	***
ED2	-0,741	0,345	-2,15	0,032	-1,417	-0,064	**
ED3	-0,017	0,040	-0,43	0,667	-0,095	0,061	
ED4	0,214	0,107	2,00	0,046	0,004	0,424	**
ED5	0,103	0,046	2,24	0,025	0,013	0,193	**
ED6	0,110	0,062	1,77	0,077	-0,012	0,232	*
ED7	0,003	0,014	0,19	0,853	-0,025	0,030	
ED8	0,135	0,029	4,69	0,000	0,079	0,192	***
ED9	-11000000,0	67400000,0	-0,16	0,870	-143000000,0	121000000,0	
ED10	0,090	0,037	2,41	0,016	0,017	0,163	

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця 1.21 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
freq	0,000	0,000	1,39	0,165	0,000	0,001	
Constant	0,311	0,024	12,98	0,000	0,264	0,358	***
Mean dependent var		0,343	SD dependent var				0,044
Overall r-squared		0,038	Number of obs				261,000
Chi-square		1,925	Prob > chi2				0,165
R-squared within		0,001	R-squared between				0,091

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця 1.22 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на окремі параметри економічного розвитку країн Європи у 2012–2020 роках

Результуюча змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
ED1	-0,167	0,026	-6,43	0,000	-0,218	-0,116	***
ED2	-0,620	0,190	-3,27	0,001	-0,992	-0,248	***
ED3	-0,020	0,023	-0,86	0,388	-0,066	0,026	
ED4	0,079	0,066	1,20	0,232	-0,051	0,210	

Продовження табл. 1.22

Результуюча змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
ED5	0,045	0,024	1,85	0,064	-0,003	0,093	*
ED6	0,040	0,038	1,05	0,294	-0,034	0,114	
ED7	0,004	0,008	0,49	0,624	-0,012	0,020	
ED8	0,101	0,014	6,98	0,000	0,072	0,129	***
ED9	14500000,0	38400000,0	0,38	0,705	-60700000,0	89800000,0	
ED10	0,026	0,020	1,27	0,203	-0,014	0,065	

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Слід звернути увагу на той факт, що використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій не має статистично значущого зв'язку з інтегральним рівнем економічного розвитку країн (табл. 1.23).

Таблиця 1.23 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
fin	0,000	0,000	-1,45	0,148	-0,001	0,000	
Constant	0,348	0,007	50,09	0,000	0,334	0,362	***
Mean dependent var		0,342	SD dependent var				0,038
Overall r-squared		0,002	Number of obs				145,000
Chi-square		2,095	Prob > chi2				0,148
R-squared within		0,041	R-squared between				0,035

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Показовим є також той факт, що зростання фінансової активності населення в мережі Інтернет майже не має економічних наслідків з огляду на результати оцінювання впливу на окремі показники економічного розвитку, окрім підвищення інфляції (табл. 1.24, табл. А.81 – А.90 дод. А).

Таблиця 1.24 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на окремі параметри економічного розвитку країн Європи у 2012–2020 роках

Результуюча змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
ED1	-0,006	0,014	-0,41	0,683	-0,033	0,021	
ED2	-0,134	0,112	-1,19	0,235	-0,354	0,087	
ED3	-0,008	0,023	-0,32	0,748	-0,054	0,039	
ED4	0,025	0,073	0,34	0,737	-0,119	0,168	
ED5	-0,037	0,025	-1,52	0,128	-0,086	0,011	
ED6	-0,020	0,031	-0,65	0,514	-0,082	0,041	
ED7	0,019	0,008	2,42	0,015	0,004	0,035	**
ED8	0,011	0,010	1,19	0,235	-0,007	0,030	
ED9	-27000000,0	42200000,0	-0,64	0,522	-110000000,0	55600000,0	
ED10	0,002	0,021	0,07	0,943	-0,039	0,042	
*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$							

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Поширення використання мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами не має статистично значущого впливу на інтегральний рівень економічного розвитку (табл. 1.25), однак, з іншого боку, покращення електронної взаємодії з публічними органами сприяє створенню нового бізнесу та покращенню платіжного балансу країни (табл. 1.26, табл. А.91 – А.100 дод. А).

Таблиця 1.25 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
publ	0,000	0,000	0,31	0,755	0,000	0,000	
Constant	0,339	0,013	26,21	0,000	0,314	0,365	***
Mean dependent var							
		0,343	SD dependent var				0,044
Overall r-squared		0,016	Number of obs				261,000
Chi-square		0,097	Prob > chi2				0,755
R-squared within		0,002	R-squared between				0,045
*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$							

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця 1.26 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на окремі параметри економічного розвитку країн Європи у 2012–2020 роках

Результуюча змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
ED1	-0,103	0,023	-4,44	0,000	-0,149	-0,058	***
ED2	-0,253	0,141	-1,79	0,073	-0,529	0,024	*
ED3	-0,024	0,015	-1,55	0,121	-0,054	0,006	
ED4	0,020	0,041	0,48	0,629	-0,061	0,101	
ED5	0,011	0,021	0,53	0,597	-0,030	0,052	
ED6	0,003	0,024	0,11	0,915	-0,044	0,049	
ED7	0,001	0,005	0,18	0,858	-0,009	0,011	
ED8	0,061	0,013	4,68	0,000	0,036	0,087	***
ED9	-28000000,0	25500000,0	-1,10	0,273	-77900000,0	22000000,00	
ED10	0,028	0,016	1,73	0,085	-0,004	0,060	*
*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$							

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Розглядаючи останній блок дослідження, відзначимо, що використання комп'ютерів та мережі Інтернет в роботі працівників не має релевантного впливу на інтегральний економічний розвиток країни (табл. 1.27).

Таблиця 1.27 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
comp	0,000	0,000	-0,72	0,470	-0,001	0,000	
Constant	0,355	0,018	19,49	0,000	0,320	0,391	***
Mean dependent var							
		0,343	SD dependent var				0,044
Overall r-squared		0,002	Number of obs				261,000
Chi-square		0,521	Prob > chi2				0,470
R-squared within		0,012	R-squared between				0,012
*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$							

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Цей вплив виявився переважно незначущим і за частковими індикаторами (табл. 1.26, табл. А.101 – А.110 дод. А).

Таблиця 1.26 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп’ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на окремі параметри економічного розвитку країн Європи у 2012–2020 роках

Результуюча змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
ED1	-0,201	0,038	-5,36	0,000	-0,275	-0,128	***
ED2	-0,518	0,225	-2,31	0,021	-0,958	-0,078	**
ED3	-0,061	0,024	-2,52	0,012	-0,108	-0,014	**
ED4	-0,010	0,065	-0,15	0,883	-0,136	0,117	
ED5	0,016	0,034	0,45	0,651	-0,052	0,083	
ED6	-0,022	0,037	-0,59	0,553	-0,095	0,051	
ED7	0,000	0,008	0,05	0,962	-0,016	0,017	
ED8	0,133	0,021	6,37	0,000	0,092	0,174	***
ED9	-27300000,0	40900000,0	-0,67	0,504	-107000000,0	52800000,0	
ED10	0,046	0,026	1,75	0,081	-0,006	0,097	*

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

У той же час, останній з досліджуваних індикаторів – використання веб-сайтів підприємств – виявився статистично значущим каталізатором економічного розвитку країн (табл. 1.27). Цей ефект підтверджується також окремими позитивними частковими впливами (табл. 1.28, табл. А.111 – А.120 дод. А).

Таблиця 1.27 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
web	0,001	0,000	2,88	0,004	0,000	0,002	***
Constant	0,255	0,031	8,23	0,000	0,194	0,316	***
Mean dependent var		0,343	SD dependent var				0,044
Overall r-squared		0,032	Number of obs				261,000
Chi-square		8,308	Prob > chi2				0,004
R-squared within		0,058	R-squared between				0,045

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця 1.28 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на окремі параметри економічного розвитку країн Європи у 2012–2020 роках

Результуюча змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
ED1	-0,354	0,054	-6,58	0,000	-0,459	-0,248	***
ED2	-0,574	0,265	-2,17	0,030	-1,092	-0,055	**
ED3	0,009	0,025	0,37	0,710	-0,040	0,059	
ED4	0,079	0,069	1,15	0,249	-0,055	0,213	
ED5	0,215	0,048	4,47	0,000	0,121	0,310	***
ED6	0,032	0,039	0,83	0,407	-0,044	0,108	
ED7	-0,005	0,009	-0,60	0,549	-0,023	0,012	
ED8	0,075	0,033	2,30	0,022	0,011	0,139	**
ED9	-7690000,000	44900000,000	-0,17	0,864	-95600000,000	80300000,000	
ED10	0,145	0,033	4,38	0,000	0,080	0,210	***

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Підсумовуючи проведене дослідження зазначимо, що цифровізація суспільства більшою мірою проявляється у покращенні соціального розвитку, ніж економічного та відповідно, є необхідність у додаткових регуляторних інтервенціях держави, спрямованих на збереження позитивного стану економіки в умовах цифровізації.

Висновки до розділу 1

У першому розділі дисертації визначено та систематизовано контекстуальні та темпоральні паттерни наукових досліджень з питань цифровізації суспільства та освіти; розроблено композитну модель оцінювання рівня цифровізації суспільства та освіти; формалізовано причинно-наслідкові зв'язки у контексті впливу рівня цифровізації суспільства на економічний та соціальний розвиток.

За результатами розділу зроблено наступні висновки:

1. Аналіз наукових досліджень, присвячених питанням цифровізації суспільства, засвідчив, що найбільш цитовані публікації, проіндексовані наукометричною базою Scopus, опубліковані в період 1977–2022 років, стосувалися цифрових трансформацій, економіки знань, використання цифрових технологій у наукових дослідженнях. У той же час, сучасні наукові дослідження, які набули найбільшої популярності серед науковців, пов'язані з інтеграцією цифрових технологій у функціонування різних напрямків економіки. Найбільш активно питання цифровізації суспільства досліджували американські, японські, німецькі та китайські вчені. Проведений бібліометричний аналіз наукових досліджень, присвячених питанням цифровізації суспільства, дозволив виокремити п'ять ключових напрямків, що вивчаються науковцями: 1) трансформацію суспільства під впливом проникнення цифрових технологій у повсякденне життя; 2) особливості трансформації виробничих процесів та досліджень під впливом цифровізації; 3) вплив цифровізації на різні за віком та статтю категорії населення; 4) розвиток нових методів діагностики для підвищення ефективності медицини; 5) вивчення космосу.

2. У контексті вивчення питань цифровізації освіти найбільшою увагою дослідників характеризувались публікації, присвячені питанням використання цифрових технологій у навчальному процесі та їх впливу на його ефективність, а також цифровізації освіти у пандемічний період. Аналіз більше 30 тис. наукових статей, проіндексованих наукометричною базою Scopus, засвідчив існування 7 кластерів ключових слів, що опосередковують найбільш масштабні напрямки наукових досліджень (цифрові методи навчання; цифрова освіта для різних категорій населення; цифровізація медичної освіти; цифровізація шкільної освіти; психологічні наслідки цифровізації освіти; вплив пандемії на цифровізацію освіти; цифрові навички викладачів). Аналіз еволюції наукових досліджень, присвячених цифровізації освіти, засвідчив, що більш ранні публікації стосувались цифрових методів

навчання, а найбільш сучасні праці присвячені особливостям формування цифрових компетентностей та організації дистанційної освіти.

3. Для оцінювання рівня цифровізації освіти та суспільства відібрано 19 індикаторів, що характеризують різні їх аспекти. Аналіз внутрішньої узгодженості відібраних індикаторів за допомогою методу альфа Кронбаха дозволив звузити вибірку до 15 індикаторів, які склали основу для побудови композитної моделі освіти та суспільства за допомогою методу адитивно-мультиплікативної згортки з використанням вагових коефіцієнтів, визначених за методом головних компонент. Практичні розрахунки, проведені для 24 європейських країн, засвідчили, що у 2020 році максимальний рівень цифровізації було досягнуто в Ісландії, а мінімальний – в Італії. Для більшості країн рівень цифровізації освіти та суспільства становить близько 30 % від максимально можливого рівня.

4. Для ідентифікації соціальних та економічних наслідків цифровізації суспільства здійснено моделювання впливу параметрів цифровізації суспільства (електронні продажі підприємств, використання населенням мережі Інтернет для різних операцій, веб-сайти підприємств) на композитні та часткові параметри економічного і соціального розвитку. Композитні індикатори економічного та соціального розвитку визначено як середні значення нормалізованих часткових індикаторів економічного та соціального розвитку. Специфікацію моделі (метод узагальнених найменших квадратів з випадковими ефектами) визначено за допомогою тесту Бройша-Пагана. Моделювання проведено для 29 європейських країн за період 2012–2020 років.

5. Результати моделювання продемонстрували, що на соціальний розвиток країн позитивно впливає розвиток електронних торговельних процесів, цифровізація життя населення, використання цифрових технологій найманими працівниками. Серед позитивних соціальних наслідків зростання рівня цифровізації суспільства можна відмітити покращення значень показників зайнятості, гендерної рівності, рівномірності розподілу доходів населення, народжуваності та тривалості життя населення, його освіченості.

6. Емпірично підтверджено, що інтегральний рівень економічного розвитку фактично не залежить від рівня цифровізації суспільства. Серед часткових позитивних економічних наслідків підвищення рівня цифровізації суспільства слід відзначити зростання відкритості економіки, приріст доданої вартості в промисловості, покращення платіжного балансу, зростання нагромадження капіталу, відкриття нового бізнесу. З іншого боку, негативними економічними наслідками цифровізації суспільства є зниження притоку прямих іноземних інвестицій, скорочення кінцевих споживчих витрат, втрата темпів економічного зростання та зростання темпів інфляції.

Основні положення першого розділу дисертації опубліковано автором у роботах [118, 121].

РОЗДІЛ 2

РОЗВИТОК МЕТОДИЧНИХ ЗАСАД РЕФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ОСВІТИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИН

2.1 Тенденції цифровізації освіти у воєнний період: трендовий аналіз

У сучасних умовах, що характеризуються інтенсивними трансформаційними процесами, викликаними зовнішніми та внутрішніми імпульсами, цифрові технології відіграють важливу роль. Діджиталізація суспільних та економічних відносин створює як нові можливості для розвитку соціально-економічних систем, так і обумовлює появу нових викликів [111, 112]. Цифрові технології стали невід’ємною складовою суспільного життя та інтегрувалися у практично всі повсякденні процеси після пандемії COVID-19, адже саме у період жорстких карантинних обмежень, що унеможлилювали відвідування закладів освіти у звичному форматі, технології змішаного, електронного та дистанційного навчання дозволили забезпечити резильєнтність освітнього процесу на різних рівнях його реалізації. Зокрема, за даними експертів Організації Об’єднаних Націй [82] станом на кінець II кварталу 2020 року через пандемію понад 90% здобувачів освіти (у найбільш бідних країнах – до 99%) мали труднощі з повноцінним доступом навчальних матеріалів. Таким чином, без цифрових технологій переважна більшість учнів та студентів могли би залишитися поза освітнім процесом на період локдаунів через закриття закладів освіти. Варто зауважити, що у постпандемічний період освітній процес лише частково повернувся до свого допандемічного формату, тоді як у багатьох випадках інструменти дистанційного, онлайн чи змішаного навчання продовжують і надалі широко використовуватися закладами освіти. Справедливо зауважити, що у вітчизняних реаліях цифрові технології дозволяють забезпечити відносну резильєнтність освітнього процесу, що реалізується в умовах постійної загрози для життя та здоров’я як викладачів,

так і здобувачів освіти через повномасштабне вторгнення Росії в Україну. Саме тому інструменти дистанційного, онлайн чи змішаного навчання у нашій державі на поточний момент є не менш актуальними, ніж в активній фазі розгортання пандемії COVID-19. Враховуючи вищезазначене, як науковий, так і практичний інтерес викликає дослідження динаміки користувачів пошукових систем до окремих аспектів реалізації цифрових технологій в освітньому процесі, а також співставлення цих трендів у довоєнний та воєнний періоди. Це дозволить формалізувати зміну трендів цікавості до проблематики цифровізації освіти, що є закономірним результатом розвитку світогосподарських відносин, а також ідентифікувати ті тренди, що є специфічними для України в умовах повномасштабного вторгнення, що і визначає актуальність даного дослідження.

З метою дослідження основних тенденцій цифровізації освіти у воєнний період здійснено аналіз пошукових запитів за ключовими словами з використанням інструменту Google Trends [30]. Для порівняння зміни трендів цікавості користувачів до векторів реалізації цифровізації освіти в Україні та світі до повномасштабного вторгнення Росії в Україну та після нього період спостереження охоплює діапазон 30.08.2020-30.08.2023. Червоним на графіках позначено дату початку повномасштабного вторгнення – 24.02.2022 р. Так, для визначення об'єкту трендового аналізу (ключових слів / словосполучень) було проаналізовано звіти щодо сучасних трендів цифровізації в освіті. За результатами аналізу було сформовано вибірку з наступних слів / словосполучень:

- освіта (education);
- вища освіта (higher education);
- дистанційне навчання (distance learning);
- онлайн навчання (online learning);
- електронне навчання (e-learning);
- змішане навчання (hybrid learning);
- гейміфікація навчання (gamification learning) (рис. 2.1–2.10).

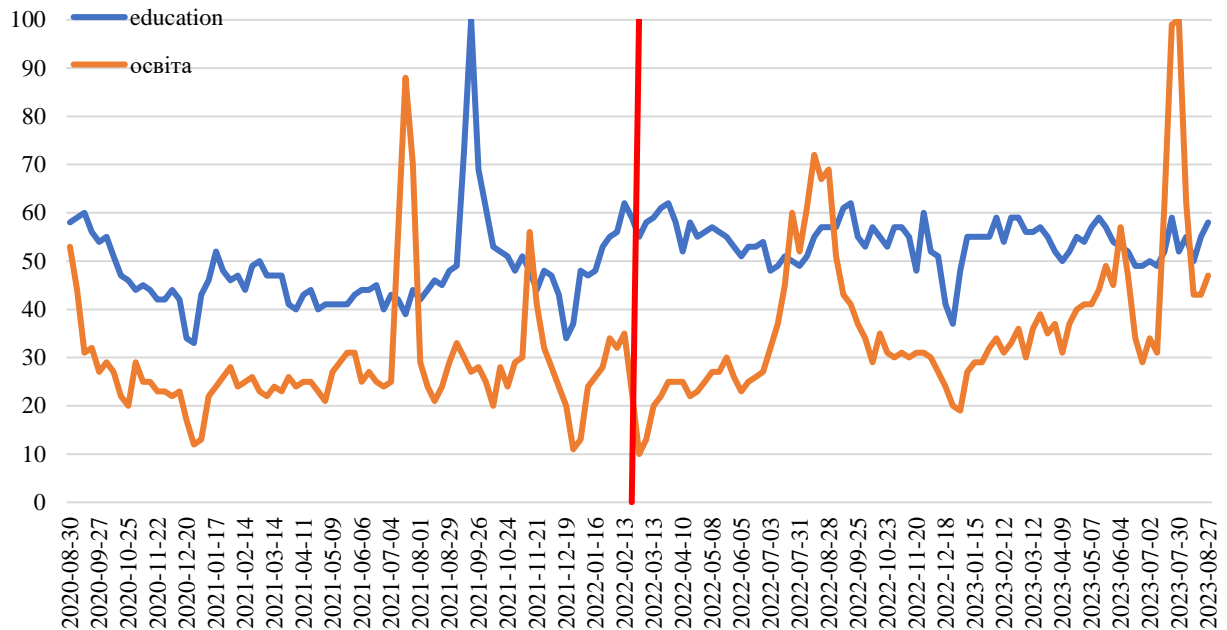


Рисунок 2.1 – Динаміка пошукових запитів користувачів Google за ключовими поняттями «освіта» (Україна) та «education» (увесь світ) за період 30.08.2020-30.08.2023 рр.

Джерело: побудовано автором з використанням Google Trends [30]

Так, за даними рис. 2.1 можна відмітити декілька цікавих закономірностей зміни користувацької цікавості до питань освіти, а саме:

- як для України, так і для світу в цілому характерним є суттєве зниження інтересу користувачів пошукової системи Google до питань освіти у період різдвяних канікул, що доволі чітко відслідковується за рахунок падіння кількості запитів щорічно саме у цей період;

- натомість в цілому по світу складно відслідкувати певні закономірності збільшення користувацької цікавості до питань освіти, тоді як для України притаманним є зростання цікавості до теми в середині липня-початку серпня кожного року, що припадає на період активної стадії приймальної кампанії в університетах;

- у довоєнний період тренди інтенсивності користувацької цікавості до питань освіти в Україні та світі були більш синхронними, тоді як після 24.02.2022 р. їх варіативність дещо зростає; варто також відмітити, що протягом першого тижня після повномасштабного вторгнення національний

тренд здійснив падіння до свого мінімуму за період спостереження, тоді як для загальносвітового тренду це притаманно не було.

Узагальнюючи результати трендового аналізу за пошуковим запитом «освіта» було встановлено, що повномасштабне вторгнення обумовило певні специфічні національні закономірності, не притаманні іншим країнам світу, проте саме для цього ключового слова ці відмінності не є критичними.

У свою чергу, географічна дисемінація популярності пошукових запитів серед українських користувачів представлена на рис. 2.2. Темніший колір заливки регіону України засвідчує вищий рівень популярності питань освіти серед користувачів пошукового сервісу. При цьому популярність досліджуваного питання оцінюється за шкалою від 0 до 100, де оцінку 100 отримує регіону, у якому пошуковий запит на тему «освіта» характеризується найвищою популярністю.

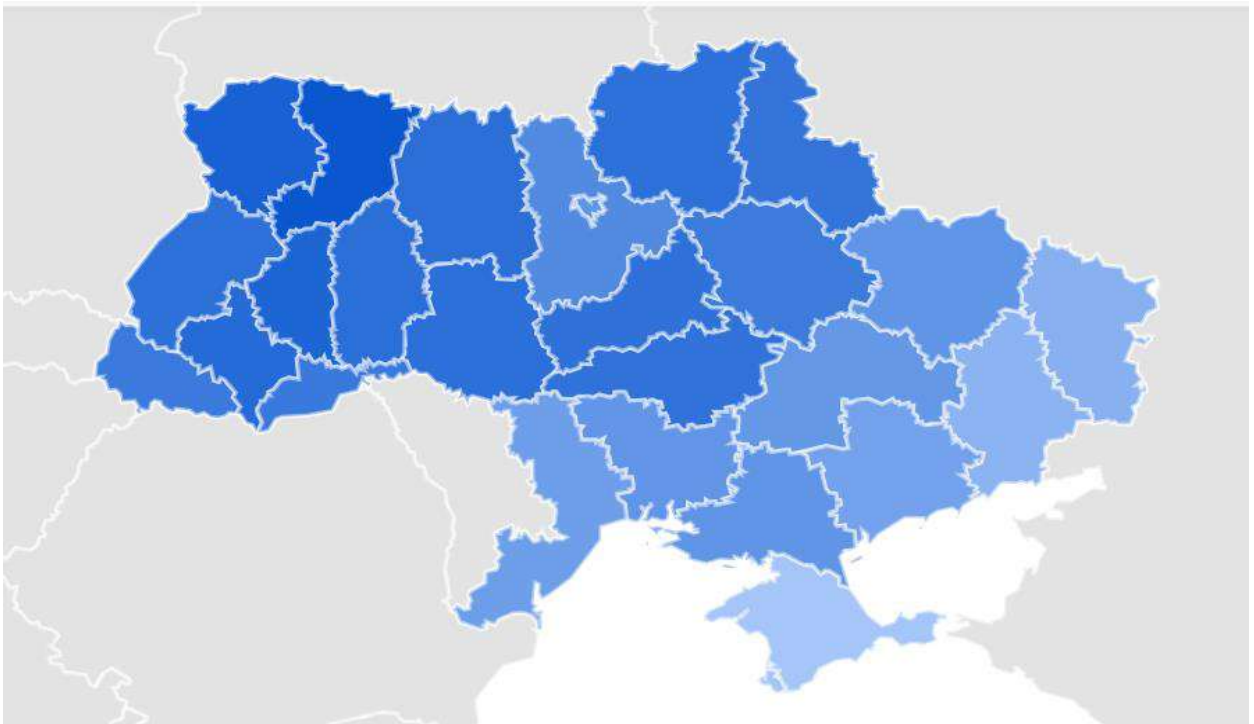


Рисунок 2.2 – Географічна структура пошукових запитів користувачів Google за ключовими поняттями «освіта» (Україна) за період 30.08.2020-30.08.2023 рр.

Джерело: побудовано автором з використанням Google Trends [30]

Так, за даними рис. 2.2 можна відмітити, що найбільша кількість пошукових запитів за ключовим поняттям «освіта» за період 30.08.2020-30.08.2023 рр. було зафіксовано у Рівненській обл. (100), Волинській обл. (91), Тернопільській обл. (87), Івано-Франківській обл. (82) та Житомирській обл. (79). Натомість найменша кількість запитів зафіксована у Луганській обл. (20), Донецькій обл. (18) та Автономній Республіці Крим (менше 1). Таким чином, стає очевидним, що популярність пошукового запиту щодо питання освіти українською мовою є характерною для автентично україномовних регіонів, тоді як у регіонах, частина яких є тимчасового окупованими Російською Федерацією цей показник є найнижчим, що є абсолютно закономірним.

У свою чергу, аналіз трендів цікавості користувачів Google до питань вищої освіти (рис. 2.3) дозволив відмітити певну синхронність з трендами у розрізі освіти, а саме: падіння користувацької цікавості до даного питання у період різдвяних канікул в Україні та світі разом зі зростанням цікавості вітчизняних користувачів до вищої освіти у період вступної кампанії до закладів вищої освіти, а також мінімальний за період спостереження рівень цікавості українських користувачів цієї пошукової системи до даного питання у перший тиждень повномасштабного вторгнення.

Разом з тим, є і певні специфічні риси, серед яких можна відмітити:

- зростання амплітуди лінії тренду, що ілюструє інтенсивність запитів користувачів щодо вищої освіти у світі;
- асинхронність вітчизняного та загальносвітового тренду користувацького інтересу до досліджуваного питання від початку повномасштабного вторгнення і до початку вступної кампанії в Україні (зокрема, зафіксовано зростання цікавості користувачів до питань вищої освіти у світі, що можна пояснити, у тому числі, і цікавістю вітчизняних абітурієнтів, що були вимушені шукати перспективи продовження освіти закордоном через повномасштабне вторгнення), тоді як орієнтовно 5-10 липня 2022 року тренди пошукових запитів вітчизняних та закордонних користувачів були майже ідентичними (на рівні 60 зі 100).

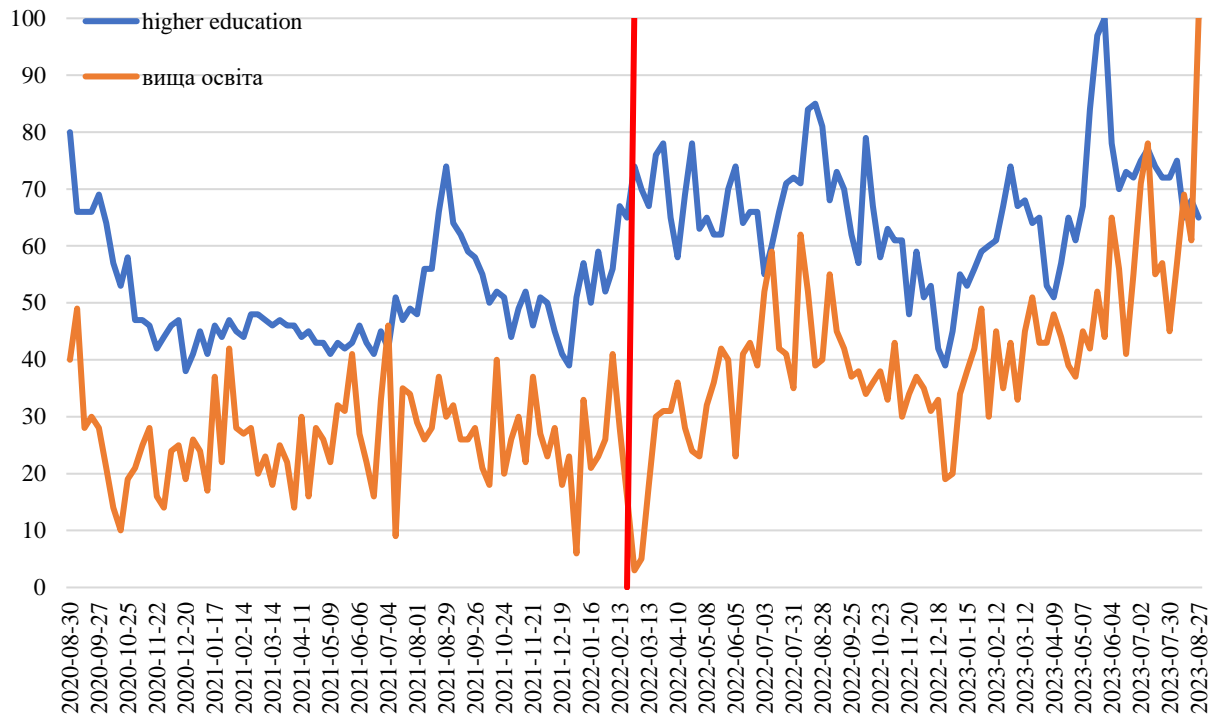


Рисунок 2.3 – Динаміка пошукових запитів користувачів Google за ключовими поняттями «вища освіта» (Україна) та «higher education» (увесь світ) за період 30.08.2020-30.08.2023 рр.

Джерело: побудовано автором з використанням Google Trends [30]

Справедливо зауважити, що рівень цікавості користувачів в Україні до проблеми вищої освіти за період 30.08.2020-30.08.2023 рр. (рис. 2.4) був найбільшим у Волинській обл. (100), Рівненській обл. (96), Івано-Франківській обл. (94) Львівській обл. (94) та Вінницькій обл. (90). Варто відмітити, що склад регіонів-лідерів за кількістю пошукових запитів дещо відрізняється за тематикою «освіта» та «вища освіта», що визначається як щільністю населення, що проживає на відповідній території, так і наявністю мережі закладів вищої освіти. Разом з тим, якщо за темою «освіта» спостерігалися запити з тимчасово окупованих територій, то за темою «вища освіта» кількість запитів від користувачів з Херсонської обл., Луганської обл., Донецької обл. та Автономної Республіки Крим є критично малою і не відображається у загальній структурі. Серед регіонів з найменшою кількістю запитів за тематикою «вища освіта» можна відмітити Харківську обл. (32), Запорізьку

обл. (36) та Одеську обл. (36). Таким чином, цілком очевидним є той факт, що на розподіл пошукових запитів за тематикою у розрізі регіонів України значно вплинуло повномасштабне вторгнення.

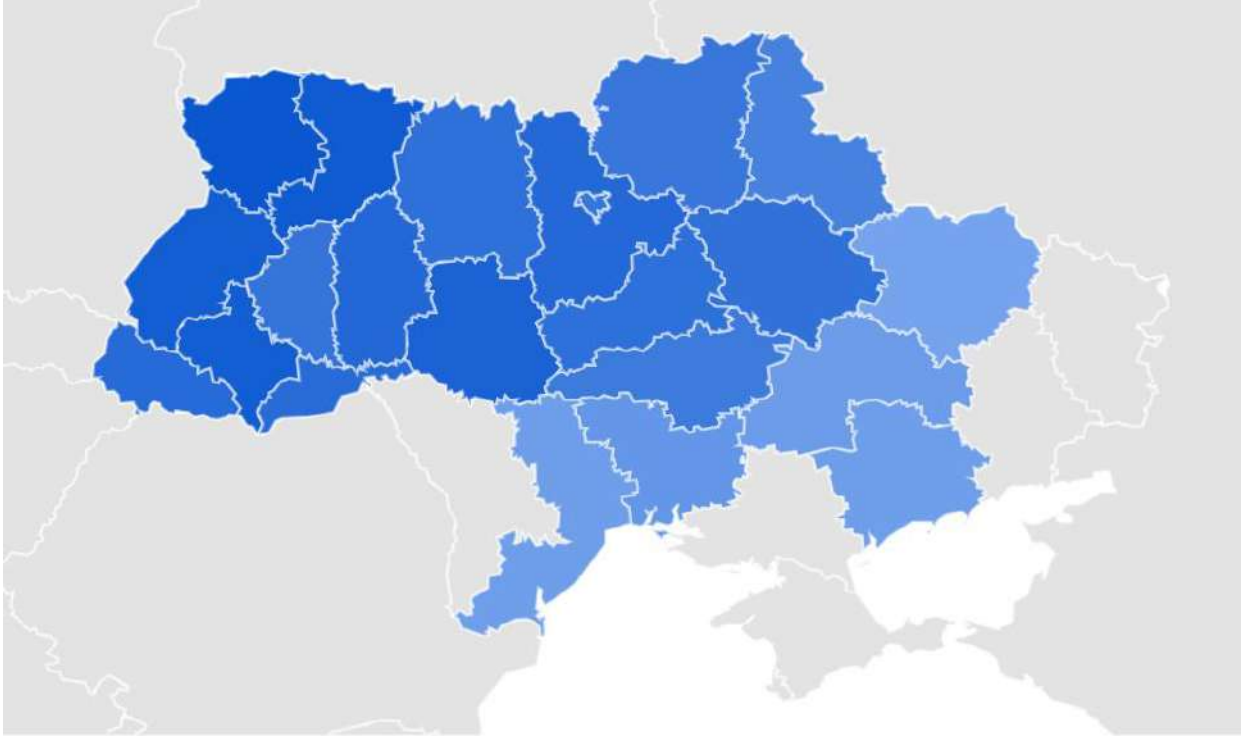


Рисунок 2.4 – Географічна структура пошукових запитів користувачів Google за ключовими поняттями «вища освіта» (Україна) за період 30.08.2020-30.08.2023 рр.

Джерело: побудовано автором з використанням Google Trends [30]

Аналізуючи запити користувачів Google щодо дистанційного навчання (рис. 2.5), варто зауважити, що світовий тренд характеризується відсутністю значних флуктуацій протягом періоду спостереження, а його динаміка в цілому є низхідною, що дозволяє зробити висновок про поступову втрату релевантності дистанційної освіти для більшості країн світу у постпандемічний період. Натомість вітчизняний тренд характеризується значною інтенсивністю коливань та їх амплітудою. Варто також відмітити, що українських користувачів менше всього цікавило питання дистанційного навчання протягом липня 2022 року і ця тенденція прослідковується на

щорічній основі (аналогічно у 2021 та 2023 рр.). Крім того, аналогічного до двох попередніх кейсів, визначена проблематика перебувала поза фокусом уваги пересічних вітчизняних користувачів Google-пошуку протягом першого тижня після повномасштабного вторгнення, проте вже з кінця березня 2022 р. цікавість до даного питання стрімко зросла і трималася на високому рівні протягом наступних двох місяців. Необхідно також зауважити, що цікавість до дистанційного навчання була більш високою у період розгортання пандемії, а також у перший місяць 2022/23 навчального року, тоді як у перший місяць 2023/24 н.р. інтенсивність інтересу до даного питання була значно нижчою.

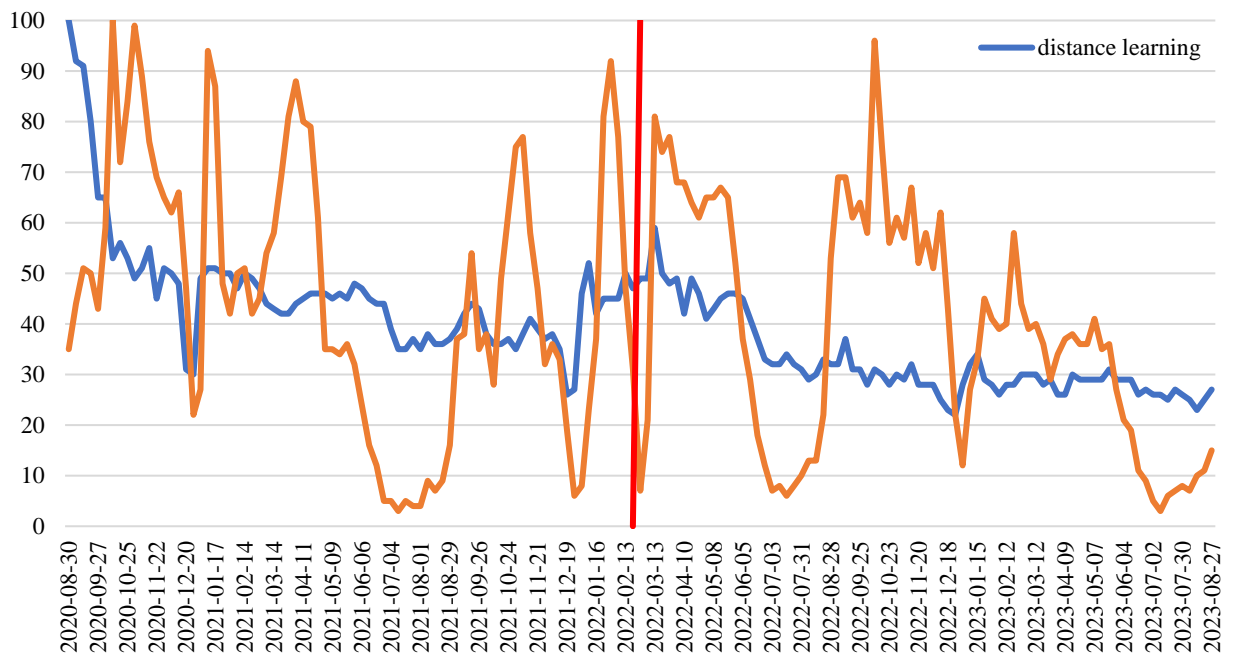


Рисунок 2.5 – Динаміка пошукових запитів користувачів Google за ключовими поняттями «дистанційне навчання» (Україна) та «distance learning» (увесь світ) за період 30.08.2020-30.08.2023 рр.

Джерело: побудовано автором з використанням Google Trends [30]

Аналіз географічної структури дисемінації користувацького інтересу українців щодо питань дистанційного навчання, що представлена на рис. 2.6, дозволяє зауважити, що дана проблематика не є релевантною для користувачів з Волинської, Закарпатської, Тернопільської, Чернівецької, Херсонської,

Миколаївської, Кіровоградської, Луганської областей та Автономної Республіки Крим. Натомість, найбільш популярним даний запит був серед користувачів Харківської обл. (100), Чернігівської обл. (66) та Полтавської обл. (46).

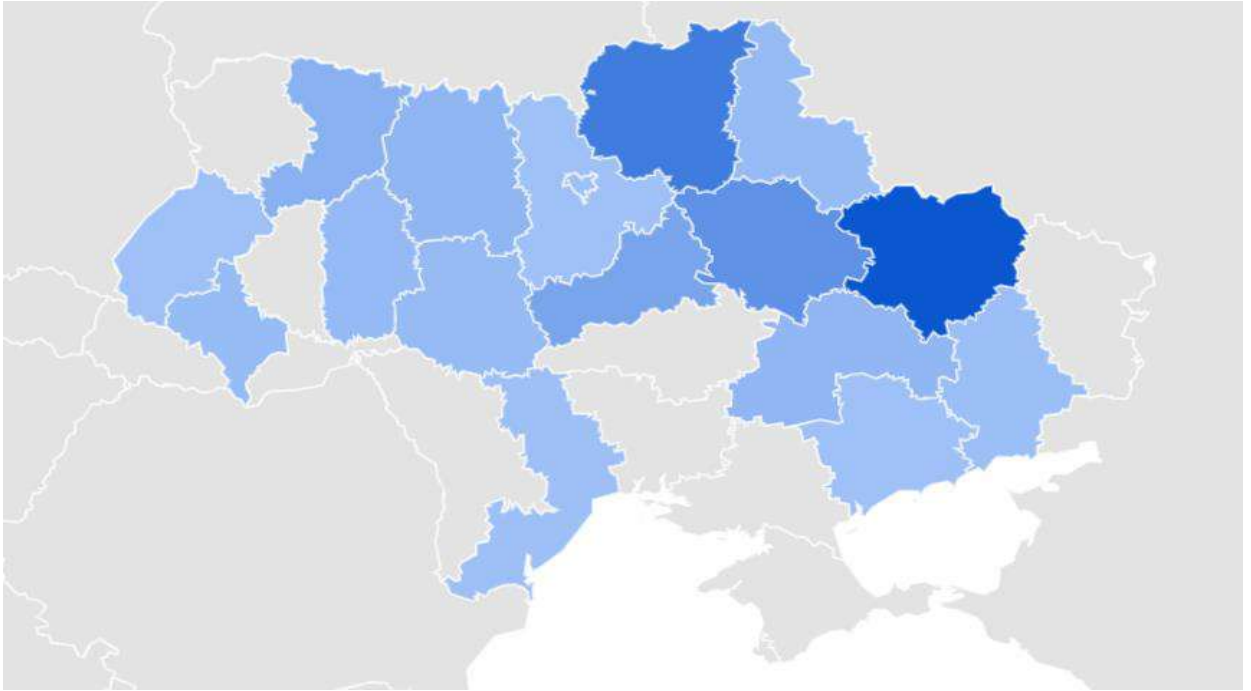


Рисунок 2.6 – Географічна структура пошукових запитів користувачів Google за ключовими поняттями «дистанційне навчання» (Україна) за період 30.08.2020-30.08.2023 рр.

Джерело: побудовано автором з використанням Google Trends [30]

Загальносвітовий тренд цікавості користувачів пошукової системи Google до онлайн навчання у світі (рис. 2.7) доволі подібний до аналогічного тренду щодо питання дистанційного навчання (рис. 2.5), тобто він є низхідним і доволі пологим. Разом з тим, вітчизняний тренд у довоєнний період був доволі синхронний з загальносвітовим, тоді як після повномасштабного вторгнення зафіксовано значну асинхронність. Зокрема, як і у попередніх випадках, протягом першого тижня повномасштабного вторгнення цікавість вітчизняних користувачів пошукової системи до цього питання була мінімальною, проте вже в середині березня 2022 р. було зафіксовано суттєвий

сплеск користувацької цікавості до даного питання. Однак, максимального свого значення за період дослідження вітчизняний тренд досягнув наприкінці серпня-початку вересня 2022 р., що свідчить про критичну важливість онлайн навчання у контексті підтримання резильєнтності системи освіти в умовах воєнного стану.

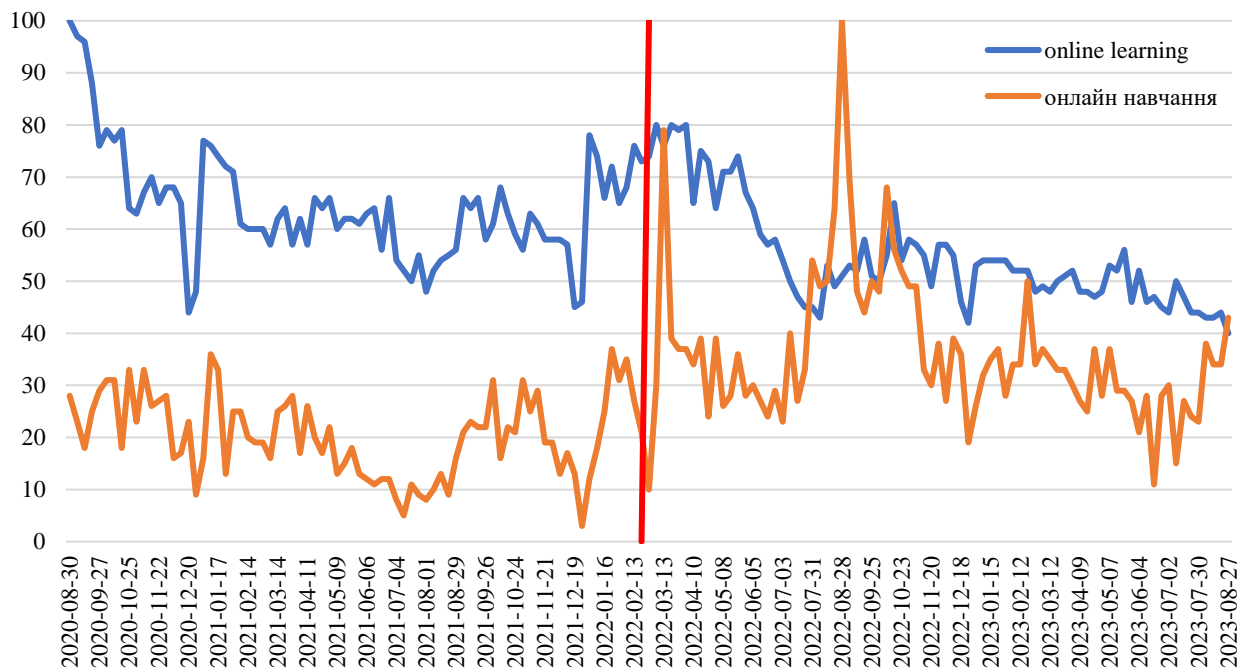


Рисунок 2.7 – Динаміка пошукових запитів користувачів Google за ключовими поняттями «онлайн навчання» (Україна) та «online learning» (увесь світ) за період 30.08.2020-30.08.2023 рр.

Джерело: побудовано автором з використанням Google Trends [30]

Варто відмітити, що питання забезпечення онлайн навчання є доволі популярним у розрізі регіонів України, у тому числі й тимчасово окупованих територій (рис. 2.8). Кількість пошукових запитів є критично малою лише з Автономної Республіки Крим. Натомість, найбільш популярним дане питання протягом 30.08.2020-30.08.2023 рр. було серед користувачів Рівненської обл. (100), Тернопільської обл. (98), Волинської обл. (92), Закарпатської обл. (86) та Чернігівської обл. (85). У свою чергу, у Харківській обл. (34), Донецькій обл. (18) та Луганській обл. (12) кількість запитів користувачів

пошукового сервісу Google за ключовими поняттями «онлайн навчання» була найменшою.

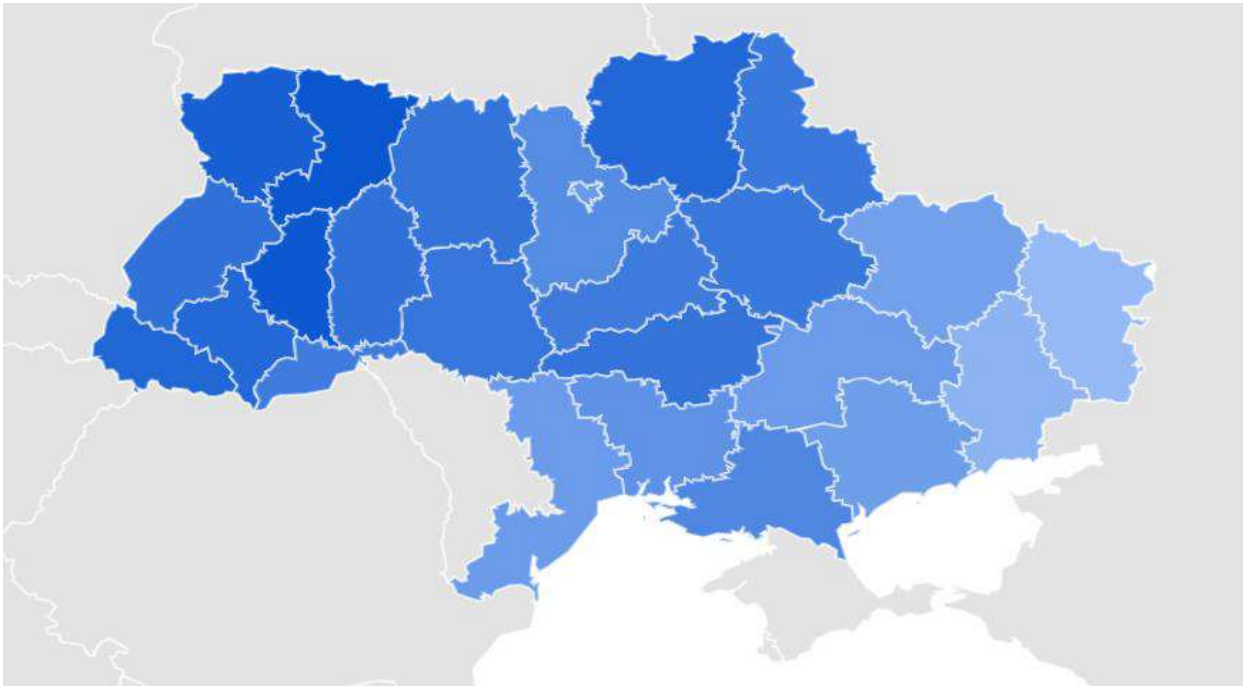


Рисунок 2.8 – Географічна структура пошукових запитів користувачів Google за ключовими поняттями «онлайн навчання» (Україна) за період 30.08.2020-30.08.2023 рр.

Джерело: побудовано автором з використанням Google Trends [30]

У свою чергу, за даними, представленими на рис. 2.9, можна відмітити, що як вітчизняний, так і загальносвітовий тренди користувацької цікавості до питання електронного навчання характеризуються значною волатильністю, інтенсивністю та амплітудою коливань, при чому український тренд є більш нестабільним. Разом з тим, значна кількість коливань, їх інтенсивність та хаотичність не дозволяє відмітити певні сезонні закономірності волатильності ліній тренду як національного, так і загальносвітового. Варто також відмітити, що у світі цікавість до технологій e-learning незначно скоротилася у порівнянні з періодом пандемії COVID-19, на відміну від дистанційного та онлайн навчання.

Географічна дисеміація пошукових запитів користувачів Google за ключовими поняттями «електронне навчання» за період 30.08.2020-30.08.2023 рр. у розрізі регіонів України засвідчила релевантність цього питання лише для користувачів з Чернівецької обл. (100), Закарпатської обл. (56), Тернопільської обл. (48), Київської обл. та м. Києва (8), тоді як для решти регіонів дане питання не є актуальним.

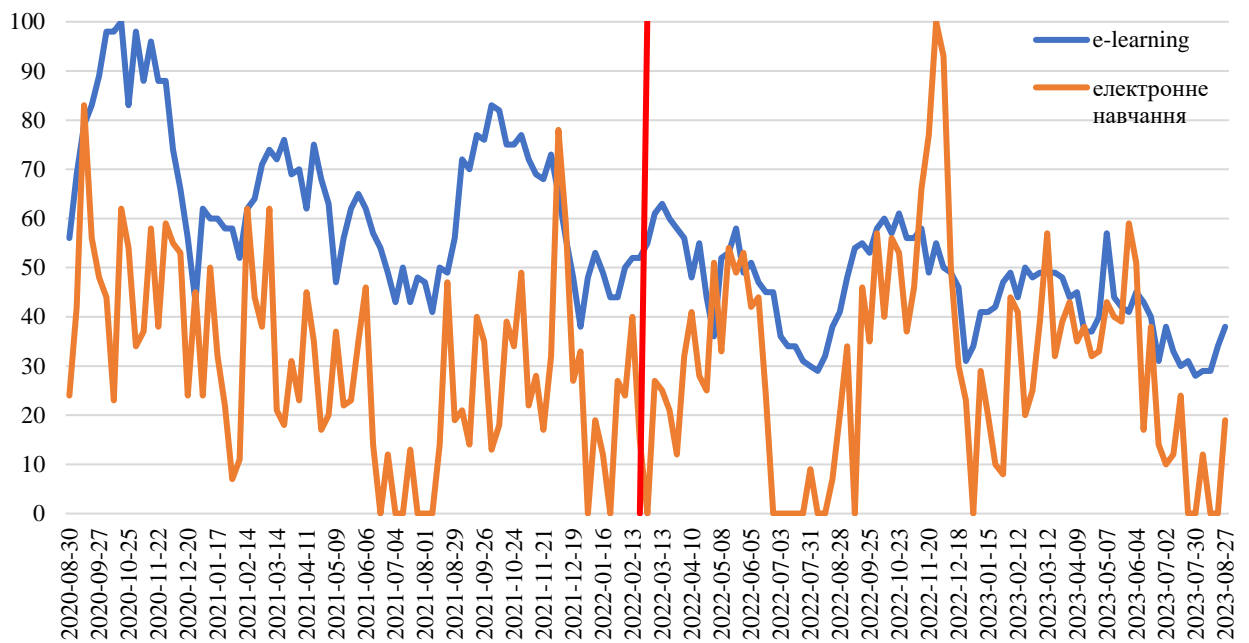


Рисунок 2.9 – Динаміка пошукових запитів користувачів Google за ключовими поняттями «електронне навчання» (Україна) та «e-learning» (у весь світ) за період 30.08.2020-30.08.2023 рр.

Джерело: побудовано автором з використанням Google Trends [30]

За даними рис. 2.10 можна відзначити, що рівень цікавості користувачів Google до питання змішаного навчання в Україні є суттєво нижчим, ніж загалом у світі. Загальносвітовий тренд також характеризується відсутністю якихось сезонних закономірностей зміни користувацької цікавості до даного питання, окрім традиційного зниження інтенсивності пошукових запитів за темою у період різдвяно-новорічних свят, тоді як у національній перспективі можна відмітити зростання інтересу до даного питання протягом останньої декади серпня (закономірність простежується як у 2022, так і у 2023 рр.), а от

циклічності спаду користувацького інтересу вітчизняних користувачів не виявлено. Варто також відмітити, що питання змішане навчання приваблює особливий інтерес користувачів Житомирської обл. (100) та м. Києва (41), тоді як для користувачів з решти регіонів це питання характеризується критично низькою кількістю пошукових запитів.

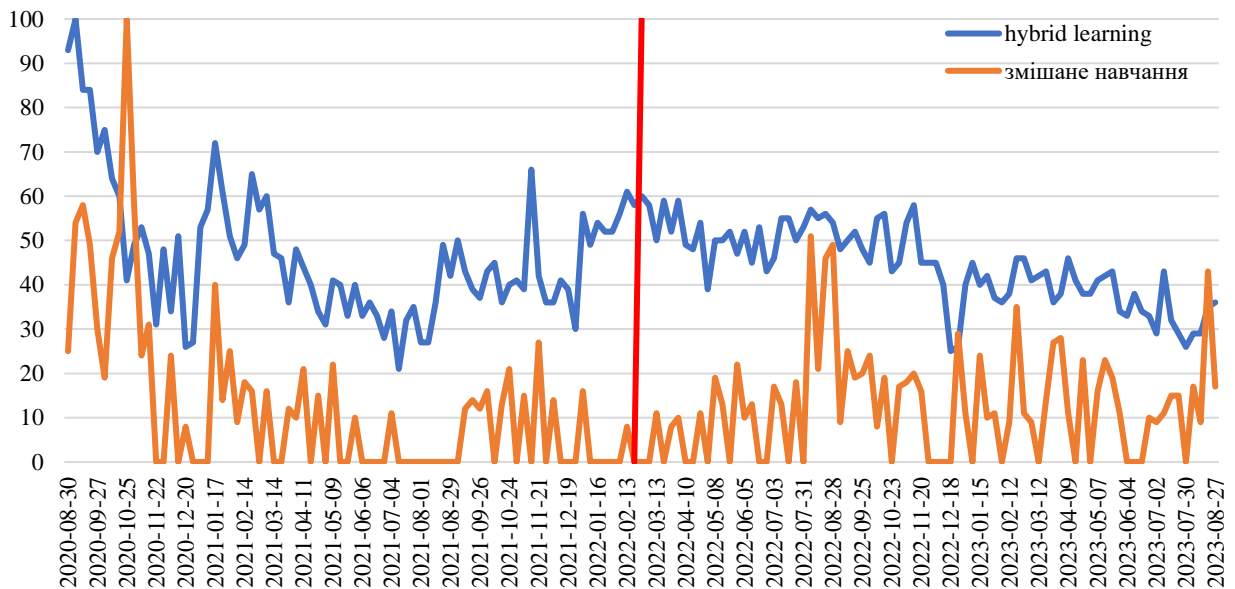


Рисунок 2.10 – Динаміка пошукових запитів користувачів Google за ключовими поняттями «змішане навчання» (Україна) та «hybrid learning» (увесь світ) за період 30.08.2020-30.08.2023 рр.

Джерело: побудовано автором з використанням Google Trends [30]

За даними аналізу рис. 2.11 можна відмітити, що гейміфікація навчання є більш популярною концепцією у світі, тоді як в Україні ця тема лише набирає популярності. Варто також відмітити, що це єдиний із семи проаналізованих пошукових запитів, для якого притаманним є зростання рівня цікавості користувацького інтересу у постпандемічному періоді. Крім вищезазначеного, через високу інтенсивність та амплітуду коливань пошукових запитів користувачів за темою не вдалося виявити інших циклічних закономірностей їх зміни. Натомість в Україні цікавість да даного питання має стихійний характер, а її зміна не пов'язана ні з стадіями реалізації освітнього процесу, ні

з повномасштабним вторгненням. Слід зауважити, що кількість пошукових запитів за тематикою гейміфікації навчання є дуже незначною, що не дозволяє сформувати географічну структуру їх дисемінації.

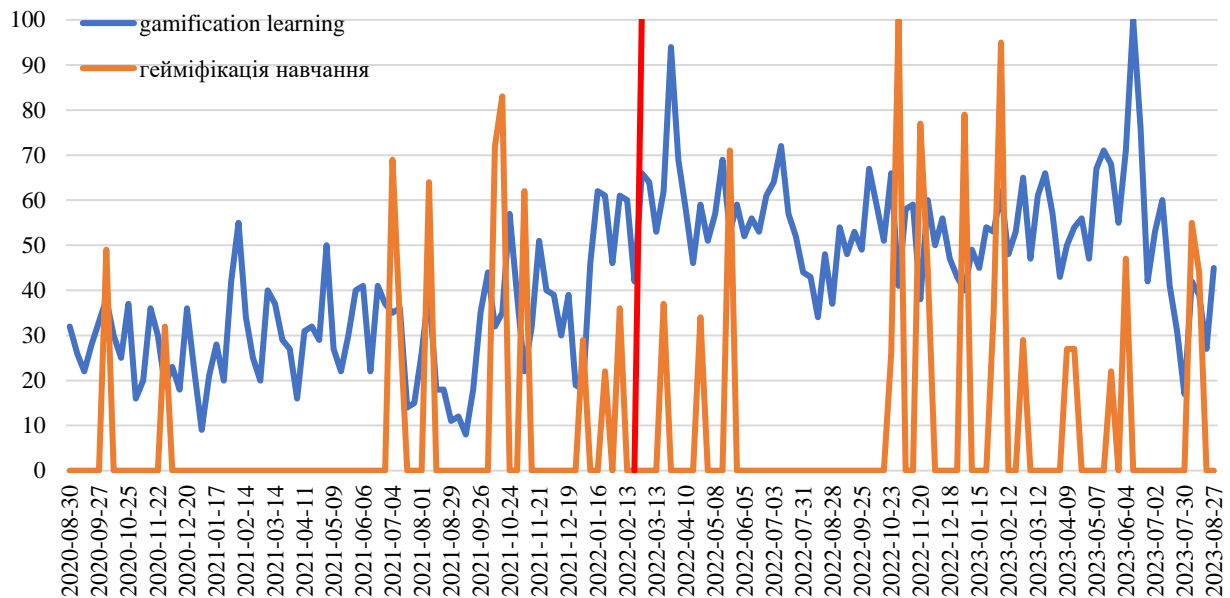


Рисунок 2.11 – Динаміка пошукових запитів користувачів Google за ключовими поняттями «гейміфікація навчання» (Україна) та «gamification learning» (увесь світ) за період 30.08.2020-30.08.2023 рр.

Джерело: побудовано автором з використанням Google Trends [30]

Узагальнюючи географічні закономірності розподілу пошукових запитів користувачів пошукової системи Google за досліджуваними ключовими словами серед країн світу, варто відмітити, що країнами лідерами за кількістю запитів за період 30.08.2020-30.08.2023 рр. є:

- щодо освіти – Гана, Замбія, Ефіопія, Зімбабве та Шрі-Ланка;
- щодо вищої освіти – Мальдіви, Ефіопія, ПАР, Замбія та Шрі-Ланка;
- щодо дистанційного навчання – Філіппіни, Камерун, Замбія, Ботсвана та ПАР;
- щодо електронного навчання – Болгарія, Росія та Казахстан;

- щодо онлайн навчання – Філіппіни, Малайзія, Зімбабве, Ямайка, Тринідад і Тобаго;
- щодо змішаного навчання – Беліз, Китай, Філіппіни, Індонезія та ОАЕ;
- щодо гейміфікації навчання – Філіппіни, Сінгапур, Малайзія, Гана та Австралія.

Узагальнюючи тенденції цифровізації суспільства та освіти протягом останніх кількох років, виявлених за допомогою трендового аналізу, можна відмітити, що пандемія COVID-19 виступила тригером активізації використання цифрових технологій для підтримання належного рівня резильєнтності освітнього процесу, проте актуальність даного напрямку не втрачає своєї актуальності і в сучасних вітчизняних умовах після повномасштабного вторгнення Росії в Україну. Аналіз пошукових запитів користувачів Google за ключовими концепціями, що характеризують цифровізацію освіти, протягом 30.08.2020-30.08.2023 дозволив виявити певні закономірності. Зокрема, було встановлено, що практично за всіма пошуковими запитами зниження інтенсивності користувацької цікавості припадає на різдвяно-новорічні канікули, тоді як для України характерним є збільшення цікавості користувачів пошукової системи до питань освіти у період проведення вступної кампанії до університетів, тоді як у загальносвітовому вимірі такої закономірності не спостерігається. Варто також відмітити, що за такими пошуковими запитами як «освіта», «вища освіта» та «електронне навчання» зафіксовано зниження інтенсивності користувацьких запитів серед вітчизняних користувачів Google протягом першого місяця після повномасштабного вторгнення, що супроводжувалося зростанням запитів за цими ж категоріями серед закордонних користувачів, що може бути спричинено цікавістю до цих питань вітчизняних користувачів, що були змушені покинути Україну через війну.

2.2 Методичний інструментарій визначення впливу цифровізації соціально-економічних відносин на попит і пропозицію на ринку праці

У контексті виявлення розривів між попитом та пропозицією на ринку праці, що спричинені цифровізацією соціально-економічних відносин, було сформовано вибірку з найбільш релевантних параметрів їх квантифікації, побудовано нейромережеві моделі в розрізі кожного із них та проведено прогнозування розривів між попитом та пропозицією на ринку праці з урахуванням викликів цифровізації на середньострокову перспективу (5 років). Розроблений наукометричний підхід передбачає послідовну реалізацію наступних етапів:

1 етап. Формування вихідної бази статистичних даних. Для проведення дослідження було створено вибірку даних по Україні з 2010 по 2020 роки. Так, було обрано 9 індикаторів регресантів (табл. 2.1) за напрямком, а саме: Навантаження зареєстрованих безробітних на одну вакансію (на кінець звітного періоду; осіб) (У1 – законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі), У2 – професіонали, У3 – фахівці, У4 – технічні службовці, У5 – працівники сфери торгівлі та послуг, У6 – кваліфіковані робітники сільського та лісового господарств, риборозведення та рибальства, У7 – кваліфіковані робітники з інструментом, У8 – робітники з обслуговування, експлуатації та контролювання за роботою технологічного устаткування, складання устаткування та машин, У9 – найпростіші професії) та 12 індикаторів регресорів (табл. 2.2): Х1 – чисельність користувачів фіксованим широкосмуговим зв'язком, Х2 – чисельність користувачів стаціонарним телефоном, Х3 – чисельність користувачів мобільним стільниковим зв'язком на 100 жителів, Х4 – чисельність користувачів Інтернетом (% населення), Х5 – державне фінансування на одного учня середньої школи у відсотках від ВВП на душу населення, Х6 – фінансування на одного студента, % від ВВП; Х7 – робоча сила з базовою освітою, Х8 –

робоча сила з вищою освітою, X9 – робоча сила з середньою освітою, X10 – приріст ВВП, X11 – індекс Джині, X12 – кількість найманих працівників.

Таблиця 2.1 – Індикатори-регресанти оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки

Рік	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9
2010	100	40	81	106	59	281	35	95	112
2011	107	44	83	127	74	300	42	113	114
2012	114	48	85	151	92	319	52	133	116
2013	121	53	87	180	114	340	63	157	119
2014	219	94	126	202	147	671	92	180	147
2015	352	113	173	256	176	740	94	219	262
2016	239	71	94	124	114	552	45	122	127
2017	155	51	66	86	80	438	27	76	80
2018	165	56	68	103	99	467	33	90	89
2019	175	62	69	122	124	497	40	106	99
2020	187	68	71	146	153	530	49	125	110

Джерело: складено автором за даними [96]

Таблиця 2.2 – Індикатори-регресори оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки

Рік	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
2010	2955862	12941346	118	23	29	41	4	74	57	4	25	81
2011	3170384	12680881	122	29	28	38	5	74	57	5	25	81
2012	3644976	12182142	131	35	30	41	9	74	57	0	25	81
2013	3996550	11830969	138	41	30	44	13	73	57	0	25	81
2014	3945575	10461083	144	46	26	37	21	73	59	-7	24	84
2015	4978813	9113061	142	49	27	40	21	74	58	-10	26	84
2016	5125499	8451229	133	53	26	39	20	73	58	2	25	84
2017	5239743	7186579	131	59	30	34	19	72	35	2	26	84
2018	5405125	6074255	128	63	28	38	42	73	69	3	26	84
2019	6784185	4182994	131	62	27	38	36	72	55	3	27	85
2020	6895809	7994953	132	66	27	38	40	72	55	-4	24	83

Джерело: складено автором за даними [96]

2 етап. Оцінювання розривів між попитом та пропозицією на ринку праці, зумовлених цифровізацією соціально-економічних відносин, на основі побудови нейронної мережі. Економіко-математичні моделі нейронної мережі

залежності розривів між попитом та пропозицією на ринку праці від факторних ознак, які характеризують різні вектори прояву цифровізації соціально-економічних відносин, буде формалізовано шляхом побудови багаторівневого персептронну та мережі на основі радіальних базисних функцій.

У свою чергу, економіко-математична модель нейронної мережі оцінювання розривів між попитом та пропозицією на ринку праці, зумовлених цифровізацією соціально-економічних відносин, набуває вигляду:

$$f(x) = \sum_{i=1}^N w_i \varphi(\|x - x_i\|) \quad (2.1)$$

де w_i – ваговий коефіцієнт i -ого вхідного сигналу;

x_i – центри радіальних базисних функцій.

3 етап. Практична апробація науково-методичного підходу. Проведемо оцінювання розривів між попитом та пропозицією на ринку праці, зумовлених цифровізацією соціально-економічних відносин. Результати дослідження залежності навантаження зареєстрованих безробітних на одну вакансію за професіями законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (Y1) від параметрів цифровізації соціально-економічних відносин систематизовано на рис. 2.3.

Summary of active networks (Spreadsheet1.sta)									
Index	Net. name	Training perf.	Test perf.	Training error	Test error	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
1	MLP 12-10-1	1,000000	0,999999	0,000000	0,000000	BFGS 51	SOS	Identity	Identity
2	MLP 12-11-1	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000	BFGS 65	SOS	Exponential	Identity
3	MLP 12-11-1	0,999999	1,000000	0,000000	0,000000	BFGS 72	SOS	Exponential	Identity
4	MLP 12-14-1	0,999999	0,999997	0,000001	0,000001	BFGS 31	SOS	Sine	Identity
5	MLP 12-6-1	0,999497	0,999998	0,000053	0,000001	BFGS 40	SOS	Exponential	Logistic

Рисунок 2.12 – Результати побудови моделей нейронних мереж регресійної залежності залежної змінної Y1 від регресорів

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

З метою подальшого використання побудованих моделей для прогнозування оцінювання розривів між попитом та пропозицією на ринку праці, зумовлених цифровізацією соціально-економічних відносин виберемо по одній моделі багатошарового персептрону MLP з найкращими характеристиками адекватності, а саме: другу модель з архітектурою MLP 12-11-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 11). Для побудови нейронної мережі типу багатошарового персептрону MLP12-11-1 використовується алгоритм BFGS.

Connections 2.MLP 12-11-1	Weight values 2.MLP 12-11-1	Connections 2.MLP 12-11-1	Weight values 2.MLP 12-11-1
X1 --> hidden neuron 1	0,045795	X10 --> hidden neuron 10	0,252894
X1 --> hidden neuron 2	0,088314	X10 --> hidden neuron 11	-0,251460
X1 --> hidden neuron 3	-0,000229	X11 --> hidden neuron 1	0,064317
X1 --> hidden neuron 4	0,160107	X11 --> hidden neuron 2	0,047746
X1 --> hidden neuron 5	-0,036913	X11 --> hidden neuron 3	0,032605
X1 --> hidden neuron 6	0,031723	X11 --> hidden neuron 4	0,020873
X1 --> hidden neuron 7	-0,062723	X11 --> hidden neuron 5	0,269373
X1 --> hidden neuron 8	0,009215	X11 --> hidden neuron 6	-0,091273
X1 --> hidden neuron 9	0,021048	X11 --> hidden neuron 7	0,039690
X1 --> hidden neuron 10	0,005925	X11 --> hidden neuron 8	0,137923
X1 --> hidden neuron 11	0,085140	X11 --> hidden neuron 9	0,228908
X2 --> hidden neuron 1	0,068243	X11 --> hidden neuron 10	0,189965
X2 --> hidden neuron 2	0,151486	X11 --> hidden neuron 11	-0,011342
X2 --> hidden neuron 3	0,151538	X12 --> hidden neuron 1	0,077549
X2 --> hidden neuron 4	0,080413	X12 --> hidden neuron 2	0,103605
X2 --> hidden neuron 5	0,332585	X12 --> hidden neuron 3	-0,047221
X2 --> hidden neuron 6	-0,132256	X12 --> hidden neuron 4	0,120033
X2 --> hidden neuron 7	0,219093	X12 --> hidden neuron 5	0,047317
X2 --> hidden neuron 8	-0,135562	X12 --> hidden neuron 6	0,081595
X2 --> hidden neuron 9	0,165884	X12 --> hidden neuron 7	0,090374
X2 --> hidden neuron 10	0,114427	X12 --> hidden neuron 8	0,081633
X2 --> hidden neuron 11	-0,219637	X12 --> hidden neuron 9	0,090318
X3 --> hidden neuron 1	0,283289	X12 --> hidden neuron 10	-0,042696
X3 --> hidden neuron 2	0,130591	X12 --> hidden neuron 11	0,033417
X3 --> hidden neuron 3	0,016004	input bias --> hidden neuron 1	0,208304
X3 --> hidden neuron 4	0,022664	input bias --> hidden neuron 2	0,251381
		input bias --> hidden neuron 3	0,119512
		input bias --> hidden neuron 4	0,315834
		hidden neuron 1 --> Y1	0,360135
		hidden neuron 2 --> Y1	0,544837
		hidden neuron 3 --> Y1	-0,145533
		hidden neuron 4 --> Y1	-0,319494
		hidden neuron 5 --> Y1	-0,262548
		hidden neuron 6 --> Y1	0,075694
		hidden neuron 7 --> Y1	-0,165867
		hidden neuron 8 --> Y1	0,427978
		hidden neuron 9 --> Y1	0,242768
		hidden neuron 10 --> Y1	-0,348456
		hidden neuron 11 --> Y1	-0,253543
		hidden bias --> Y1	-0,088230

Connections 2.MLP 12-11-1	Weight values 2.MLP 12-11-1
input bias --> hidden neuron 4	0,315834
input bias --> hidden neuron 5	0,177817
input bias --> hidden neuron 6	-0,033587
input bias --> hidden neuron 7	0,131292
input bias --> hidden neuron 8	0,245736
input bias --> hidden neuron 9	0,091582
input bias --> hidden neuron 10	0,118854
input bias --> hidden neuron 11	0,196291

Рисунок 2.13 – Фрагмент архітектури нейронної мережі дванадцятишарового персептрону із 11 прихованими шарами MLP12-11-1

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Математичну модель другої нейронної мережі з архітектурою MLP12-11-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 11) оцінювання розривів між попитом та пропозицією на ринку праці, зумовлених цифровізацією соціально-економічних відносин, у загальному вигляді можна представити з використанням нижченаведеної формули (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned}
 sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{111}^{(1)} p_{11} + v_{112}^{(1)} x_{12} + s_1^{(1)}) & (2.2) \\
 sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)} p_1 + v_{23}^{(1)} p_3 + \dots + v_{211}^{(1)} p_{11} + v_{212}^{(1)} x_{12} + s_2^{(1)}) \\
 sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)} p_1 + v_{33}^{(1)} p_3 + \dots + v_{311}^{(1)} p_{11} + v_{312}^{(1)} x_{12} + s_3^{(1)}) \\
 sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)} p_1 + v_{43}^{(1)} p_3 + \dots + v_{411}^{(1)} p_{11} + v_{412}^{(1)} x_{12} + s_4^{(1)}) \\
 sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)} p_1 + v_{53}^{(1)} p_3 + \dots + v_{511}^{(1)} p_{11} + v_{512}^{(1)} x_{12} + s_5^{(1)}) \\
 sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)} p_1 + v_{63}^{(1)} p_3 + \dots + v_{611}^{(1)} p_{11} + v_{612}^{(1)} x_{12} + s_6^{(1)}) \\
 sn_7^{(2)} &= f(v_{71}^{(1)} p_1 + v_{73}^{(1)} p_3 + \dots + v_{711}^{(1)} p_{11} + v_{712}^{(1)} x_{12} + s_7^{(1)}) \\
 sn_8^{(2)} &= f(v_{81}^{(1)} p_1 + v_{83}^{(1)} p_3 + \dots + v_{811}^{(1)} p_{11} + v_{812}^{(1)} x_{12} + s_8^{(1)}) \\
 sn_9^{(2)} &= f(v_{91}^{(1)} p_1 + v_{93}^{(1)} p_3 + \dots + v_{911}^{(1)} p_{11} + v_{912}^{(1)} x_{12} + s_9^{(1)}) \\
 sn_{10}^{(2)} &= f(v_{101}^{(1)} p_1 + v_{103}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1011}^{(1)} p_{11} + v_{1012}^{(1)} x_{12} + s_{10}^{(1)}) \\
 sn_{11}^{(2)} &= f(v_{111}^{(1)} p_1 + v_{113}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1111}^{(1)} p_{11} + v_{1112}^{(1)} x_{12} + s_{11}^{(1)}) \\
 \tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)} sn_1^{(2)} + v_2^{(2)} sn_2^{(2)} + v_3^{(2)} sn_3^{(2)} + v_4^{(2)} sn_4^{(2)} + v_5^{(2)} sn_5^{(2)} \\
 &\quad + v_6^{(2)} sn_6^{(2)} + v_7^{(2)} sn_7^{(2)} + v_8^{(2)} sn_8^{(2)} + v_9^{(2)} sn_9^{(2)} + v_{10}^{(2)} sn_{10}^{(2)} \\
 &\quad + v_{11}^{(2)} sn_{11}^{(2)} + s^{(2)})
 \end{aligned}$$

де $f(-)$ – специфікація функції активації прихованих нейронів, в нашому випадку експоненціальна функція;

$sn_1^{(2)}$ – вихід першого прихованого нейрону в розрізі другого шару нейронної мережі, входи якого є приховані нейрони першого шару

$v_{11}^{(1)} p_1, v_{13}^{(1)} p_3, \dots, v_{111}^{(1)} p_{11}, v_{112}^{(1)} p_{12}$ та $s_1^{(1)}$. Інші $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}, sn_7^{(2)}, sn_8^{(2)}, sn_9^{(2)}, sn_{10}^{(2)}, sn_{11}^{(2)}$ – аналогічно;

$sn^{(3)}$ - вихід прихованих нейронів в розрізі третього шару нейронної мережі; входами для даних виходів є зважені виходи прихованих нейронів другого шару нейронної мережі $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}, sn_7^{(2)}, sn_8^{(2)}, sn_9^{(2)}, sn_{10}^{(2)}, sn_{11}^{(2)}$.

У якості специфікації функції активації виходу нейронної мережі в нашому випадку є тотожна функція:

$$OUT = (net) \quad (2.3)$$

де OUT – виходи прихованих нейронів нейронної мережі в розрізі третього шару $sn^{(3)}$;

net – сума вхідних сигналів, зважених на відповідні вагові коефіцієнти для другого шару, наприклад $sn_1^{(2)} = f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{111}^{(1)} p_{11} + v_{112}^{(1)} x_{21} + s_1^{(1)})$ для $h_1^{(2)}$.

Переходячи до опису моделі (2.1) на основі реальних даних отримаємо:

$$\begin{aligned} sn_1^{(2)} &= f(0,0458p_1 + 0,0682p_2 + 0,2833p_3 + 0,0672p_4 + 0,1134p_5 + 0,1295p_6 - 0,0131p_7 + 0,0265p_8 - 0,0268p_9 \\ &\quad + 0,0736p_{10} + 0,0643x_{11} + 0,0775x_{12} + 0,2083) \\ sn_2^{(2)} &= f(0,0883p_1 + 0,1515p_2 + 0,1306p_3 + 0,0129p_4 + 0,1392p_5 \\ &\quad + 0,0685p_6 - 0,0086p_7 + 0,0408p_8 + 0,0760p_9 \\ &\quad - 0,0360p_{10} + 0,0477x_{11} + 0,1036x_{12} + 0,2514) \end{aligned} \quad (2.4)$$

$$sn_3^{(2)} = f(-0,0002p_1 + 0,1515p_2 + 0,0160p_3 + 0,0407p_4 + 2,3306p_5 \\ + 0,0233p_6 - 0,0065p_7 + 0,0519p_8 - 0,0718p_9 \\ + 0,0010p_{10} + 0,0326x_{11} - 0,0472x_{12} + 0,1195)$$

$$sn_4^{(2)} = f(0,1601p_1 + 0,0804p_2 + 0,0227p_3 + 0,0054p_4 + 0,0602p_5 \\ - 0,1135p_6 - 0,0010p_7 + 0,0443p_8 + 0,0464p_9 \\ - 0,0261p_{10} + 0,0209x_{11} + 0,1200x_{12} + 0,3158)$$

$$sn_5^{(2)} = f(-0,0369p_1 + 0,3326p_2 + 0,0600p_3 + 0,0895p_4 - 0,0729p_5 \\ - 0,0456p_6 + 0,0124p_7 + 0,0453p_8 + 0,0416p_9 \\ - 0,0172p_{10} + 0,2694x_{11} + 0,0473x_{12} + 0,01778)$$

$$sn_6^{(2)} = f(0,0317p_1 - 0,1323p_2 + 0,0090p_3 + 0,1357p_4 + 0,1193p_5 \\ + 0,0053p_6 + 0,0022p_7 - 0,0266p_8 - 0,0160p_9 \\ - 0,0044p_{10} - 0,0913x_{11} + 0,0816x_{12} - 0,0336)$$

$$sn_7^{(2)} = f(-0,0627p_1 + 0,2191p_2 + 0,0591p_3 - 0,0621p_4 + 0,0613p_5 \\ + 0,0002p_6 - 0,0114p_7 + 0,0110p_8 + 0,1601p_9 \\ - 0,0007p_{10} + 0,0397x_{11} + 0,0904x_{12} + 0,1313)$$

$$sn_8^{(2)} = f(0,0092p_1 - 0,1356p_2 + 0,0211p_3 + 0,1586p_4 - 0,1173p_5 \\ - 0,0134p_6 + 0,0444p_7 + 0,0861p_8 + 0,1066p_9 \\ + 0,0394p_{10} + 0,1379x_{11} + 0,0816x_{12} + 0,2457)$$

$$sn_9^{(2)} = f(0,0210p_1 + 0,1659p_2 + 0,0552p_3 + 0,0616p_4 + 0,1129p_5 \\ + 0,0153p_6 + 0,0555p_7 + 0,1150p_8 + 0,0327p_9 \\ + 0,0292p_{10} + 0,2289x_{11} + 0,0903 + 0,0916)$$

$$sn_{10}^{(2)} = f(0,0059p_1 + 0,1144p_2 + 0,0301p_3 + 0,1280p_4 + 0,0604p_5 \\ - 0,0104p_6 - 0,0280p_7 + 0,0279p_8 + 0,0209p_9 \\ + 0,2529p_{10} + 0,1900x_{11} - 0,0427x_{12} + 0,1189)$$

$$sn_{11}^{(2)} = f(0,0851p_1 - 0,2196p_2 + 0,0445p_3 + 0,1082p_4 + 0,0167p_5 \\ - 0,0018p_6 + 0,0656p_7 + 0,2284p_8 - 0,0193p_9 \\ - 0,2515p_{10} - 0,0113x_{11} + 0,0334x_{12} + 0,1963)$$

$$\begin{aligned}\tilde{R} = h^{(3)} = & f(0,3601sn_1^{(2)} + 0,5448sn_2^{(2)} - 0,1455sn_3^{(2)} - 0,3195sn_4^{(2)} \\ & - 0,2625sn_5^{(2)} + 0,0757sn_6^{(2)} - 0,1659sn_7^{(2)} + 0,4280sn_8^{(2)} \\ & + 0,2428sn_9^{(2)} - 0,3485sn_{10}^{(2)} - 0,2535sn_{11}^{(2)} - 0,0882)\end{aligned}$$

Наступним етапом є прогнозування майбутніх рівнів досліджуваного показника. Для цього розглянемо статистики передбачених значень (рисунок 2.14) та чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів (рисунок 2.15, 2.15).

Statistics	Predictions statistics (Spreadsheet1.sta)				
	Target: Y1				
	1.MLP 12-10-1	2.MLP 12-11-1	3.MLP 12-11-1	4.MLP 12-14-1	5.MLP 12-6-1
Minimum prediction (Train)	100,6684	100,5080	100,5436	101,0126	100,4973
Maximum prediction (Train)	351,9422	351,8916	352,1060	351,6748	347,6935
Minimum prediction (Test)	100,6684	100,5080	100,5436	101,0126	101,2962
Maximum prediction (Test)	238,9702	238,9844	238,9763	238,8652	239,0717
Minimum prediction (Validation)					
Maximum prediction (Validation)					
Minimum residual (Train)	-0,0774	-0,1084	-0,1534	-0,3252	-6,4112
Maximum residual (Train)	0,1778	0,1242	0,1060	0,5219	0,8056
Minimum residual (Test)	-0,0298	-0,0156	-0,1091	-0,1348	0,0717
Maximum residual (Test)	0,1778	0,0174	0,0529	0,5219	0,8056
Minimum residual (Validation)					
Maximum residual (Validation)					
Minimum standard residual (Train)	-1,0853	-1,7766	-1,7611	-1,2545	-2,4784
Maximum standard residual (Train)	2,4915	2,0345	1,2170	2,0131	0,3114
Minimum standard residual (Test)	-0,2601	-1,0648	-1,9676	-0,4639	0,1663
Maximum standard residual (Test)	1,5501	1,1875	0,9540	1,7964	1,8696
Minimum standard residual (Validation)					
Maximum standard residual (Validation)					

Рисунок 2.14 – Статистики передбачених значень

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Networks	Sensitivity analysis (Spreadsheet1.sta)											
	Samples: Train											
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
1.MLP 12-10-1	10407,02	492672,3	88015,95	2967798	515881,3	87592,24	1096621	27301,44	4141,307	794959,8	636025,2	230,00
2.MLP 12-11-1	39923,30	289433,3	15189,66	1028052	359315,2	59819,55	816060	44037,44	116,254	560894,4	378045,3	36681,32
3.MLP 12-11-1	25193,82	50703,0	4224,56	110107	110412,6	29914,83	241752	17857,21	95,582	231092,0	92293,4	39937,72
4.MLP 12-14-1	1509,47	30245,5	7066,15	225022	39806,9	6841,76	85258	1521,39	279,615	63788,6	47399,0	185,92
5.MLP 12-6-1	177,99	283,9	11,60	35	54,2	244,57	769	592,01	3,763	772,0	596,4	233,49
Average	15442,32	172667,6	22901,58	866203	205094,1	36882,59	448092	18261,90	927,304	330301,4	230871,8	15453,69

Рисунок 2.15 – Чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Pointwise sensitivity analysis for Y1 (Spreadsheet1.sta)												
Network: 2.MLP 12-11-1												
Grid points	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity
Minimum	20,68544	44,27341	-13,1870	87,1301	-58,9729	27,41246	-73,2278	14,70877	0,117550	-71,0883	57,97059	15,35883
2	20,63282	44,05109	-13,3560	89,0983	-59,0228	28,09721	-73,5364	14,84142	0,145418	-70,5837	58,92321	15,44356
3	20,57458	43,84844	-13,5273	91,1301	-59,0817	28,79727	-73,8658	14,97907	0,173835	-70,1024	59,90460	15,52781
4	20,51049	43,66519	-13,7009	93,2274	-59,1496	29,51298	-74,2164	15,12180	0,202809	-69,6443	60,91554	15,61155
5	20,44035	43,50110	-13,8769	95,3922	-59,2264	30,24470	-74,5886	15,26969	0,232348	-69,2088	61,95684	15,69473
6	20,36391	43,35590	-14,0552	97,6265	-59,3122	30,99276	-74,9828	15,42282	0,262460	-68,7958	63,02931	15,77731
7	20,28095	43,22935	-14,2360	99,9326	-59,4070	31,75754	-75,3992	15,58128	0,293154	-68,4049	64,13383	15,85925
8	20,19122	43,12124	-14,4192	102,3125	-59,5108	32,53940	-75,8385	15,74515	0,324439	-68,0358	65,27127	15,94050
9	20,09448	43,03132	-14,6050	104,7686	-59,6237	33,33872	-76,3008	15,91452	0,356322	-67,6882	66,44253	16,02101
Maximum	19,99046	42,95940	-14,7932	107,3033	-59,7458	34,15589	-76,7867	16,08948	0,388813	-67,3617	67,64855	16,10074

Рисунок 2.16 – Чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів за обраної нейромережевою моделлю MLP12-11-1

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Незначні розбіжності між мінімальним та максимальним рівнями у розрізі тестової, контрольної та навчальної вибірки дозволяють зробити висновок про задовільну якість розроблених моделей нейронних мереж та прийнятний рівень їх чутливості до волатильності вхідних даних.

Крок 3.2. Дослідження залежності навантаження зареєстрованих безробітних на одну вакансію (на кінець звітного періоду; осіб) за блоком спеціальностей професіонали (змінна Y2) від параметрів цифровізації соціально-економічних відносин представлено на рисунку 2.17.

Summary of active networks (Spreadsheet1.sta)									
Index	Net. name	Training perf.	Test perf.	Training error	Test error	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
1	MLP 12-5-1	0,999989	1,000000	0,000003	0,000000	BFGS 53	SOS	Exponential	Tanh
2	MLP 12-14-1	0,999995	1,000000	0,000001	0,000000	BFGS 23	SOS	Exponential	Tanh
3	MLP 12-8-1	0,999851	0,999996	0,000031	0,000001	BFGS 44	SOS	Tanh	Tanh
4	MLP 12-13-1	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000	BFGS 97	SOS	Exponential	Identity
5	MLP 12-4-1	0,999973	0,999995	0,000002	0,000003	BFGS 40	SOS	Logistic	Sine

Рисунок 2.17 – Результати побудови моделей нейронних мереж регресійної залежності Y2 від регресорів

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Weight ID	Connections 4.MLP 12-13-1	Weight values 4.MLP 12-13-1	Weight ID	Connections 4.MLP 12-13-1	Weight values 4.MLP 12-13-1
1	X1 --> hidden neuron 1	0,116529	28	X3 --> hidden neuron 2	-0,000540
2	X1 --> hidden neuron 2	-0,031579	29	X3 --> hidden neuron 3	-0,011468
3	X1 --> hidden neuron 3	-0,045972	30	X3 --> hidden neuron 4	-0,003274
4	X1 --> hidden neuron 4	0,078807	31	X3 --> hidden neuron 5	0,004248
5	X1 --> hidden neuron 5	0,098176	32	X3 --> hidden neuron 6	-0,023706
6	X1 --> hidden neuron 6	0,031877	33	X3 --> hidden neuron 7	-0,002737
7	X1 --> hidden neuron 7	0,134211	34	X3 --> hidden neuron 8	0,014990
8	X1 --> hidden neuron 8	-0,042696	35	X3 --> hidden neuron 9	-0,002679
9	X1 --> hidden neuron 9	0,063395	36	X3 --> hidden neuron 10	-0,011012
10	X1 --> hidden neuron 10	0,186769	37	X3 --> hidden neuron 11	0,019230
11	X1 --> hidden neuron 11	0,088153	38	X3 --> hidden neuron 12	0,073423
12	X1 --> hidden neuron 12	0,087319	39	X3 --> hidden neuron 13	0,035054
13	X1 --> hidden neuron 13	0,004652	40	X4 --> hidden neuron 1	0,047508
14	X2 --> hidden neuron 1	-0,036929	41	X4 --> hidden neuron 2	0,058482
15	X2 --> hidden neuron 2	0,058775	42	X4 --> hidden neuron 3	0,063732
16	X2 --> hidden neuron 3	-0,021036	43	X4 --> hidden neuron 4	0,035563
17	X2 --> hidden neuron 4	-0,032140	44	X4 --> hidden neuron 5	0,047046
18	X2 --> hidden neuron 5	-0,020753	45	X4 --> hidden neuron 6	0,042362
19	X2 --> hidden neuron 6	-0,022403	46	X4 --> hidden neuron 7	0,012970
20	X2 --> hidden neuron 7	0,016949	47	X4 --> hidden neuron 8	0,004859
21	X2 --> hidden neuron 8	0,017163	48	X4 --> hidden neuron 9	0,028261
22	X2 --> hidden neuron 9	-0,068053	49	X4 --> hidden neuron 10	0,026947
23	X2 --> hidden neuron 10	0,000035	50	X4 --> hidden neuron 11	0,025014
24	X2 --> hidden neuron 11	-0,044849	51	X4 --> hidden neuron 12	0,101594
25	X2 --> hidden neuron 12	0,006991	52	X4 --> hidden neuron 13	0,025248
26	X3 --> hidden neuron 1	-0,005266	53	X5 --> hidden neuron 1	-0,027707
27	X3 --> hidden neuron 2	-0,025940	54	X5 --> hidden neuron 2	0,001931
28	X3 --> hidden neuron 3	-0,000540	55	X5 --> hidden neuron 3	-0,066398

...

Weight ID	Connections 4.MLP 12-13-1	Weight values 4.MLP 12-13-1	Weight ID	Connections 4.MLP 12-13-1	Weight values 4.MLP 12-13-1
109	X9 --> hidden neuron 5	-0,005258	136	X11 --> hidden neuron 6	-0,082736
110	X9 --> hidden neuron 6	0,016467	137	X11 --> hidden neuron 7	0,229930
111	X9 --> hidden neuron 7	-0,035002	138	X11 --> hidden neuron 8	0,073975
112	X9 --> hidden neuron 8	0,006659	139	X11 --> hidden neuron 9	0,017056
113	X9 --> hidden neuron 9	0,006094	140	X11 --> hidden neuron 10	0,065529
114	X9 --> hidden neuron 10	0,027076	141	X11 --> hidden neuron 11	0,097306
115	X9 --> hidden neuron 11	0,013791	142	X11 --> hidden neuron 12	0,099074
116	X9 --> hidden neuron 12	0,002523	143	X11 --> hidden neuron 13	0,018580
117	X9 --> hidden neuron 13	-0,001921	144	X12 --> hidden neuron 1	-0,013751
118	X10 --> hidden neuron 1	0,051450	145	X12 --> hidden neuron 2	-0,014754
119	X10 --> hidden neuron 2	-0,010064	146	X12 --> hidden neuron 3	0,042718
120	X10 --> hidden neuron 3	0,004531	147	X12 --> hidden neuron 4	-0,024673
121	X10 --> hidden neuron 4	0,000895	148	X12 --> hidden neuron 5	-0,023292
122	X10 --> hidden neuron 5	-0,001376	149	X12 --> hidden neuron 6	0,063161
123	X10 --> hidden neuron 6	-0,035716	150	X12 --> hidden neuron 7	0,058015
124	X10 --> hidden neuron 7	0,001877	151	X12 --> hidden neuron 8	0,019161
125	X10 --> hidden neuron 8	-0,023275	152	X12 --> hidden neuron 9	0,038962
126	X10 --> hidden neuron 9	-0,005348	153	X12 --> hidden neuron 10	0,027103
127	X10 --> hidden neuron 10	0,008181	154	X12 --> hidden neuron 11	0,078654
128	X10 --> hidden neuron 11	-0,012885	155	X12 --> hidden neuron 12	0,003833
129	X10 --> hidden neuron 12	-0,016088	156	X12 --> hidden neuron 13	-0,006846
130	X10 --> hidden neuron 13	0,008942	157	input bias --> hidden neuron 1	0,476444
131	X11 --> hidden neuron 1	-0,022110	158	input bias --> hidden neuron 2	-0,025947
132	X11 --> hidden neuron 2	-0,009183	159	input bias --> hidden neuron 3	-0,000275
133	X11 --> hidden neuron 3	-0,016839	160	input bias --> hidden neuron 4	0,259496
134	X11 --> hidden neuron 4	0,025882	161	input bias --> hidden neuron 5	0,128799
135	X11 --> hidden neuron 5	0,036805	162	input bias --> hidden neuron 6	0,043527
136	X11 --> hidden neuron 6	-0,082736	163	input bias --> hidden neuron 7	-0,070149

Рисунок 2.18 – Фрагмент архітектури нейронної мережі дванадцятишарового перспектрону із 11 прихованими шарами MLP12-11-1

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Математичну модель третьої нейронної мережі з архітектурою MLP12-6-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 6) оцінювання розривів між попитом та пропозицією на ринку праці, зумовлених

цифровізацією соціально-економічних відносин, у загальному вигляді можна представити в наступним чином (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned}
 sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{111}^{(1)} p_{11} + v_{112}^{(1)} x_{12} + s_1^{(1)}) & (2.5) \\
 sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)} p_1 + v_{23}^{(1)} p_3 + \dots + v_{211}^{(1)} p_{11} + v_{212}^{(1)} x_{12} + s_2^{(1)}) \\
 sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)} p_1 + v_{33}^{(1)} p_3 + \dots + v_{311}^{(1)} p_{11} + v_{312}^{(1)} x_{12} + s_3^{(1)}) \\
 sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)} p_1 + v_{43}^{(1)} p_3 + \dots + v_{411}^{(1)} p_{11} + v_{412}^{(1)} x_{12} + s_4^{(1)}) \\
 sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)} p_1 + v_{53}^{(1)} p_3 + \dots + v_{511}^{(1)} p_{11} + v_{512}^{(1)} x_{12} + s_5^{(1)}) \\
 sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)} p_1 + v_{63}^{(1)} p_3 + \dots + v_{611}^{(1)} p_{11} + v_{612}^{(1)} x_{12} + s_6^{(1)}) \\
 \tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)} sn_1^{(2)} + v_2^{(2)} sn_2^{(2)} + v_3^{(2)} sn_3^{(2)} + v_4^{(2)} sn_4^{(2)} + v_5^{(2)} sn_5^{(2)} \\
 &\quad + v_6^{(2)} sn_6^{(2)} + s^{(2)})
 \end{aligned}$$

де $f(-)$ – специфікація функції активації прихованих нейронів, в нашому випадку експоненціальна функція;

$sn_1^{(2)}$ – вихід першого прихованого нейрону в розрізі другого шару нейронної мережі, входи якого є приховані нейрони першого шару $v_{11}^{(1)} p_1, v_{13}^{(1)} p_3, \dots, v_{112}^{(1)} p_{12}$, та $s_1^{(1)}$. Інші $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}$ – аналогічно;

$sn^{(3)}$ - вихід прихованих нейронів в розрізі третього шару нейронної мережі; входами для даних виходів є зважені виходи прихованих нейронів другого шару нейронної мережі $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}$.

В якості специфікації функції активації виходу нейронної мережі в нашому випадку є синусоїда:

$$OUT = \sin(net) \quad (2.6)$$

де OUT – виходи прихованих нейронів нейронної мережі в розрізі третього шару $sn^{(3)}$;

net – сума вхідних сигналів, зважених на відповідні вагові коефіцієнти для другого шару, наприклад $sn_1^{(2)} = f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{112}^{(1)} p_{12} + s_1^{(1)})$ для $h_1^{(2)}$.

За другим результативним параметром значення статистик передбачених значень (рисунок 2.19) та чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів (рисунок 2.20, 2.21).

Statistics	Predictions statistics (Spreadsheet1.sta)				
	Target: Y2				
	1.MLP 12-5-1	2.MLP 12-14-1	3.MLP 12-8-1	4.MLP 12-13-1	5.MLP 12-4-1
Minimum prediction (Train)	39,6301	39,5371	39,5237	39,5606	39,5624
Maximum prediction (Train)	112,5497	112,6584	111,2977	112,9924	112,8099
Minimum prediction (Test)	39,6301	39,5371	39,5237	39,5606	39,5624
Maximum prediction (Test)	93,9966	94,0043	94,1171	94,0084	94,2552
Minimum prediction (Validation)					
Maximum prediction (Validation)					
Minimum residual (Train)	-0,4503	-0,3416	-1,7023	-0,0092	-0,2923
Maximum residual (Train)	0,0803	0,0384	0,1361	0,0115	0,2564
Minimum residual (Test)	-0,0034	-0,0263	-0,0397	-0,0052	-0,0010
Maximum residual (Test)	0,0750	0,0120	0,1361	0,0084	0,2564
Minimum residual (Validation)					
Maximum residual (Validation)					
Minimum standard residual (Train)	-2,7299	-2,9694	-2,9211	-1,4474	-1,8525
Maximum standard residual (Train)	0,4869	0,3342	0,2336	1,8074	1,6249
Minimum standard residual (Test)	-0,0786	-1,8793	-0,5060	-0,9513	-0,0053
Maximum standard residual (Test)	1,7508	0,8591	1,7358	1,5340	1,4012
Minimum standard residual (Validation)					
Maximum standard residual (Validation)					

Рисунок 2.19 – Статистики передбачених значень

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Networks	Sensitivity analysis (Spreadsheet1.sta)											
	Samples: Train											
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
1.MLP 12-5-1	177,08	73,6	275,6	1495,4	1673	91,28	1747,5	176,9	32,51	5794	770,5	207,5
2.MLP 12-14-1	1465,28	3421,6	249,1	23074,0	4327	1123,50	17693,5	2904,3	293,06	21930	10559,1	1059,4
3.MLP 12-8-1	673,56	592,5	12,3	1837,3	831	140,12	788,6	1233,5	455,59	1556	2449,5	242,6
4.MLP 12-13-1	89129,88	266867,9	700378,1	652342,9	1446140	46248,07	266013,8	610965,0	51300,93	3278537	372487,4	403244,4
5.MLP 12-4-1	209,56	45,3	649,8	847,2	3093	63,13	902,5	439,2	14,38	7329	532,2	80,6
Average	18331,07	54200,2	140313,0	135919,3	291213	9533,22	57429,2	123143,8	10419,29	663029	77359,7	80966,9

Рисунок 2.20 – Чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Pointwise sensitivity analysis for Y2 (Spreadsheet1.sta)												
Network: 4.MLP 12-13-1												
Grid points	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity
Minimum	3,042975	4,736836	8,01996	7,969635	-11,7609	2,520228	-4,65847	6,177687	-2,64436	-18,2946	5,341430	4,981965
2	3,067688	4,823935	8,22303	8,078183	-11,8436	2,587828	-4,66344	6,333628	-2,67179	-17,9722	5,467225	5,078569
3	3,092673	4,912562	8,43138	8,189684	-11,9301	2,656685	-4,66878	6,493385	-2,69949	-17,6620	5,595658	5,176993
4	3,117932	5,002745	8,64513	8,304195	-12,0203	2,726821	-4,67448	6,657049	-2,72746	-17,3638	5,726784	5,27273
5	3,143469	5,094509	8,86443	8,421776	-12,1143	2,798258	-4,68055	6,824709	-2,75569	-17,0770	5,860657	5,379442
6	3,169287	5,187882	9,08942	8,542488	-12,2123	2,871017	-4,68699	6,996461	-2,78419	-16,8015	5,997336	5,483536
7	3,195389	5,282891	9,32025	8,666394	-12,3142	2,945122	-4,69380	7,172399	-2,81296	-16,5370	6,136877	5,589591
8	3,221777	5,379565	9,55706	8,793558	-12,4202	3,020596	-4,70100	7,352622	-2,84201	-16,2832	6,279341	5,697644
9	3,248455	5,477931	9,80002	8,924044	-12,5302	3,097462	-4,70857	7,537231	-2,87134	-16,0399	6,424787	5,807731
Maximum	3,275426	5,578019	10,04928	9,057921	-12,6445	3,175745	-4,71652	7,726327	-2,90095	-15,8067	6,573277	5,919891

Рисунок 2.21 – Чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів за обраної нейромережевою моделлю MLP12-11-1

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Аналіз статистичних характеристик моделей нейронних мереж свідчить про високу якість моделей та допустимий рівень чутливості моделей до зміни масштабу вхідних даних.

Крок 3.3. Дослідження залежності навантаження зареєстрованих безробітних на одну вакансію (на кінець звітного періоду; осіб) за блоком спеціальностей фахівці (змінна Y3) від впливу параметрів цифровізації соціально-економічних відносин представлено на рисунку 2.22.

Summary of active networks (Spreadsheet1.sta)									
Index	Net. name	Training perf.	Test perf.	Training error	Test error	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
1	MLP 12-10-1	0,999988	1,000000	0,000007	0,000000	BFGS 75	SOS	Tanh	Tanh
2	MLP 12-4-1	0,999999	0,999999	0,000000	0,000000	BFGS 35	SOS	Tanh	Identity
3	MLP 12-14-1	0,999959	0,999998	0,000016	0,000000	BFGS 70	SOS	Tanh	Tanh
4	MLP 12-4-1	0,999977	0,999999	0,000010	0,000000	BFGS 40	SOS	Identity	Tanh
5	MLP 12-8-1	0,999999	1,000000	0,000000	0,000000	BFGS 53	SOS	Identity	Identity

Рисунок 2.22 – Результати побудови моделей нейронних мереж регресійної залежності результативної змінної Y3 від регресорів

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Weight ID	Connections 1.MLP 12-10-1	Weight values 1.MLP 12-10-1	Weight ID	Connections 1.MLP 12-10-1	Weight values 1.MLP 12-10-1
1	X1 --> hidden neuron 1	0,00486	28	X3 --> hidden neuron 8	0,23491
2	X1 --> hidden neuron 2	-0,41502	29	X3 --> hidden neuron 9	-0,20197
3	X1 --> hidden neuron 3	0,16502	30	X3 --> hidden neuron 10	-0,05694
4	X1 --> hidden neuron 4	-0,65239	31	X4 --> hidden neuron 1	-0,20103
5	X1 --> hidden neuron 5	0,13592	32	X4 --> hidden neuron 2	0,21059
6	X1 --> hidden neuron 6	0,01647	33	X4 --> hidden neuron 3	-0,07081
7	X1 --> hidden neuron 7	0,46887	34	X4 --> hidden neuron 4	-0,35516
8	X1 --> hidden neuron 8	-0,35643	35	X4 --> hidden neuron 5	0,24797
9	X1 --> hidden neuron 9	0,13902	36	X4 --> hidden neuron 6	0,02970
10	X1 --> hidden neuron 10	0,47001	37	X4 --> hidden neuron 7	-0,27810
11	X2 --> hidden neuron 1	-0,41828	38	X4 --> hidden neuron 8	-0,17179
12	X2 --> hidden neuron 2	0,33487	39	X4 --> hidden neuron 9	-0,12146
13	X2 --> hidden neuron 3	0,00778	40	X4 --> hidden neuron 10	-0,36905
14	X2 --> hidden neuron 4	0,31062	41	X5 --> hidden neuron 1	-0,05673
15	X2 --> hidden neuron 5	-0,01969	42	X5 --> hidden neuron 2	-0,12160
16	X2 --> hidden neuron 6	0,39618	43	X5 --> hidden neuron 3	-0,03276
17	X2 --> hidden neuron 7	-0,18048	44	X5 --> hidden neuron 4	-0,23186
18	X2 --> hidden neuron 8	-0,00885	45	X5 --> hidden neuron 5	-0,10399
19	X2 --> hidden neuron 9	-0,30488	46	X5 --> hidden neuron 6	0,07109
20	X2 --> hidden neuron 10	0,34449	47	X5 --> hidden neuron 7	-0,35668
21	X3 --> hidden neuron 1	-0,05402	48	X5 --> hidden neuron 8	-0,09709
22	X3 --> hidden neuron 2	-0,35316	49	X5 --> hidden neuron 9	0,58689
23	X3 --> hidden neuron 3	0,26805	50	X5 --> hidden neuron 10	-0,25317
24	X3 --> hidden neuron 4	-0,12830	51	X6 --> hidden neuron 1	-0,13672
25	X3 --> hidden neuron 5	0,04387	52	X6 --> hidden neuron 2	0,55394
26	X3 --> hidden neuron 6	0,12209	53	X6 --> hidden neuron 3	-0,39823
27	X3 --> hidden neuron 7	0,04989	54	X6 --> hidden neuron 4	-0,10880
28	X3 --> hidden neuron 8	0,23491	55	X6 --> hidden neuron 5	0,10017

...

Weight ID	Connections 1.MLP 12-10-1	Weight values 1.MLP 12-10-1	Connections 1.MLP 12-10-1	Weight values 1.MLP 12-10-1
109	X11 --> hidden neuron 9	-0,06010	input bias --> hidden neuron 4	-0,31806
110	X11 --> hidden neuron 10	-0,25923	input bias --> hidden neuron 5	0,11746
111	X12 --> hidden neuron 1	0,00852	input bias --> hidden neuron 6	0,18169
112	X12 --> hidden neuron 2	-0,53751	input bias --> hidden neuron 7	0,00053
113	X12 --> hidden neuron 3	0,29669	input bias --> hidden neuron 8	-0,01467
114	X12 --> hidden neuron 4	-0,00080	input bias --> hidden neuron 9	-0,01448
115	X12 --> hidden neuron 5	0,33878	input bias --> hidden neuron 10	-0,01757
116	X12 --> hidden neuron 6	-0,40770	hidden neuron 1 --> Y3	-0,70178
117	X12 --> hidden neuron 7	0,09797	hidden neuron 2 --> Y3	0,62135
118	X12 --> hidden neuron 8	0,56649	hidden neuron 3 --> Y3	0,35864
119	X12 --> hidden neuron 9	-0,44432	hidden neuron 4 --> Y3	-0,33240
120	X12 --> hidden neuron 10	0,18770	hidden neuron 5 --> Y3	0,60532
121	input bias --> hidden neuron 1	-0,08497	hidden neuron 6 --> Y3	-1,06278
122	input bias --> hidden neuron 2	0,09502	hidden neuron 7 --> Y3	0,50654
123	input bias --> hidden neuron 3	-0,02622	hidden neuron 8 --> Y3	-0,00915
124	input bias --> hidden neuron 4	-0,31806	hidden neuron 9 --> Y3	0,13875
125	input bias --> hidden neuron 5	0,11746	hidden neuron 10 --> Y3	-0,65298
126	input bias --> hidden neuron 6	0,18169	hidden bias --> Y3	0,20737
127	input bias --> hidden neuron 7	0,00053		
128	input bias --> hidden neuron 8	-0,01467		
129	input bias --> hidden neuron 9	-0,01448		
130	input bias --> hidden neuron 10	-0,01757		
131	hidden neuron 1 --> Y3	-0,70178		
132	hidden neuron 2 --> Y3	0,62135		
133	hidden neuron 3 --> Y3	0,35864		
134	hidden neuron 4 --> Y3	-0,33240		
135	hidden neuron 5 --> Y3	0,60532		
136	hidden neuron 6 --> Y3	-1,06278		

Рисунок 2.23 – Фрагмент архітектури нейронної мережі дванадцятишарового перспетрону із 11 прихованими шарами MLP12-11-1

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Математичну модель нейронної мережі з архітектурою MLP12-10-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 10) оцінювання розривів між попитом та пропозицією на ринку праці, зумовлених цифровізацією соціально-економічних відносин, у загальному вигляді можна представити наступним чином (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned}
 sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{111}^{(1)} p_{11} + v_{112}^{(1)} x_{12} + s_1^{(1)}) & (2.7) \\
 sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)} p_1 + v_{23}^{(1)} p_3 + \dots + v_{211}^{(1)} p_{11} + v_{212}^{(1)} x_{12} + s_2^{(1)}) \\
 sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)} p_1 + v_{33}^{(1)} p_3 + \dots + v_{311}^{(1)} p_{11} + v_{312}^{(1)} x_{12} + s_3^{(1)}) \\
 sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)} p_1 + v_{43}^{(1)} p_3 + \dots + v_{411}^{(1)} p_{11} + v_{412}^{(1)} x_{12} + s_4^{(1)}) \\
 sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)} p_1 + v_{53}^{(1)} p_3 + \dots + v_{511}^{(1)} p_{11} + v_{512}^{(1)} x_{12} + s_5^{(1)}) \\
 sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)} p_1 + v_{63}^{(1)} p_3 + \dots + v_{611}^{(1)} p_{11} + v_{612}^{(1)} x_{12} + s_6^{(1)}) \\
 sn_7^{(2)} &= f(v_{71}^{(1)} p_1 + v_{73}^{(1)} p_3 + \dots + v_{711}^{(1)} p_{11} + v_{712}^{(1)} x_{12} + s_7^{(1)}) \\
 sn_8^{(2)} &= f(v_{81}^{(1)} p_1 + v_{83}^{(1)} p_3 + \dots + v_{811}^{(1)} p_{11} + v_{812}^{(1)} x_{12} + s_8^{(1)}) \\
 sn_9^{(2)} &= f(v_{91}^{(1)} p_1 + v_{93}^{(1)} p_3 + \dots + v_{911}^{(1)} p_{11} + v_{912}^{(1)} x_{12} + s_9^{(1)}) \\
 sn_{10}^{(2)} &= f(v_{101}^{(1)} p_1 + v_{103}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1011}^{(1)} p_{11} + v_{1012}^{(1)} x_{12} + s_{10}^{(1)}) \\
 \tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)} sn_1^{(2)} + v_2^{(2)} sn_2^{(2)} + v_3^{(2)} sn_3^{(2)} + v_4^{(2)} sn_4^{(2)} + v_5^{(2)} sn_5^{(2)} \\
 &\quad + v_6^{(2)} sn_6^{(2)} + v_7^{(2)} sn_7^{(2)} + v_8^{(2)} sn_8^{(2)} + v_9^{(2)} sn_9^{(2)} + v_{10}^{(2)} sn_{10}^{(2)} \\
 &\quad + s^{(2)})
 \end{aligned}$$

де $f(-)$ – специфікація функції активації прихованих нейронів, в нашому випадку функція у вигляді тангенса;

$sn_1^{(2)}$ – вихід першого прихованого нейрону в розрізі другого шару нейронної мережі, входи якого є приховані нейрони першого шару $v_{11}^{(1)} p_1, v_{13}^{(1)} p_3, \dots, v_{112}^{(1)} p_{12}$, та $s_1^{(1)}$. Інші $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}, sn_7^{(2)}, sn_8^{(2)}, sn_9^{(2)}, sn_{10}^{(2)}$ – аналогічно;

$sn^{(3)}$ - вихід прихованих нейронів в розрізі третього шару нейронної мережі; входами для даних виходів є зважені виходи прихованих нейронів другого шару нейронної мережі $sn_1^{(2)}$, $sn_2^{(2)}$, $sn_3^{(2)}$, $sn_4^{(2)}$, $sn_5^{(2)}$, $sn_6^{(2)}$, $sn_7^{(2)}$, $sn_8^{(2)}$, $sn_9^{(2)}$, $sn_{10}^{(2)}$.

В якості специфікації функції активації виходу нейронної мережі в нашому випадку є функція у вигляді тангенса:

$$OUT = \tan(net) \quad (2.8)$$

де OUT – виходи прихованих нейронів нейронної мережі в розрізі третього шару $sn^{(3)}$;

net – сума вхідних сигналів, зважених на відповідні вагові коефіцієнти для другого шару, наприклад $sn_1^{(2)} = f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{112}^{(1)} p_{12} + s_1^{(1)})$ для $h_1^{(2)}$.

За третім результативним параметром значення статистик передбачених значень (рисунок 2.24) та чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів (рисунок 2.25, 2.26).

Statistics	Predictions statistics (Spreadsheet1.sta)				
	Target: Y3				
	1.MLP 12-10-1	2.MLP 12-4-1	3.MLP 12-14-1	4.MLP 12-4-1	5.MLP 12-8-1
Minimum prediction (Train)	66,1138	65,921€	65,896€	65,9701	65,9850
Maximum prediction (Train)	171,8195	172,7750	171,1777	171,549€	172,8041
Minimum prediction (Test)	80,5230	80,4770	80,4991	80,517€	80,5175
Maximum prediction (Test)	126,0116	125,953€	126,097€	126,0780	126,0163
Minimum prediction (Validation)					
Maximum prediction (Validation)					
Minimum residual (Train)	-1,1805	-0,2250	-1,8223	-1,4505	-0,1959
Maximum residual (Train)	0,1138	0,0669	0,1440	0,0793	0,1029
Minimum residual (Test)	-0,0270	-0,0656	-0,0222	-0,0033	-0,0148
Maximum residual (Test)	0,0116	0,0210	0,0973	0,0793	0,0330
Minimum residual (Validation)					
Maximum residual (Validation)					
Minimum standard residual (Train)	-2,9717	-2,5159	-2,9810	-2,9899	-2,5440
Maximum standard residual (Train)	0,2864	0,7482	0,2355	0,1634	1,3369
Minimum standard residual (Test)	-2,2307	-1,2639	-0,3996	-0,0696	-0,8694
Maximum standard residual (Test)	0,9590	0,4045	1,7559	1,6466	1,9443
Minimum standard residual (Validation)					
Maximum standard residual (Validation)					

Рисунок 2.24 – Статистики передбачених значень

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Sensitivity analysis (Spreadsheet1.sta)												
Samples: Train												
Networks	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
1.MLP 12-10-1	3379,531	5030,45	206,849	16021,5	8451,40	366,014	15875,67	12796,04	570,258	11673,52	13430,28	6258,921
2.MLP 12-4-1	146,001	7552,03	1591,915	29584,0	30780,47	955,560	27108,46	29328,55	2616,440	61284,85	29808,87	1357,061
3.MLP 12-14-1	776,128	1928,47	79,962	6251,8	3168,11	162,705	4687,50	4800,80	487,626	4261,03	5356,96	1736,014
4.MLP 12-4-1	23,359	7719,81	704,810	21034,4	7769,19	749,855	11595,73	9129,42	1777,711	10197,04	13377,32	4419,369
5.MLP 12-8-1	215,914	29190,30	611,759	100941,9	50498,42	2560,115	58553,10	46391,37	4753,172	96548,96	61009,20	2588,883
Average	908,186	10284,21	639,059	34766,7	20133,52	958,850	23564,09	20489,24	2041,041	36793,09	24596,52	3272,050

Рисунок 2.25 – Чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Pointwise sensitivity analysis for Y3 (Spreadsheet1.sta)												
Network: 1.MLP 12-10-1												
Grid points	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity
Minimum	42,32344	44,33518	-10,0171	58,9678	-22,6559	9,48862	-25,7581	62,44650	-15,8408	-9,641	79,8281	-23,5187
2	42,15277	44,33706	-10,4414	76,2216	-29,0689	10,45416	-33,6336	66,76510	-16,7933	-15,492	92,1809	-26,6421
3	41,35529	43,64453	-10,8606	92,9722	-36,3871	11,38541	-42,6619	69,16406	-17,7424	-24,421	100,0721	-29,7926
4	39,97792	42,29891	-11,2705	105,4346	-44,2347	12,26004	-52,2565	69,16413	-18,6779	-37,162	101,1851	-32,8544
5	38,09981	40,38171	-11,6669	109,9387	-52,0151	13,05440	-61,4821	66,58579	-19,5891	-53,635	94,8336	-35,6993
6	35,82241	38,00399	-12,0454	104,9595	-58,9784	13,74466	-69,1921	61,63312	-20,4646	-72,161	82,4574	-38,1969
7	33,25813	35,29308	-12,4016	92,1115	-64,3646	14,30815	-74,3080	54,86388	-21,2925	-89,238	66,9283	-40,2282
8	30,51952	32,37897	-12,7316	75,1181	-67,5814	14,72502	-76,1410	47,05055	-22,0612	-100,657	51,2139	-41,6977
9	27,71050	29,38278	-13,0318	57,7689	-68,3500	14,97976	-74,5975	38,99164	-22,7592	-103,646	37,3715	-42,5439
Maximum	24,92038	26,40860	-13,2990	42,5410	-66,7543	15,06270	-70,1651	31,34960	-23,3759	-98,320	26,3021	-42,7452

Рисунок 2.26 – Чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів за обраної нейромережевою моделлю MLP12-11-1

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Формалізація математичних моделей решти нейронних мереж мають аналогічний алгоритм виконання та представлено наступними формулами.

Математичну модель четвертої нейронної мережі з архітектурою MLP12-13-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 13) оцінювання розривів між попитом та пропозицією на ринку праці, зумовлених цифровізацією соціально-економічних відносин, у загальному вигляді можна представити наступним чином (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$sn_1^{(2)} = f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{111}^{(1)} p_{11} + v_{112}^{(1)} x_{12} + s_1^{(1)}) \quad (2.9)$$

$$sn_2^{(2)} = f(v_{21}^{(1)} p_1 + v_{23}^{(1)} p_3 + \dots + v_{211}^{(1)} p_{11} + v_{212}^{(1)} x_{12} + s_2^{(1)})$$

$$sn_3^{(2)} = f(v_{31}^{(1)} p_1 + v_{33}^{(1)} p_3 + \dots + v_{311}^{(1)} p_{11} + v_{312}^{(1)} x_{12} + s_3^{(1)})$$

$$\begin{aligned}
sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)} p_1 + v_{43}^{(1)} p_3 + \dots + v_{411}^{(1)} p_{11} + v_{412}^{(1)} x_{12} + s_4^{(1)}) \\
sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)} p_1 + v_{53}^{(1)} p_3 + \dots + v_{511}^{(1)} p_{11} + v_{512}^{(1)} x_{12} + s_5^{(1)}) \\
sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)} p_1 + v_{63}^{(1)} p_3 + \dots + v_{611}^{(1)} p_{11} + v_{612}^{(1)} x_{12} + s_6^{(1)}) \\
sn_7^{(2)} &= f(v_{71}^{(1)} p_1 + v_{73}^{(1)} p_3 + \dots + v_{711}^{(1)} p_{11} + v_{712}^{(1)} x_{12} + s_7^{(1)}) \\
sn_8^{(2)} &= f(v_{81}^{(1)} p_1 + v_{83}^{(1)} p_3 + \dots + v_{811}^{(1)} p_{11} + v_{812}^{(1)} x_{12} + s_8^{(1)}) \\
sn_9^{(2)} &= f(v_{91}^{(1)} p_1 + v_{93}^{(1)} p_3 + \dots + v_{911}^{(1)} p_{11} + v_{912}^{(1)} x_{12} + s_9^{(1)}) \\
sn_{10}^{(2)} &= f(v_{101}^{(1)} p_1 + v_{103}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1011}^{(1)} p_{11} + v_{1012}^{(1)} x_{12} + s_{10}^{(1)}) \\
sn_{11}^{(2)} &= f(v_{111}^{(1)} p_1 + v_{113}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1111}^{(1)} p_{11} + v_{1112}^{(1)} x_{12} + s_{11}^{(1)}) \\
sn_{12}^{(2)} &= f(v_{121}^{(1)} p_1 + v_{123}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1211}^{(1)} p_{11} + v_{1212}^{(1)} x_{12} + s_{12}^{(1)}) \\
sn_{13}^{(2)} &= f(v_{131}^{(1)} p_1 + v_{133}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1311}^{(1)} p_{13} + v_{1312}^{(1)} x_{13} + s_{13}^{(1)}) \\
\tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)} sn_1^{(2)} + v_2^{(2)} sn_2^{(2)} + v_3^{(2)} sn_3^{(2)} + v_4^{(2)} sn_4^{(2)} + v_5^{(2)} sn_5^{(2)} \\
&\quad + v_6^{(2)} sn_6^{(2)} + v_7^{(2)} sn_7^{(2)} + v_8^{(2)} sn_8^{(2)} + v_9^{(2)} sn_9^{(2)} + v_{10}^{(2)} sn_{10}^{(2)} \\
&\quad + v_{11}^{(2)} sn_{11}^{(2)} + v_{12}^{(2)} sn_{12}^{(2)} + v_{13}^{(2)} sn_{13}^{(2)} + s^{(2)})
\end{aligned}$$

де $f(-)$ – специфікація функції активації прихованих нейронів, в нашому випадку експоненціальна функція;

$sn_1^{(2)}$ – вихід першого прихованого нейрону в розрізі другого шару нейронної мережі, входи якого є приховані нейрони першого шару $v_{11}^{(1)} p_1, v_{13}^{(1)} p_3, \dots, v_{112}^{(1)} p_{12}$, та $s_1^{(1)}$. Інші $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}, sn_7^{(2)}, sn_8^{(2)}, sn_9^{(2)}, sn_{10}^{(2)}, sn_{11}^{(2)}, sn_{12}^{(2)}, sn_{13}^{(2)}$ – аналогічно;

$sn^{(3)}$ - вихід прихованих нейронів в розрізі третього шару нейронної мережі; входами для даних виходів є зважені виходи прихованих нейронів другого шару нейронної мережі $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}, sn_7^{(2)}, sn_8^{(2)}, sn_9^{(2)}, sn_{10}^{(2)}, sn_{11}^{(2)}, \dots$

В якості специфікації функції активації виходу нейронної мережі в нашому випадку є тотожна функція:

$$OUT = (net) \quad (2.10)$$

де OUT – виходи прихованих нейронів нейронної мережі в розрізі третього шару $sn^{(3)}$;

net – сума вхідних сигналів, зважених на відповідні вагові коефіцієнти для другого шару, наприклад $sn_1^{(2)} = f(v_{11}^{(1)}p_1 + v_{13}^{(1)}p_3 + \dots + v_{112}^{(1)}p_{12} + v_{113}^{(1)}p_{13} + s_1^{(1)})$ для $h_1^{(2)}$.

Математичну модель п'ятої нейронної мережі з архітектурою MLP12-14-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 14) оцінювання розривів між попитом та пропозицією на ринку праці, зумовлених цифровізацією соціально-економічних відносин, у загальному вигляді можна представити наступним чином (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned} sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)}p_1 + v_{13}^{(1)}p_3 + \dots + v_{111}^{(1)}p_{11} + v_{112}^{(1)}x_{12} + s_1^{(1)}) \\ sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)}p_1 + v_{23}^{(1)}p_3 + \dots + v_{211}^{(1)}p_{11} + v_{212}^{(1)}x_{12} + s_2^{(1)}) \\ sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)}p_1 + v_{33}^{(1)}p_3 + \dots + v_{311}^{(1)}p_{11} + v_{312}^{(1)}x_{12} + s_3^{(1)}) \\ sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)}p_1 + v_{43}^{(1)}p_3 + \dots + v_{411}^{(1)}p_{11} + v_{412}^{(1)}x_{12} + s_4^{(1)}) \\ sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)}p_1 + v_{53}^{(1)}p_3 + \dots + v_{511}^{(1)}p_{11} + v_{512}^{(1)}x_{12} + s_5^{(1)}) \\ sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)}p_1 + v_{63}^{(1)}p_3 + \dots + v_{611}^{(1)}p_{11} + v_{612}^{(1)}x_{12} + s_6^{(1)}) \\ sn_7^{(2)} &= f(v_{71}^{(1)}p_1 + v_{73}^{(1)}p_3 + \dots + v_{711}^{(1)}p_{11} + v_{712}^{(1)}x_{12} + s_7^{(1)}) \\ sn_8^{(2)} &= f(v_{81}^{(1)}p_1 + v_{83}^{(1)}p_3 + \dots + v_{811}^{(1)}p_{11} + v_{812}^{(1)}x_{12} + s_8^{(1)}) \\ sn_9^{(2)} &= f(v_{91}^{(1)}p_1 + v_{93}^{(1)}p_3 + \dots + v_{911}^{(1)}p_{11} + v_{912}^{(1)}x_{12} + s_9^{(1)}) \\ sn_{10}^{(2)} &= f(v_{101}^{(1)}p_1 + v_{103}^{(1)}p_3 + \dots + v_{1011}^{(1)}p_{11} + v_{1012}^{(1)}x_{12} + s_{10}^{(1)}) \\ sn_{11}^{(2)} &= f(v_{111}^{(1)}p_1 + v_{113}^{(1)}p_3 + \dots + v_{1111}^{(1)}p_{11} + v_{1112}^{(1)}x_{12} + s_{11}^{(1)}) \end{aligned} \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned}
sn_{12}^{(2)} &= f(v_{121}^{(1)}p_1 + v_{123}^{(1)}p_3 + \dots + v_{1211}^{(1)}p_{11} + v_{1212}^{(1)}x_{12} + s_{12}^{(1)}) \\
sn_{13}^{(2)} &= f(v_{131}^{(1)}p_1 + v_{133}^{(1)}p_3 + \dots + v_{1311}^{(1)}p_{13} + v_{1312}^{(1)}x_{13} + s_{13}^{(1)}) \\
sn_{14}^{(2)} &= f(v_{141}^{(1)}p_1 + v_{143}^{(1)}p_3 + \dots + v_{1411}^{(1)}p_{13} + v_{1412}^{(1)}x_{13} + s_{14}^{(1)}) \\
\tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)}sn_1^{(2)} + v_2^{(2)}sn_2^{(2)} + v_3^{(2)}sn_3^{(2)} + v_4^{(2)}sn_4^{(2)} + v_5^{(2)}sn_5^{(2)} \\
&\quad + v_6^{(2)}sn_6^{(2)} + v_7^{(2)}sn_7^{(2)} + v_8^{(2)}sn_8^{(2)} + v_9^{(2)}sn_9^{(2)} + v_{10}^{(2)}sn_{10}^{(2)} \\
&\quad + v_{11}^{(2)}sn_{11}^{(2)} + v_{12}^{(2)}sn_{12}^{(2)} + v_{13}^{(2)}sn_{13}^{(2)} + v_{14}^{(2)}sn_{14}^{(2)} + s^{(2)})
\end{aligned}$$

де $f(-)$ – специфікація функції активації прихованих нейронів, в нашому випадку тотожна функція;

$sn_1^{(2)}$ – вихід першого прихованого нейрону в розрізі другого шару нейронної мережі, входи якого є приховані нейрони першого шару $v_{11}^{(1)}p_1, v_{13}^{(1)}p_3, \dots, v_{112}^{(1)}p_{12}$, та $s_1^{(1)}$. Інші $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}, sn_7^{(2)}, sn_8^{(2)}, sn_9^{(2)}, sn_{10}^{(2)}, sn_{11}^{(2)}, sn_{12}^{(2)}, sn_{13}^{(2)}, sn_{14}^{(2)}$ – аналогічно;

$sn^{(3)}$ – вихід прихованих нейронів в розрізі третього шару нейронної мережі; входами для даних виходів є зважені виходи прихованих нейронів другого шару нейронної мережі $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}, sn_7^{(2)}, sn_8^{(2)}, sn_9^{(2)}, sn_{10}^{(2)}, sn_{11}^{(2)}, sn_{12}^{(2)}, sn_{13}^{(2)}, sn_{14}^{(2)}$.

В якості специфікації функції активації виходу нейронної мережі в нашому випадку є синусоїда:

$$OUT = \sin(net) \quad (2.12)$$

де OUT – виходи прихованих нейронів нейронної мережі в розрізі третього шару $sn^{(3)}$;

net – сума вхідних сигналів, зважених на відповідні вагові коефіцієнти для другого шару, наприклад $sn_1^{(2)} = f(v_{11}^{(1)}p_1 + v_{13}^{(1)}p_3 + \dots + v_{112}^{(1)}p_{12} + s_1^{(1)})$ для $h_1^{(2)}$.

Математичну модель шостої нейронної мережі з архітектурою MLP12-12-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 12) оцінювання розривів між попитом та пропозицією на ринку праці, зумовлених цифровізацією соціально-економічних відносин, у загальному вигляді можна представити наступним чином (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned}
 sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{111}^{(1)} p_{11} + v_{112}^{(1)} x_{12} + s_1^{(1)}) & (2.13) \\
 sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)} p_1 + v_{23}^{(1)} p_3 + \dots + v_{211}^{(1)} p_{11} + v_{212}^{(1)} x_{12} + s_2^{(1)}) \\
 sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)} p_1 + v_{33}^{(1)} p_3 + \dots + v_{311}^{(1)} p_{11} + v_{312}^{(1)} x_{12} + s_3^{(1)}) \\
 sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)} p_1 + v_{43}^{(1)} p_3 + \dots + v_{411}^{(1)} p_{11} + v_{412}^{(1)} x_{12} + s_4^{(1)}) \\
 sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)} p_1 + v_{53}^{(1)} p_3 + \dots + v_{511}^{(1)} p_{11} + v_{512}^{(1)} x_{12} + s_5^{(1)}) \\
 sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)} p_1 + v_{63}^{(1)} p_3 + \dots + v_{611}^{(1)} p_{11} + v_{612}^{(1)} x_{12} + s_6^{(1)}) \\
 sn_7^{(2)} &= f(v_{71}^{(1)} p_1 + v_{73}^{(1)} p_3 + \dots + v_{711}^{(1)} p_{11} + v_{712}^{(1)} x_{12} + s_7^{(1)}) \\
 sn_8^{(2)} &= f(v_{81}^{(1)} p_1 + v_{83}^{(1)} p_3 + \dots + v_{811}^{(1)} p_{11} + v_{812}^{(1)} x_{12} + s_8^{(1)}) \\
 sn_9^{(2)} &= f(v_{91}^{(1)} p_1 + v_{93}^{(1)} p_3 + \dots + v_{911}^{(1)} p_{11} + v_{912}^{(1)} x_{12} + s_9^{(1)}) \\
 sn_{10}^{(2)} &= f(v_{101}^{(1)} p_1 + v_{103}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1011}^{(1)} p_{11} + v_{1012}^{(1)} x_{12} + s_{10}^{(1)}) \\
 sn_{11}^{(2)} &= f(v_{111}^{(1)} p_1 + v_{113}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1111}^{(1)} p_{11} + v_{1112}^{(1)} x_{12} + s_{11}^{(1)}) \\
 sn_{12}^{(2)} &= f(v_{121}^{(1)} p_1 + v_{123}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1211}^{(1)} p_{11} + v_{1212}^{(1)} x_{12} + s_{12}^{(1)}) \\
 \tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)} sn_1^{(2)} + v_2^{(2)} sn_2^{(2)} + v_3^{(2)} sn_3^{(2)} + v_4^{(2)} sn_4^{(2)} + v_5^{(2)} sn_5^{(2)} \\
 &\quad + v_6^{(2)} sn_6^{(2)} + v_7^{(2)} sn_7^{(2)} + v_8^{(2)} sn_8^{(2)} + v_9^{(2)} sn_9^{(2)} + v_{10}^{(2)} sn_{10}^{(2)} \\
 &\quad + v_{11}^{(2)} sn_{11}^{(2)} + v_{12}^{(2)} sn_{12}^{(2)} + s^{(2)})
 \end{aligned}$$

де $f(-)$ – специфікація функції активації прихованих нейронів, в нашому випадку експоненціальна функція;

$sn_1^{(2)}$ – вихід першого прихованого нейрону в розрізі другого шару нейронної мережі, входи якого є приховані нейрони першого шару

$v_{11}^{(1)} p_1, v_{13}^{(1)} p_3, \dots, v_{112}^{(1)} p_{12}$, та $s_1^{(1)}$. Інші $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}, sn_7^{(2)}, sn_8^{(2)}, sn_9^{(2)}, sn_{10}^{(2)}, sn_{11}^{(2)}, sn_{12}^{(2)}$ – аналогічно;

$sn^{(3)}$ - вихід прихованих нейронів в розрізі третього шару нейронної мережі; входами для даних виходів є зважені виходи прихованих нейронів другого шару нейронної мережі $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}, sn_7^{(2)}, sn_8^{(2)}, sn_9^{(2)}, sn_{10}^{(2)}, sn_{11}^{(2)}, sn_{12}^{(2)}$.

В якості специфікації функції активації виходу нейронної мережі в нашому випадку є тотожна функція:

$$OUT = (net) \quad (2.14)$$

де OUT – виходи прихованих нейронів нейронної мережі в розрізі третього шару $sn^{(3)}$;

net – сума вхідних сигналів, зважених на відповідні вагові коефіцієнти для другого шару, наприклад $sn_1^{(2)} = f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{112}^{(1)} p_{12} + s_1^{(1)})$ для $h_1^{(2)}$.

Математичну модель сьомої нейронної мережі з архітектурою MLP12-6-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 6) оцінювання розривів між попитом та пропозицією на ринку праці, зумовлених цифровізацією соціально-економічних відносин, у загальному вигляді можна представити наступним чином (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$sn_1^{(2)} = f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{111}^{(1)} p_{11} + v_{112}^{(1)} x_{12} + s_1^{(1)}) \quad (2.15)$$

$$sn_2^{(2)} = f(v_{21}^{(1)} p_1 + v_{23}^{(1)} p_3 + \dots + v_{211}^{(1)} p_{11} + v_{212}^{(1)} x_{12} + s_2^{(1)})$$

$$sn_3^{(2)} = f(v_{31}^{(1)} p_1 + v_{33}^{(1)} p_3 + \dots + v_{311}^{(1)} p_{11} + v_{312}^{(1)} x_{12} + s_3^{(1)})$$

$$\begin{aligned}
 sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)} p_1 + v_{43}^{(1)} p_3 + \dots + v_{411}^{(1)} p_{11} + v_{412}^{(1)} x_{12} + s_4^{(1)}) \\
 sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)} p_1 + v_{53}^{(1)} p_3 + \dots + v_{511}^{(1)} p_{11} + v_{512}^{(1)} x_{12} + s_5^{(1)}) \\
 sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)} p_1 + v_{63}^{(1)} p_3 + \dots + v_{611}^{(1)} p_{11} + v_{612}^{(1)} x_{12} + s_6^{(1)}) \\
 \tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)} sn_1^{(2)} + v_2^{(2)} sn_2^{(2)} + v_3^{(2)} sn_3^{(2)} + v_4^{(2)} sn_4^{(2)} + v_5^{(2)} sn_5^{(2)} \\
 &\quad + v_6^{(2)} sn_6^{(2)} + s^{(2)})
 \end{aligned}$$

де $f(-)$ – специфікація функції активації прихованих нейронів, в нашому випадку експоненціальна функція;

$sn_1^{(2)}$ – вихід першого прихованого нейрону в розрізі другого шару нейронної мережі, входи якого є приховані нейрони першого шару $v_{11}^{(1)} p_1, v_{13}^{(1)} p_3, \dots, v_{112}^{(1)} p_{12}$, та $s_1^{(1)}$. Інші $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}$ – аналогічно;

$sn^{(3)}$ - вихід прихованих нейронів в розрізі третього шару нейронної мережі; входами для даних виходів є зважені виходи прихованих нейронів другого шару нейронної мережі $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}$.

В якості специфікації функції активації виходу нейронної мережі в нашому випадку є синусоїда:

$$OUT = \sin(net) \quad (2.16)$$

де OUT – виходи прихованих нейронів нейронної мережі в розрізі третього шару $sn^{(3)}$;

net – сума вхідних сигналів, зважених на відповідні вагові коефіцієнти для другого шару, наприклад $sn_1^{(2)} = f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{112}^{(1)} p_{12} + s_1^{(1)})$ для $h_1^{(2)}$.

Математичну модель восьмої нейронної мережі з архітектурою MLP12-6-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 6) оцінювання

розривів між попитом та пропозицією на ринку праці, зумовлених цифровізацією соціально-економічних відносин, у загальному вигляді можна представити наступним чином (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned}
 sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{111}^{(1)} p_{11} + v_{112}^{(1)} x_{12} + s_1^{(1)}) & (2.17) \\
 sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)} p_1 + v_{23}^{(1)} p_3 + \dots + v_{211}^{(1)} p_{11} + v_{212}^{(1)} x_{12} + s_2^{(1)}) \\
 sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)} p_1 + v_{33}^{(1)} p_3 + \dots + v_{311}^{(1)} p_{11} + v_{312}^{(1)} x_{12} + s_3^{(1)}) \\
 sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)} p_1 + v_{43}^{(1)} p_3 + \dots + v_{411}^{(1)} p_{11} + v_{412}^{(1)} x_{12} + s_4^{(1)}) \\
 sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)} p_1 + v_{53}^{(1)} p_3 + \dots + v_{511}^{(1)} p_{11} + v_{512}^{(1)} x_{12} + s_5^{(1)}) \\
 sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)} p_1 + v_{63}^{(1)} p_3 + \dots + v_{611}^{(1)} p_{11} + v_{612}^{(1)} x_{12} + s_6^{(1)}) \\
 \tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)} sn_1^{(2)} + v_2^{(2)} sn_2^{(2)} + v_3^{(2)} sn_3^{(2)} + v_4^{(2)} sn_4^{(2)} + v_5^{(2)} sn_5^{(2)} \\
 &\quad + v_6^{(2)} sn_6^{(2)} + s^{(2)})
 \end{aligned}$$

де $f(-)$ – специфікація функції активації прихованих нейронів, в нашому випадку тотожна функція у вигляді тангансу;

$sn_1^{(2)}$ – вихід першого прихованого нейрону в розрізі другого шару нейронної мережі, входи якого є приховані нейрони першого шару $v_{11}^{(1)} p_1, v_{13}^{(1)} p_3, \dots, v_{112}^{(1)} p_{12}$, та $s_1^{(1)}$. Інші $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}$ – аналогічно;

$sn^{(3)}$ - вихід прихованих нейронів в розрізі третього шару нейронної мережі; входами для даних виходів є зважені виходи прихованих нейронів другого шару нейронної мережі $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}$.

В якості специфікації функції активації виходу нейронної мережі в нашому випадку є тотожна функція:

$$OUT = (net) \quad (2.18)$$

де OUT – виходи прихованих нейронів нейронної мережі в розрізі третього шару $sn^{(3)}$;

net – сума вхідних сигналів, зважених на відповідні вагові коефіцієнти для другого шару, наприклад $sn_1^{(2)} = f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{112}^{(1)} p_{12} + s_1^{(1)})$ для $h_1^{(2)}$.

Математичну модель дев'ятої нейронної мережі з архітектурою MLP12-9-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 9) оцінювання розривів між попитом та пропозицією на ринку праці, зумовлених цифровізацією соціально-економічних відносин, у загальному вигляді можна представити наступним чином (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned}
 sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{111}^{(1)} p_{11} + v_{112}^{(1)} x_{12} + s_1^{(1)}) & (2.19) \\
 sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)} p_1 + v_{23}^{(1)} p_3 + \dots + v_{211}^{(1)} p_{11} + v_{212}^{(1)} x_{12} + s_2^{(1)}) \\
 sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)} p_1 + v_{33}^{(1)} p_3 + \dots + v_{311}^{(1)} p_{11} + v_{312}^{(1)} x_{12} + s_3^{(1)}) \\
 sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)} p_1 + v_{43}^{(1)} p_3 + \dots + v_{411}^{(1)} p_{11} + v_{412}^{(1)} x_{12} + s_4^{(1)}) \\
 sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)} p_1 + v_{53}^{(1)} p_3 + \dots + v_{511}^{(1)} p_{11} + v_{512}^{(1)} x_{12} + s_5^{(1)}) \\
 sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)} p_1 + v_{63}^{(1)} p_3 + \dots + v_{611}^{(1)} p_{11} + v_{612}^{(1)} x_{12} + s_6^{(1)}) \\
 sn_7^{(2)} &= f(v_{71}^{(1)} p_1 + v_{73}^{(1)} p_3 + \dots + v_{711}^{(1)} p_{11} + v_{712}^{(1)} x_{12} + s_7^{(1)}) \\
 sn_8^{(2)} &= f(v_{81}^{(1)} p_1 + v_{83}^{(1)} p_3 + \dots + v_{811}^{(1)} p_{11} + v_{812}^{(1)} x_{12} + s_8^{(1)}) \\
 sn_9^{(2)} &= f(v_{91}^{(1)} p_1 + v_{93}^{(1)} p_3 + \dots + v_{911}^{(1)} p_{11} + v_{912}^{(1)} x_{12} + s_9^{(1)}) \\
 \tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)} sn_1^{(2)} + v_2^{(2)} sn_2^{(2)} + v_3^{(2)} sn_3^{(2)} + v_4^{(2)} sn_4^{(2)} + v_5^{(2)} sn_5^{(2)} \\
 &\quad + v_6^{(2)} sn_6^{(2)} + v_7^{(2)} sn_7^{(2)} + v_8^{(2)} sn_8^{(2)} + v_9^{(2)} sn_9^{(2)} + s^{(2)})
 \end{aligned}$$

де $f(-)$ – специфікація функції активації прихованих нейронів, в нашому випадку функція у вигляді тангенсу;

$sn_1^{(2)}$ – вихід першого прихованого нейрону в розрізі другого шару нейронної мережі, входи якого є приховані нейрони першого шару $v_{11}^{(1)} p_1, v_{13}^{(1)} p_3, \dots, v_{112}^{(1)} p_{12}$, та $s_1^{(1)}$. Інші $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}, sn_7^{(2)}, sn_8^{(2)}, sn_9^{(2)}$ – аналогічно;

$sn^{(3)}$ – вихід прихованих нейронів в розрізі третього шару нейронної мережі; входами для даних виходів є зважені виходи прихованих нейронів другого шару нейронної мережі $sn_1^{(2)}, sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}, sn_7^{(2)}, sn_8^{(2)}, sn_9^{(2)}$.

В якості специфікації функції активації виходу нейронної мережі в нашому випадку є функція у вигляді тангенса:

$$OUT = \tan(net) \quad (2.20)$$

де OUT – виходи прихованих нейронів нейронної мережі в розрізі третього шару $sn^{(3)}$;

net – сума вхідних сигналів, зважених на відповідні вагові коефіцієнти для другого шару, наприклад $sn_1^{(2)} = f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{112}^{(1)} p_{12} + s_1^{(1)})$ для $h_1^{(2)}$.

4 етап. Прогнозування методом експоненційного згладжування значень факторів. Результати прогнозування представлено на рисунках 2.27–2.35.

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta)				
	1.Y1	2.Y1	3.Y1	4.Y1	5.Y1
1	210,0780	198,8681	191,4748	211,5196	222,1573
2	210,6362	195,2295	181,8161	212,3887	194,9603
3	212,5574	191,1574	169,7943	214,6205	163,9507

Рисунок 2.27 – Прогнозні значення Y1 за п'ятьма нейромережевими моделями

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta)				
	1.Y2	2.Y2	3.Y2	4.Y2	5.Y2
1	73,95434	74,50395	68,02617	72,26984	72,68096
2	76,36718	72,93339	59,95225	74,15079	74,50859
3	78,81013	69,91576	51,55705	76,06487	76,27280

Рисунок 2.28 – Прогнозні значення Y2 за п'ятьма нейромережевими моделями

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta)				
	1.Y3	2.Y3	3.Y3	4.Y3	5.Y3
1	83,35701	75,48186	85,09605	91,22927	76,55225
2	77,80147	73,54068	81,03521	88,14531	74,70379
3	72,38667	71,70427	77,16430	86,20174	73,12687

Рисунок 2.29 – Прогнозні значення Y3 за п'ятьма нейромережевими моделями

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta)				
	1.Y4	2.Y4	3.Y4	4.Y4	5.Y4
1	170,7871	161,8968	155,0204	169,1395	174,4976
2	175,2156	165,0978	162,9439	173,9359	179,6271
3	179,7292	167,4806	170,6134	178,8251	185,4824

Рисунок 2.30 – Прогнозні значення Y4 за п'ятьма нейромережевими моделями

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta)				
	1.Y5	2.Y5	3.Y5	4.Y5	5.Y5
1	164,2625	163,6186	164,4520	164,5482	164,5660
2	175,7058	174,9220	175,9782	176,0184	175,7322
3	187,1397	186,2124	187,5744	187,4857	186,6905

Рисунок 2.31 – Прогнозні значення Y5 за п'ятьма нейромережевими моделями

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta)				
	1.Y6	2.Y6	3.Y6	4.Y6	5.Y6
1	535,7333	541,0051	545,3497	556,8930	542,0780
2	519,7674	542,4322	548,6239	566,3854	536,2785
3	504,6398	543,1862	547,9466	575,6407	527,0474

Рисунок 2.32 – Прогнозні значення Y6 за п'ятьма нейромережевими моделями

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta)				
	1.Y7	2.Y7	3.Y7	4.Y7	5.Y7
1	53,69145	49,92013	51,90896	52,56087	56,87757
2	58,35242	49,88903	55,01217	55,71705	60,31999
3	62,56726	49,64705	57,96289	58,87467	63,67944

Рисунок 2.33 – Прогнозні значення Y7 за п'ятьма нейромережевими моделями

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta)				
	1.Y8	2.Y8	3.Y8	4.Y8	5.Y8
1	131,2612	133,1681	134,0498	133,1755	139,5997
2	138,2643	139,1125	140,3269	139,2209	142,7020
3	145,3787	145,0094	146,5954	145,2587	145,3113

Рисунок 2.34 – Прогнозні значення Y8 за п'ятьма нейромережевими моделями

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta)				
	1.Y9	2.Y9	3.Y9	4.Y9	5.Y9
1	128,5809	143,6486	141,7619	121,4261	144,6954
2	124,4263	151,2358	141,4347	123,6710	141,8581
3	120,3829	158,1682	141,3586	126,3997	141,0363

Рисунок 2.35 – Прогнозні значення Y9 за п'ятьма нейромережевими моделями

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Statistica

Узагальнюючи результати прогнозування результативних показників з використанням нейромережевого моделювання було виявлено, що протягом

наступних 2021–2025 рр. навантаження зареєстрованих безробітних на одну вакансію за такими категоріями працівників як «законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі)» (Y1), «професіонали» (Y2) та «фахівці» (Y3) за реалістичним сценарієм з урахуванням викликів цифровізації буде скорочуватися, що засвідчує зменшення розривів між попитом та пропозицією на ринку праці за цими категоріями професій. Натомість, зростатиме розрив за такими категоріями працівників як «технічні службовці» (Y4), «кваліфіковані робітники з інструментом» (Y7), «робітники з обслуговування, експлуатації та контролювання за роботою технологічного устаткування, складання устаткування та машин» (Y8), «найпростіші професії» (Y9). Найбільшою мірою навантаження зареєстрованих безробітних на одну вакансію збільшиться за такою категорією працівників як «кваліфіковані робітники сільського та лісового господарств, риборозведення та рибальства» (Y6). У свою чергу, практично незмінним лишиться розрив між попитом та пропозицією на ринку праці за такою категорією працівників як «працівники сфери торгівлі та послуг» (Y5).

2.3 Механізми реформування системи освіти під впливом цифровізації соціально-економічних відносин

Зростаючий рівень цифровізації суспільства висуває нові вимоги до механізмів функціонування системи освіти. Вищі навчальні заклади мають трансформувати їх позиціонування на ринку праці, змінити стратегію з урахуванням сучасних потреб. Цифровізація сектору освіти може відбуватися на різних рівнях: у навчальному процесі, при проведенні досліджень, на етапі оцінювання, на адміністративному рівні [8, 115, 116, 117, 137]. Це обумовлює необхідність зміни підходів до надання освітніх послуг на різних рівнях. Останніми роками стратегічним завданням розвитку системи освіти стає

приведення її у відповідність до вимог цифрового суспільства [133, 134]. Це стосується трансформації всіх аспектів системи освіти – організації навчального процесу, змісту навчальних програм, забезпечення розвитку цифрової інфраструктури в навчальних закладах. У той же час, цифрові трансформації потребують чіткого визначення пріоритетних напрямків та послідовності їх запровадження, збалансованої та органічної інтеграції цифрових технологій в діяльність закладів освіти.

Питаннями цифрових трансформацій в освіті займалися ряд вітчизняних та іноземних науковців [64, 67, 99, 124, 129, 138]. Зокрема, Бергер Т. та Фрей Ч. [9] досліджують зміну попиту на фахівців з цифровими навичками. Бабаєв В.М., Стадник Г.В., Момот Т.В. [105] аналізують місце ІКТ в системі освіти. Буйницька О., Варченко-Троценко Л., Грицеляк Б. [113] та Р. Беджінару [8] розглядають особливості цифровізації вищих навчальних закладів. Кучерак І. В. [128] досліджує вплив цифровізації на формування ключових компетентностей в ході освітнього процесу. Щетініна Л. В., Рудакова С. Г., Данилевич Н. С., Монастирська Х. Р. [139] аналізують точку зору студентів щодо переваг та недоліків цифровізації освіти.

Незважаючи на значну кількість досліджень щодо особливостей цифровізації освіти, на поточний момент відсутнє системне уявлення щодо необхідних реформ та механізмів трансформації навчальних закладів з урахуванням вимог цифрового суспільства. Розроблення ключових напрямків, за якими має відбуватися цифрова трансформація системи освіти з урахуванням всіх переваг та недоліків цифрової освіти потребує подальших досліджень.

Проникнення цифрових технологій в усі сфери економіки змінили попит на фахівців з цифровими навичками. Станом на 2020 рік у країнах Європейського Союзу налічувалось більше 8,5 млн. працівників галузі інформаційно-комунікаційних технологій, що становить 4,3% загальної зайнятості в економіці. Для порівняння у 2015 році дана галузь забезпечувала працевлаштування для 6,5 млн. працівників або 3,5 % зайнятих [17].

Аналізуючи рівень зайнятості в галузі інформаційно-комунікаційних технологій в окремих європейських країнах (рис. 2.36) слід зазначити, що він коливається від 2 % (Греція) до 7,6 % (Фінляндія). При цьому аналіз рівня освіти зайнятих працівників свідчить, що більшість з них (в середньому 67,4 %) має вищу освіту, однак, попитом користуються також працівники, що мають початкову або середню освіту.

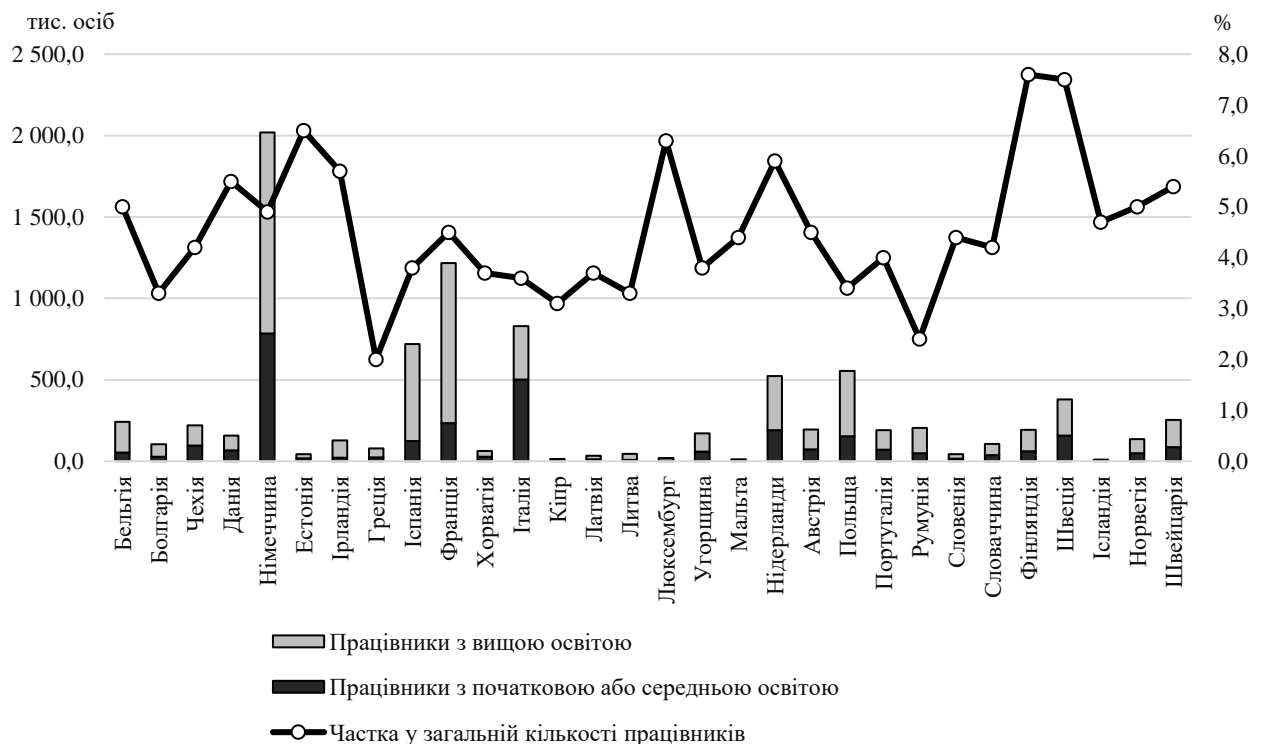


Рисунок 2.36 – Показники працевлаштування працівників у галузі інформаційно-комунікаційних технологій у європейських країнах станом на 2020 рік

Джерело: побудовано автором за даними [17]

На ринку праці існує потреба не лише у спеціалістах з інформаційних технологій, а й у фахівцях різних напрямків, які мають навички роботи з програмними комплексами та електронними технологіями. Т. Бергер та Ч. Фрей [9] виокремили три типи цифрових навичок, які необхідні сучасним працівникам:

1) навички для практиків у сфері ІКТ: вміння щодо розробки, проектування, адміністрування та просування систем та програмних комплексів інформаційно-комунікаційних технологій. Найчастіше актуальні для працівників сфери ІКТ;

2) навички користувача ІКТ: вміння працювати у загальних та спеціалізованих програмних комплексах для виконання робочих завдань. Актуальні для найманих працівників у різних сферах;

3) навички лідера у сфері цифровізації: поєднання управлінських навичок та знання інформаційно-комунікаційних технологій для адаптації бізнесу до вимог цифрового суспільства, генерування інноваційних способів ведення бізнесу. Актуальні для менеджменту компаній різних сфер.

У той же час, слід відзначити, що цифровізація економіки та суспільства проявляється не лише у розвитку галузі інформаційно-комунікаційних технологій, а й має значний вплив на функціонування всіх без винятку сфер суспільного життя. У процесі цифрової трансформації різних галузей слід враховувати наступні ключові тренди цифрової економіки:

- зростаюча роль інформації серед факторів забезпечення конкурентоспроможності;
- поширення «Інтернету речей», що дозволяє інтегрувати повсякденне життя з комп'ютерними системами та програмними технологіями;
- зміна сутності традиційних систем та сервісів, поява унікальних цифрових послуг та сервісів (цифровий банкінг, Airbnb, Uber тощо);
- поява нових бізнес-моделей (наприклад, шерингова економіка);
- розвиток «хмарних» технологій, віртуалізацію ІТ-систем;
- «цифровізація» державного управління, поява електронних інформаційних ресурсів;
- поява «цифрових» робочих місць [105].

Слід зазначити, що сучасний стан цифрових навичок населення не завжди відповідає трендам та вимогам цифровізації суспільства. Так, у країнах

Європейського Союзу лише 31% населення має рівень цифрових навичок вище базових, тоді як 29% населення має низький рівень цифрових навичок [17]. Подібна структура зберігається також в окремих країнах Європи (рис. 2.37).

Розширені вимоги до цифрових навичок працівників визначають необхідність зміни їх підготовки шляхом реформування систем базової та додаткової освіти. Слід зазначити, що в середньому 20% підприємств у країнах Європейського Союзу забезпечують проведення тренінгів для підвищення цифрових навичок їх працівників [17].

Для того, щоб забезпечити сучасні потреби ринку праці в кваліфікованих фахівцях, навчальні заклади мають комунікувати з реальним сектором та актуалізувати освітні програми різних напрямків. Трансформації системи освіти, обумовлені цифровізацією, полягають у пошуку балансу між базовими знаннями та навчанням інноваційним підходам, здатності адаптуватися до мінливого світу та формуванню навичок до самонавчання.

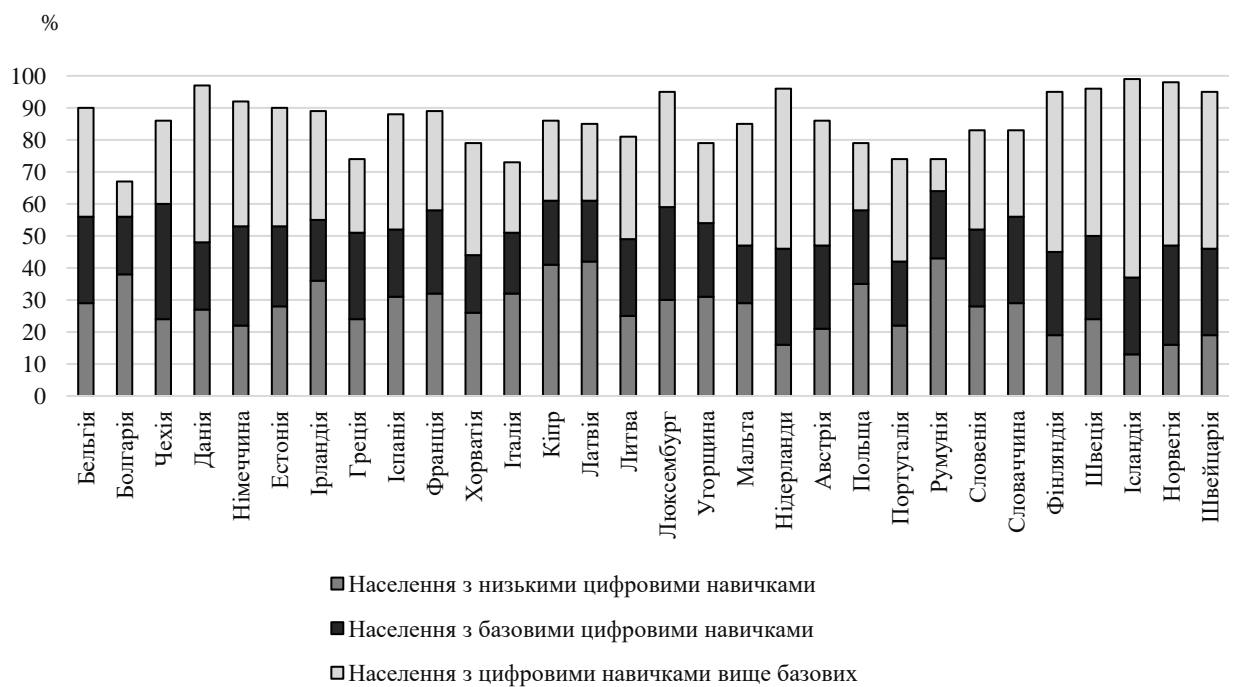


Рисунок 2.37 – Рівень цифрових навичок населення у країнах Європи станом на 2020 рік

Джерело: побудовано автором за даними [17]

Слід відзначити основні напрямки, за якими може відбуватися цифровізація навчальних закладів:

- цифровізація освітнього процесу (онлайн-навчання, е-деканат, електронний вступ, електронний розклад, перевірка на плагіат, планування навантаження, моніторинг якості освітнього процесу, розвиток персоналу);
- цифровізація науки (електронні наукові журнали та публікації, онлайн-конференції, цифрова бібліотека, система моніторингу публікаційної активності);
- цифровізація менеджменту і маркетингу (електронний документообіг, нормативна база, електронна бухгалтерія, веб-сайт тощо);
- цифровізація інфраструктури (віртуальні робочі місця, підключення до eduroam, технології BYOD тощо) [113]

Пандемія COVID-19 стала одним з ключових тригерів, що посилив тренди цифровізації освіти. В. Лін [51] виділяє основні напрямки цифрових реформ у освіті, що сформувалися у пандемічний період та в умовах постпандемічного відновлення.

Реформи організаційних механізмів здійснення навчання в онлайн-форматі. Необхідність швидкого реагування в умовах пандемії обумовила трансформації освітнього процесу з офлайн-формату в онлайн будь-якими доступними способами для забезпечення безперервності навчання. У той же час, не всі навчальні заклади були повною мірою готові до цього з точки зору технічного забезпечення, кваліфікації персоналу, а також забезпечення відповідності якості дистанційного навчання. Саме тому існує необхідність трансформації навчальних програм, коригування практик реалізації онлайн-освіти, встановлення стандартів якості освітнього процесу в новому форматі тощо.

Інтеграція розвитку інформаційних технологій та системи освіти. Аналіз сучасних трендів свідчить, що система освіти розвивається набагато повільнішими темпами ніж цифрова індустрія. Це призводить до того, що найбільш повноцінні досягнення цифровізації суспільства не можуть бути

повноцінно використані для створення пропозиції освітніх продуктів. На сьогодні система освіти виступає «споживачем» інформаційних продуктів, намагаючись за допомогою існуючих технологій забезпечити реалізацію освітнього процесу, що часто відображається на його якості. Саме тому дуже важливо забезпечувати створення інформаційних технологій та продуктів, адаптованих під потреби освітнього процесу, з метою надання найкращих інтерактивних продуктів, ресурсів та рішень, що можуть бути використані викладачами та здобувачами освіти.

Трансформація самого місця освіти у житті людини та побудова нового вектору взаємовідносин у координатах «вчителі – учні», «навчальний заклад – дім». Онлайн-освіта має кардинально інші прояви порівняно з традиційною, які слід використовувати. У кінцевому підсумку трансформації підходів навчання з офлайн до онлайн-формату мають не лише забезпечувати попередній рівень якості освіти, а створити зовсім інший формат здобуття знань та навичок. Зокрема, онлайн-освіта розширює потік інформації, доступний до опрацювання. У таких умовах, завданням вчителя/викладача є не лише надання знань, а й постановка проблемних питань, визначення тематики та проєктів для індивідуального самостійного та групового вивчення, що дозволяє навчити працювати з інформацією. У той же час, онлайн-освіта розширює технічні можливості для проведення онлайн-оцінювання, інтерактивного контролю особистої успішності. У цьому контексті надзвичайно важливим є створення інтелектуального освітнього середовища (мультимедійні класи, розумні кампуси, хмарні сервіси), що забезпечить цифровізацію не лише процесу викладання, а й цифрові трансформації навчального процесу в цілому [131, 130].

Інтеграція освіти та штучного інтелекту. Розвиток інформаційних технологій, зростання швидкості та потужності мережі Інтернет, а також пандемічний період прискорили інтеграцію освіти та штучного інтелекту. Перспективними напрямками його застосування в системі освіти є використання аудиторій та лекторів штучного інтелекту. Перевагами

штучного інтелекту є можливість опрацювання великого обсягу інформації, фото пошук, оцінювання мови, інтелектуальне планування уроків тощо. У підсумку це дозволить створити повноцінний набір інтелектуальних програм для покращення якості освіти.

Слід зазначити, що, як і будь-який процес, цифровізація освіти має свої переваги та недоліки для всіх суб'єктів навчального процесу. І. В. Кучерак [128] виділяє такі переваги цифровізації освіти для осіб, що навчаються:

- розвиток здатності до самонавчання, критичного аналізу навчальних матеріалів;
- підвищення адаптивності та мобільності осіб, що навчаються, їх здатності пристосовуватися до мінливого середовища;
- можливість побудувати індивідуальну освітню траєкторію;
- розширення аудиторії осіб, що навчаються, з урахуванням їх персоналізованих інтересів;
- зростання комфортності навчального процесу через можливість вибору власного темпу і розкладу для навчання.

Для учнів та студентів основними перевагами цифрової освіти є її гнучкість та доступність. Так, у випадку викладання онлайн-курсів засобами, що передбачають одночасну присутність викладача та студентів (учнів), особа, що навчається, може здобувати освіту з дому або іншого зручного місця, не витрачаючи час та кошти на дорогу. Це також відкриває можливості більш широкої географії для здобуття освіти. При вивченні навчальних курсів онлайн, які передбачають комплексне представлення всіх матеріалів на цифрових платформах, з'являється також можливість вибору зручного часу для навчання та дотримання власного темпу здобуття освіти. Крім того, цифровізація освіти дозволяє особам, що навчаються, отримувати доступ до більшої кількості матеріалів, глибше та ширше досліджувати питання, що їх цікавлять, забезпечує простоту пошуку інформації. Можливості застосування інтерактивних навчальних матеріалів також покращують рівень сприйняття та засвоєння інформації [10, 100, 108, 109, 110].

Однак, цифрова освіта також не позбавлена певних недоліків для її здобувачів. Першим недоліком є необхідність мінімального технологічного оснащення. Це створює перешкоди у здобутті освіти для найбільш вразливих верств населення. Крім того, важливо мати достатній рівень цифрової грамотності для повноцінного використання всіх можливостей цифрової освіти. Наступним дуже важливим недоліком є необхідність високого рівня самоорганізації осіб, що навчаються, та їх вміння працювати з інформацією. Саме тому навіть в умовах онлайн-навчання, слід забезпечувати можливість постійного консультування з викладачами. Слід зазначити, що на якість цифрової освіти також впливають технічні проблеми, які можуть ускладнювати навчальний процес. Враховуючи той факт, що до завдань освіти належить не лише передача знань та формування навичок, а й всебічний розвиток особистості, зазначимо, що недоліками цифрової освіти є її негативний вплив на соціальні навички та здоров'я осіб, що навчаються. У той же час, цифровізація освіти має також і негативні прояви. Як свідчать результати опитування студентів, онлайн-навчання порівняно з традиційною формою проведення занять, характеризується більш високим рівнем психоемоційного напруження (це відзначає 43 % респондентів) [139]. Крім того, досить часто студенти звертають увагу на погану організацію занять у дистанційній формі. Це формує відповідні виклики, які мають бути подолані у процесі цифрової трансформації освіти.

З точки зору навчальних закладів цифрова освіта також має певні переваги й недоліки. Р. Беджінару [8] у своєму дослідженні акцентує увагу на чотирьох основних рушійних силах цифровізації навчальних закладів:

– забезпечення зростання конкурентоспроможності. Імплементация цифрових технологій в систему вищої освіти дозволить, з одного боку, підвищити привабливість навчального закладу для студентів через забезпечення для них формування необхідних цифрових навичок, а з іншого боку – цифровізація операційної діяльності навчальних закладів дозволяє

забезпечувати навчальний процес в дистанційному форматі, що дозволяє привабити територіально відділених студентів;

– економія витрат. Метою фінансового менеджменту навчальних закладів є збалансування плати за навчання і витрат на забезпечення навчального процесу. Використання цифрових технологій в навчальному процесі (розробка дистанційних курсів, запис відео-лекцій, використання навчальних платформ) дозволяє зменшити операційні витрати на забезпечення навчального процесу, забезпечити економію часу персоналу, що створює додаткові вигоди як для студентів, так і для навчального закладу;

– забезпечення відповідності досвіду користувача. Розроблення мобільних версій веб-сайтів університетів та адаптація навчальних матеріалів для доступу з будь-якого цифрового пристрою збільшує прихильність студентів до університету, дозволяє інтегрувати навчання у звичні для них стратегії поведінки цифрового користувача;

– підвищення гнучкості: за допомогою цифрових технологій процес забезпечення відповідності пропозиції вищих навчальних закладів до вимог ринку стає більш швидким. Впровадження інноваційних технологій дозволяє підвищити рівень задоволення всіх учасників від освітнього процесу.

Найбільш значущою стратегічною перевагою цифрової освіти є зниження витрат на забезпечення навчального процесу. Так, переведення навчання у цифровий формат дозволяє економити робочий час викладача, не потребує великих приміщень, забезпечує автоматизацію контролю та оцінювання виконання завдань. Можливості багатократного використання цифрових навчальних матеріалів дозволяють масштабувати кількість здобувачів освіти, нівелюючи вплив географії їх місцезнаходження. Цифровізація освіти також сприяє її екологічності, оскільки усуває потребу в паперових навчальних матеріалах, що також має ефекти економії для навчального закладу. Однак, у той же час, цифровізація освіти потребує значних інвестицій у створення цифрових платформ, адаптацію існуючих навчальних матеріалів для їх використання в онлайн-форматі. Це пов'язано

також з необхідністю забезпечення достатнього рівня цифрової кваліфікації викладачів. Для забезпечення належного рівня якості, цифрові матеріали також потребують постійного оновлення та адаптації. Крім того, не всі навчальні дисципліни та програми можуть бути повноцінно переведені в онлайн-формат. Також значною проблемою цифрової освіти залишається низький рівень контролю за дотриманням академічної доброчесності.

Узагальнюючи переваги та недоліки цифрової освіти для різних її суб'єктів, представимо їх у вигляді таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Переваги та недоліки цифрової освіти

Суб'єкт освіти	Переваги	Недоліки
Особа, що навчається	– доступність навчальних матеріалів; – різноманіття; – адаптивність	– необхідність технологічної бази; – перенавантаження інформацією; – технічні проблеми; – зниження соціалізації; – негативний вплив на здоров'я
Навчальний заклад	– зниження витрат; – ефект масштабу; – екологічність; – мобільність	– тривалість підготовки матеріалів для цифрових платформ; – низький рівень контролю

Джерело: складено автором на основі [3, 104, 136]

В умовах цифровізації система освіти має забезпечувати для студентів формування цифрових навичок, надання цифрового досвіду та навчання з використанням цифрових технологій. Для цього навчальні заклади мають першочергово стати цифровими організаціями, використовувати цифрові технології та ресурси, а також забезпечити навчання персоналу цифровим навичкам. Важливо, щоб процес цифрових трансформацій був багатостороннім, одночасно усвідомленим з боку викладачів освітніх закладів та менеджменту.

Група дослідників на чолі з А. МакКарті виділяє наступні компоненти цифрових трансформацій в освіті: лідерство, люди, досвід та технології [57]. Основою цифрових трансформацій є лідерство, що передбачає формування стратегії цифровізації, розробку її політики, цілей та індикаторів для

вимірювання, формування цифрової культури та партнерства. Однією з найбільш важливих складових успішних цифрових трансформацій є достатній рівень цифрових навичок всіх учасників навчального процесу, які дозволяють сформувати відповідний досвід. У той же час, цифровий розвиток навчальних закладів неможливий без використання сучасних технологій, створення власних цифрових сервісів, імплементація та адаптація останніх досягнень галузі ІКТ.

Дослідження свідчать, що 80% абітурієнтів вищих навчальних закладів формують перше враження про університет на основі перегляду веб-сайту [20]. Відповідно, університети мають зосереджуватись на використанні цифрових технологій вже на етапі промоції освітніх послуг шляхом забезпечення промо-доступу до навчальних матеріалів, каталогів дисциплін, віртуальних екскурсій тощо. Це дозволяє підвищити привабливість навчального закладу для майбутніх студентів.

Одним з найбільш важливих механізмів цифровізації навчальних закладів є цифрові трансформації навчального процесу. Сучасний досвід використання цифрових навчальних матеріалів свідчить, що можливими є різні варіанти поєднання традиційного та цифрового навчання, такі як використання цифрових навчальних матеріалів як доповнення до традиційного формату занять, поєднання онлайн та офлайн форматів у процесі викладання одного навчального курсу (дисципліни), технології дистанційного навчання тощо. Реалізація механізмів цифровізації навчального процесу потребує максимально збалансованого підходу для забезпечення поєднання переваг цифрового та традиційного навчання.

Слід також відзначити, що стратегія цифровізації навчальних закладів потребує створення цифрової інфраструктури, яка має забезпечити максимальне поширення онлайн-сервісів у навчальному закладі, які дозволять підвищити комфортність їх використання та оптимізувати процеси функціонування навчального закладу.

Важливим аспектом успішної реалізації стратегічного плану цифровізації навчального закладу є достатній рівень цифрових навичок всіх його стейкхолдерів. Для цього необхідно проводити підвищення рівня кваліфікації працівників у напрямку використання сучасних інформаційних технологій, а також викладати навчальні курси, пов'язані з формуванням базових цифрових навичок для здобувачів освіти. Крім того, необхідною умовою функціонування суб'єктів в епоху цифрових технологій є належний рівень захисту інформації, що дозволить забезпечити безпеку даних та гарантувати стабільність їх функціонування.

Аналізуючи процес цифрової трансформації системи освіти, слід виділити ключові напрямки, за якими має відбуватись цифрова трансформація навчальних закладів:

- створення цифрової інфраструктури: забезпечення доступу до цифрових технологій, наявність цифрових матеріалів, цифрових платформ, забезпечення стійкого з'єднання з онлайн-ресурсами;
- формування достатнього рівня цифрових навичок викладачів: забезпечення підвищення кваліфікації педагогічних та науково-педагогічних працівників у сфері цифрових технологій, стимулювання використання інноваційних технологій в навчальному процесі;
- підвищення цифрової спроможності навчальних закладів: розроблення та реалізація стратегії цифровізації, використання цифрових технологій не лише в навчальному процесі, а й у інших питаннях, пов'язаних з діяльністю навчального закладу;
- представлення цифрової компоненти в навчальних програмах: використання цифрових методів для розв'язання практичних завдань, розгляд тем, пов'язаних з цифровізацією, при вивченні різних навчальних дисциплін;
- використання ресурсів цифрової освіти: стимулювання учасників навчального процесу до вивчення онлайн-курсів, інтеграція цифрових матеріалів у процес вивчення навчальних дисциплін, стимулювання викладачів до створення власних онлайн-ресурсів;

- розвиток цифрового навчального середовища: створення віртуальних лабораторій, використання методів доповненої реальності тощо;
- запровадження систем цифрового оцінювання: трансформація систем оцінювання для підвищення значимості цифрових технологій в навчальному процесі.

У той же час, слід зазначити, що тренди цифровізації освіти мають ряд негативних проявів, які мають бути враховувані у процесі формування державної стратегії цифровізації освіти. Зокрема, найбільш значущим з них є різний рівень технологічного оснащення та кваліфікації викладачів у навчальних закладах. Так, зокрема, йдеться про великі міста і периферію, міські і сільські школи, навчальні заклади розвинутих країн та країн, що розвиваються. Відсутність державної підтримки, спрямованої на рівномірне забезпечення навчальних закладів необхідними засобами для цифровізації навчання, може призвести до формування значних розривів у рівні якості здобуття освіти. Особливо цей тренд є ризикованим для системи шкільної освіти. Наступною загрозою цифровізації освіти є ризики втрати соціальних навичок особами, що навчаються. Саме тому, стратегія цифровізації освіти має розроблятися інтегровано з іншими задачами розвитку молоді (до прикладу, у тісній співпраці Міністерства освіти і науки з Міністерством молоді та спорту).

У результаті проведеного аналізу можна відзначити, що цифрова трансформація системи освіти є актуальним трендом, який має забезпечити відповідність діяльності освітніх закладів сучасним вимогам цифрового суспільству та ринку праці. Метою цифрових трансформацій освітніх закладів має бути одночасна реалізація декількох задач: зростання рівня підготовки фахівців у сфері ІКТ; забезпечення цифрових компетентностей для осіб, що навчаються за різними навчальними програмами (навичок користувачів програмних продуктів); забезпечення навичок роботи з інформацією, цифрової безпеки тощо. Це потребує підвищення рівня цифрової кваліфікації викладачів та створення відповідної цифрової інфраструктури навчальних

закладів. У той же час, слід зазначити, що цифрові трансформації закладів освіти мають забезпечувати збалансування традиційних та електронних форм навчання з метою нівелювання недоліків освітнього процесу, організованого лише в онлайн-форматі, для забезпечення можливості вибору освітньої траєкторії у відповідності до запитів осіб, що навчаються.

Слід зазначити, що цифровізація освіти має ряд переваг як для осіб, що навчаються, так і для навчальних закладів. У той же час, як будь-який процес трансформації, цифрова освіта потребує стратегічного планування та реалізації комплексного підходу для забезпечення збереження якості навчального процесу при зміні форм та методів навчання. Таким чином, слід зазначити, що цифровізація навчання є невідворотним процесом. Існуючі переваги створюють конкуренцію між цифровими навчальними платформами та стимулюють навчальні заклади до всебічної цифровізації навчальних матеріалів. У той же час, слід зазначити, що якісна освіта, яка є місією навчальних закладів, забезпечується не лише якістю навчальних матеріалів, а й ефективною організацією навчального процесу, створення стимулів до засвоєння інформації, формуванням гнучких навичок (soft skills) у осіб, що навчаються. Це вимагає пошуку оптимальної інтеграції можливостей цифрового навчання у систему освіти для збереження взаємодії суб'єктів навчального процесу. Таким чином, реалізація механізмів цифрових трансформацій навчальних закладів має одночасно відбуватися в усіх напрямках їх діяльності, що забезпечить відповідність стратегічних планів та реальних змін, єдиний підхід до використання цифрових ресурсів та технологій.

Висновки до розділу 2

У другому розділі дисертації виявлено трансформаційні паттерни трендів користувацької уваги до питань цифровізації освіти у воєнний період;

визначено вплив цифровізації соціально-економічних відносин на розриви між попитом та пропозицією на ринку праці; обґрунтовано механізми реформування системи освіти під впливом цифровізації соціально-економічних відносин.

За результатами розділу зроблено наступні висновки:

1. Аналіз інтенсивності пошукових запитів користувачів Google за ключовими словами, що характеризують тренди цифровізації освіти, такими як освіта (education), вища освіта (higher education), дистанційне навчання (distance learning), онлайн навчання (online learning), електронне навчання (e-learning), змішане навчання (hybrid learning), гейміфікація навчання (gamification learning) за період 30.08.2020–30.08.2023 рр. дозволив виявити певні закономірності: найменшою кількістю пошукових запитів за більшістю ключових слів була у період різдвяно-новорічних свят, а найбільшою – перед початком вступної кампанії до закладів вищої освіти (особливо цей тренд помітний серед українських користувачів); у довоєнний період тренди інтенсивності користувацької цікавості до різних аспектів цифровізації освіти в Україні та світі були більш синхронними, тоді як після повномасштабного вторгнення відмічається певна дивергенція; мінімальна за період кількість пошукових запитів практично за всіма ключовими словами серед українських користувачів зафіксована протягом перших кількох тижнів повномасштабного вторгнення.

2. У контексті аналізу географічних закономірностей дисемінації пошукових запитів користувачів Google за ключовими словами у контексті цифровізації освіти у національному вимірі встановлено, що більш затребуваною дана тематика була серед користувачів з північно-західних областей України, тоді як для жителів східних та південно-східних регіонів ці питання були менш релевантними. У світовому вимірі найбільш активно питаннями цифровізації освіти протягом 30.08.2020–30.08.2023 рр. цікавилися користувачі Гани, Замбії, Шрі-Ланки, Філіппін, Малайзії та ін.

3. Для ідентифікації впливу цифровізації соціально-економічних відносин на розриви між попитом та пропозицією на ринку праці було розроблено науково-методичний підхід на основі нейромережевого моделювання, що базується на аналітичних даних для України за період 2010-2020 рр. у розрізі навантаження зареєстрованих безробітних на одну вакансію за 9 групами професій (результативні показники) та 12 індикаторами – вимірниками цифровізації. Практична апробація розробленого підходу засвідчила, що за даними прогнозування розривів між попитом та пропозицією на ринку освітніх послуг, спричинених цифровізацією, цей розрив протягом 2021–2025 рр. буде скорочуватися за такими категоріями професій як «законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі)», «професіонали» та «фахівці», збільшуватиметься – за такими категоріями професій «технічні службовці», «кваліфіковані робітники з інструментом», «робітники з обслуговування, експлуатації та контролювання за роботою технологічного устаткування, складання устаткування та машин», «найпростіші професії», а найбільш критичною буде ситуація за категорією працівників «кваліфіковані робітники сільського та лісового господарств, риборозведення та рибальства». Майже не зміниться ситуація на ринку праці для працівників сфери торгівлі та послуг. Таким чином, цифровізація соціально-економічних відносин призведе до зменшення попиту на робітничі професії.

4. Цифрові трансформації обумовили зміни вимог ринку праці до навичок фахівців різних спеціальностей. Це обумовило необхідність реформування системи освіти для забезпечення її відповідності вимогам цифрового суспільства, що у комплексі передбачає трансформацію освітнього процесу, науки, інфраструктури, маркетингу і менеджменту навчальних закладів. Процес цифрових трансформацій системи освіти пов'язаний з рядом переваг та недоліків як для осіб, що навчаються, так і для навчальних закладів. Визначено, що ключовими напрямками реформування освіти під впливом цифровізації суспільно-економічних відносин мають бути процеси створення

цифрової інфраструктури, розвиток цифрових навичок викладачів, трансформація змісту навчальних програм, розширення використання цифрових ресурсів, запровадження систем цифрового оцінювання тощо.

Основні положення другого розділу дисертації опубліковано автором у роботах [45, 119, 122, 123, 120].

РОЗДІЛ 3

РОЛЬ ЦИФРОВОЇ ІНКЛЮЗІЇ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ СУСПІЛЬНИХ ВІДНОСИН

3.1 Науково-методичний підхід до оцінювання рівня цифрової інклюзії населення

В епоху активного переходу до Четвертої промислової революції відбувається кардинальна трансформація фундаментальних засад та організаційних підвалин розвитку бізнесу. Так, невід'ємним елементом побудови сучасної бізнес-моделі є активне використання цифрових технологій, що має низку переваг, серед яких зниження собівартості товарів за рахунок автоматизації виробничого циклу (дозволяє зекономити на оплаті праці, а також зменшити відсоток браку за рахунок посиленого контролю якості), покращення прогностики зміни бізнес-циклів на основі можливості обробки та аналізу великих даних про поведінку клієнтів, їх уподобання тощо, розширення можливостей для розвитку бренду у відповідності до запитів споживачів за рахунок використання технологій соціальних медіа (опрацювання відгуків клієнтів у соціальних мережах, можливість проведення опитувань з мінімальними фінансовими витратами та ін.), забезпечення більш швидких та дієвих механізмів рекламування та просування товарів чи послуг тощо. Таким чином, активне використання цифрових технологій для розвитку бізнесу дозволяє отримати ряд конкурентних переваг. Однак, справедливо зауважити, що діджиталізація підприємницького сектору невідворотно призводить до дисемінації цифрових технологій і до інших супутніх сфер та ланок. Зокрема, стрімка та широкомасштабна цифрова експансія призвела до кардинальної трансформації повсякденного життя людей, що вимагає від пересічного громадянина оволодіння навичками цифрової грамотності хоча б на мінімально необхідному рівні. Таким чином, цифровізація економічних

відносин та суспільного життя сприяє не лише позитивним перетворенням, а й супроводжується певними викликами.

Зокрема, однією з найбільш критичних проблем у контексті цифровізації є те, що поширення цифрових технологій є доволі неоднорідним серед країн світу. Так, за даними «Digital Economy Report 2021» [18], представленого експертами Конференції Організації об'єднаних націй з торгівлі та розвитку (UNCTAD), у країнах, що розвиваються (групі найменш розвинутих з них) лише 20 % населення мають можливість та користуються Інтернетом, який характеризується високою вартістю та низькою швидкістю завантаження, що подекуди є майже у 8 разів нижчою за аналогічний показник у високорозвинутих країнах. Крім того, за даними цього ж звіту у 2020 році близько 98 % населення розвинених країн було охоплено принаймні мережами 3G, тоді як у країнах, що розвиваються, і в найменш розвинених з них ця частка становила 92 % і 77 % відповідно. Таким чином, у найменш розвинених країнах 23 % населення не мали доступу до мобільної широкосмужової мережі. Варто відмітити, що ще менша частка населення за результатами 2020 року мала передплату мобільного широкосмужового зв'язку, особливо в Африці, де розташовано більшість найменш розвинених країн [18].

У той час як у країнах, що розвиваються, спостерігаються проблеми з доступом до базових цифрових благ, флагмани світової діджитал-економіки (США та Китай) мають найвищий рівень впровадження 5G у світі, 94 % загального обсягу фінансування стартапів у сфері штучного інтелекту за останні п'ять років, 70 % провідних світових дослідників у сфері штучного інтелекту та майже 90 % ринкової капіталізації найбільших цифрових платформ. Цифровий розрив між розвиненими країнами та країнами, що розвиваються, визначається також і з перспективи якості підключення до Інтернету. Більше того, оскільки роль даних як економічного ресурсу стала більш актуальною, з'явилися нові виміри цифрового розриву, що характеризуються «ланцюжком вартості даних». Ця концепція є ключовою для визначення цінності даних, що з'являється в процесі оброблення вихідних

даних, їх аналізу та перетворення у штучний інтелект. Останній можна ефективно монетизувати в комерційних цілях або використовувати для соціальних проєктів [18]. Таким чином, високий рівень цифрового потенціалу може забезпечити не лише надприбутки бізнесу, а й справляє вплив на цифрову безпеку та конкурентоспроможність країни.

Тим не менше, справедливо зазначити, що цифровий розрив помітний не лише у розрізі груп країн за рівнем їх розвитку, а й між міським та сільським населенням однієї країни. Найбільш яскраво урбаністичний розрив проявляється у країнах з найнижчим рівнем розвитку, де 16 % сільського населення не мали доступу до жодної мобільної мережі, а 35 % не могли бути підключені до Інтернету за допомогою мобільного пристрою. Тим не менш, ці показники демонструють значне покращення у порівнянні з 2015 роком, коли близько 63 % сільського населення в найменш розвинених країнах не мали доступу до мобільного Інтернету [18].

Розвиток цифрових технологій, поміж іншим, сприяє не лише розвитку бізнесу, а й забезпеченню прозорості та ефективності функціонування органів державної влади та органів місцевого самоврядування. Експерти [22] відзначають, що ефективне надання державних послуг через цифрові канали є невід'ємною конкурентною перевагою в умовах подолання деструктивних наслідків пандемії COVID-19.

Уроки пандемії переконливо свідчать і на користь критичної важливості розвитку цифрової грамотності населення. Таким чином, підтримка цифрової трансформації суспільно-економічних відносин має значний потенціал для модернізації державного апарату, забезпечення результативності бізнесу та добробуту населення.

Отже, цілком закономірним є висновок, що важливими стратегічним завданням для будь-якої країни світу в сучасних умовах є сприяння цифровій грамотності та цифровій інклюзії населення, що матиме позитивні результати як для конкретного домогосподарства, так і сприятиме кумулятивному позитивному ефекту для бізнесу, регіону та держави.

У контексті характеристики змістовних детермінант поняття «цифрова інклюзія населення» можна відмітити, що в загальних рисах її можна охарактеризувати як здатність населення використовувати інформаційно-комунікативні технології (ІКТ) для покращення свого повсякденного життя, що забезпечується доступністю цих товарів і послуг для населення, а також наявність навичок їх ефективного використання. Важливість розвитку цифрової інклюзії населення визначається необхідністю досягнення цифрової справедливості, коли кожна людина має достатні цифрові навички та ресурси, необхідні для повної участі в соціальних, економічних і громадянських аспектах функціонування суспільства [90].

Підґрунтям забезпечення цифрової інклюзії населення є наявність широкопasmового Інтернету, цифрова грамотність, інституційні потужності [2, 3, 34, 125, 126, 127].

Таким чином, одним із найважливіших стовпів у контексті забезпечення цифрової інклюзії населення є наявність широкопasmового Інтернету, оскільки відсутність стабільного підключення до Інтернету не дає повноцінно використовувати наявні технології.

Наступним стовпом забезпечення цифрової інклюзії населення є покращення цифрової грамотності громадян. Розвиток центрів освіти дорослих є важливим напрямком досягнення цієї мети, адже саме старше покоління має найбільше проблем у контексті використання цифрових технологій. Розвиток цифрових компетенцій передбачає декілька векторів професійного розвитку, серед яких самоосвіта, навчання в професійних центрах, менторство тощо [49, 58, 91].

Третім стовпом забезпечення цифрової інклюзії населення є розвиток інституційного середовища. Ключовим напрямком у контексті вирішення поставленого завдання є підвищення доступності комп'ютерів для населення, сприяння інклюзивності цифрових сервісів для соціально незахищених категорій населення, зокрема людей з інвалідністю.

Варто також зазначити, що важливою передумовою для забезпечення збалансованого та прогресивного розвитку всіх трьох основ цифрової інклюзії населення є достатність фінансового забезпечення, а також синергія зусиль різних учасників суспільних відносин для виконання цих завдань. Фінансування програм підтримання цифрової інклюзії населення може бути забезпечено за рахунок фінансової підтримки міжнародних організацій, так і приватних донорів (зокрема й використання механізму державно-приватного партнерства).

Не менш важливим інтегруючим фактором, що сприятиме зменшенню цифрової стратифікації населення має стати перманентний моніторинг серед представників різних вікових груп населення причин їх самоелімінації з цифрового середовища. Такі опитування важливо проводити як на наднаціональному, так і на національному рівнях, оскільки в окремих випадках саме певні специфічні для країни фактори можуть стати на заваді цифрової інклюзії населення.

Проблема кількісного оцінювання рівня цифрової інклюзії населення є складною та багатоаспектною, для вирішення якої на сьогоднішній день не існує уніфікованого методичного інструментарію. Так, її часткового можна оцінити на основі аналізу використання домогосподарствами глобальної мережі для вирішення повсякденних завдань (табл. 3.1). Наприклад, в більшості високорозвинених країн майже 8 з 10 користувачів Інтернету роблять покупки в Інтернеті, тоді як у групі найменш розвинутих країн цей показник становить навіть менше ніж 1 з 10. Варто зауважити, що найбільш популярними послугами, що реалізуються фізичними особами у високорозвинутих країнах через мережу Інтернет є Інтернет-банкінг, надсилання та отримання електронних листів, читання чи завантаження онлайн газет, книг, отримання інформації про товари та послуги, пошук інформації про стан здоров'я, користування соціальними мережами, причому саме використання поштових сервісів та платформ для торгівлі товарами і послугами очолюють цей рейтинг найпопулярніших послуг.

Таблиця 3.1 – Інтернет-діяльність, яку здійснюють фізичні особи, диференційована за рівнем розвитку країн та регіоном, % (інформація на останню дату протягом 2015–2019 рр.)

Характеристика операцій через мережу Інтернет	Розвинуті країни	Перехідні економіки	Країни Африки, що розвиваються	Країни Азії, що розвиваються	Країни Латинської Америки, що розвиваються
Інтернет-банкінг	62,3	14,9	9,8	34,8	11,6
Надсилання та отримання електронних листів	84,9	44,8	46,6	59,7	52,4
Здійснення дзвінків	56,9	71,0	47,6	63,2	73,4
Читання чи завантаження онлайн газет, книг тощо	76,4	41,5	38,6	46,0	30,3
Отримання інформації про товари та послуги	83,9	50,9	30,6	68,0	51,8
Отримання інформації від державних організацій	55,1	11,1	17,6	20,9	23,2
Взаємодія з державними організаціями	54,5	5,7	12,1	25,6	10,7
Придбання чи замовлення товарів та послуг	53,9	18,2	14,6	29,1	13,1
Пошук інформації про стан здоров'я	62,4	37,5	24,3	47,1	41,1
Запис на прийом до лікаря через веб-сайт	16,4	3,9	4,0	7,6	3,1
Участь у соціальних мережах	70,4	70,7	86,3	87,2	79,0
Обмін думками у чатах, блогах тощо	13,9	11,6	45,1	26,5	26,0
Продаж товарів та по	16,8	7,0	3,5	6,4	9,3
Користування послугами, пов'язаними з подорожами або проживанням	55,0	5,7	7,5	25,2	28,4
Проведення офіційного онлайн-курсу	8,1	4,5	17,5	15,9	28,5
Прослуховування радіо онлайн	61,2	17,0	13,3	20,9	11,2
Перегляд ТБ онлайн	41,1	8,8	30,2	33,1	18,1
Передача або завантаження зображень, фільмів, відео або музики, ігор	57,4	52,9	64,2	66,4	50,8
Завантаження програмного забезпечення та застосунків	19,0	5,5	62,8	41,0	20,7
Пошук роботи / розміщення резюме	17,4	9,8	14,3	19,9	16,6
Участь у професійних об'єднаннях	21,0	3,6	5,9	6,4	0,7
Завантаження контенту, створеного власними силами/користувачами, на веб-сайт для спільного доступу	38,8	33,4	12,7	21,3	35,6
Участь в онлайн-консультаціях або голосуванні для визначення громадянських чи політичних питань	9,8	3,5	5,5	8,1	N/A
Використання хмарних сховищ для збереження документів або інших файлів	38,7	15,0	17,5	20,8	21,7
Використання програмного забезпечення в Інтернеті для редагування документів тощо	28,0	4,3	6,1	11,7	4,8

Джерело: складено автором на основі [18]

Найбільш популярними Інтернет-активностями серед населення у країнах з перехідною економікою є здійснення дзвінків, користування соціальними мережами, передача або завантаження зображень, фільмів, відео

або музики, ігор, надсилання та отримання електронних листів, читання чи завантаження онлайн газет, книг, отримання інформації про товари та послуги, причому саме перші два види послуг очолюють цей рейтинг зі значним відривом. Варто відмітити, що попри існування значного переліку спільних для обох груп країн видів активностей, що здійснюються фізичними особами через Інтернет, є і доволі суттєві відмінності. Зокрема, це стосується використання Інтернету для здійснення дзвінків, а також для завантаження візуального контенту, що можна пояснити високою вартістю послуг мобільного зв'язку та низьким рівнем розвитку механізмів захисту прав інтелектуальної власності у країнах з перехідною економікою.

Разом з тим, у країнах, що розвиваються, найбільш популярними є такі послуги як надсилання та отримання листів, здійснення дзвінків, користування соціальними мережами, передача або завантаження зображень, фільмів, відео або музики, ігор, а також завантаження програмного забезпечення та застосунків. Таким чином, можна підсумувати, що розвиток діджитал-технологій та широкомасштабна цифровізація суспільного життя призводять до зростання переліку активностей, що здійснюються фізичними особами через мережу Інтернет, причому у більш розвинутих країнах населення відмовляється від використання глобальної мережі для скачування відео- та аудіоматеріалів чи програмного забезпечення на користь більш прогресивних видів операцій (наприклад, пошуку роботи).

Варто відмітити, що станом на 2023 рік експертами Конференції Організації об'єднаних націй з торгівлі та розвитку (UNCTAD) не представлено оновленого звіту з цифрової економіки (Digital Economy Report), що не дозволяє у повній мірі порівняти допандемічні та постпандемічні тренди щодо масштабів Інтернет-діяльності, яку здійснюють фізичні особи. Разом з тим, у своєму звіті «E-commerce and Digital Economy», що був опублікований за результатами 2022 року, експерти UNCTAD зазначили, що за результатами проведеної проміжної оцінки розвитку електронної комерції та цифрової економіки, було виявлено, що в той час як відсоток людей (віком від 15 років),

які здійснюють покупки в Інтернеті, зріс загалом в усіх групах країн з 2017 року, у групі найменш розвинутих країн зафіксовано найменше зростання. Такий стан справ засвідчує, що розрив між розвиненими країнами та найменш розвинутими країнами збільшився за останні 5 років. Було також виявлено, що значне зростання активності споживчої електронної комерції, викликане пандемією COVID-19 у 2020 році, збереглося також і у 2021 році. Разом з тим, вигоди від цифрової економіки отримували кілька великих глобальних цифрових платформ, що свідчить про концентрацію ринку у руках кількох учасників. Зокрема, під час пандемії найбільше виграли найбільші онлайн-платформи електронної комерції, продажі яких зросли з 2,4 трлн дол. США у 2019 році до 3,9 трлн дол. США у 2021 році. Таким чином, перехід до онлайн-покупок ще більше закріпив і без того сильну ринкову концентрацію онлайн-роздрібною торгівлі. Варто також відмітити, що вартість онлайн-продажів суттєво виросла, незважаючи на послаблення обмежень у багатьох країнах. Найбільше зростання серед країн, дані яких було досліджено експертами, відбулося в кількох країнах, що розвиваються, а саме: Об'єднаних Арабських Еміратах, Бахреїні та Узбекистані. Натомість багато інших країн, що розвиваються, і найменш розвинені країни відстають у своїй здатності швидко перейти до цифрових технологій для пом'якшення економічних криз [23].

Разом з тим, незважаючи на зростання використання цифрових інструментів для розробки нових продуктів, виходу на нові ринки та оплати товарів і послуг, доступність своєчасних, надійних і порівнюваних даних про електронну комерцію та цифрову економіку залишається обмеженою. Багато країн, що розвиваються, не мають офіційних статистичних даних, заснованих на опитуваннях щодо використання ІКТ бізнесом, обсягу, вартості та напрямку електронної комерції, сектору ІКТ або внеску цифрових послуг в економіку. Обмежена доступність статистики створює виклик для представників органів влади, завданням яких є визначення контрольних показників ефективності для відстежування прогресу трансформації до цифрової економіки. Таким чином, стає очевидним, що оцінювання,

моніторинг та підвищення рівня цифрової інклюзії населення є одним із важливих завдань сьогодення, що постають перед світовою спільнотою, а відсутність уніфікованого підходу до її оцінюванню обумовлює актуальність вирішення цієї прикладної задачі, яку і поставлено у розрізі даного блоку дослідження.

Аналіз представлених вище показників Інтернет-активності фізичних осіб дозволяє зауважити, що важливою передумовою забезпечення цифрової інклюзії населення є наявність задовільного Інтернет-з'єднання як з використанням широкопasmового, так і мобільного Інтернету, а також швидкості цього з'єднання. Разом з тим, наявність з'єднання ще не дозволяє забезпечити використання сучасних цифрових послуг та діджитал-інструментів, здатних спростити життя суб'єктів економічних відносин. Саме тому, не менш важливим за Інтернет та програмне забезпечення, є доступність та якість комп'ютерного обладнання. Таким чином, цифрова інклюзія населення визначається також інтенсивністю торгівлі інформаційно-комунікативними товарами. Зокрема, висока частка експорту ІКТ товарів свідчить про насиченість внутрішнього ринку та доступність комп'ютерної техніки для пересічного користувача з середнім рівнем доходу, тоді як суттєве превалювання імпорту товарів ІКТ може вказувати на відсутність внутрішнього потенціалу до задоволення споживацького попиту. Таким чином, з урахуванням викладених вище міркувань, а також доступності статистичної інформації, у якості ключових детермінант кількісного вимірювання цифрової інклюзії населення було обрано наступні показники, акумульовані з відкритих статистичних баз групи Світового Банку [96]:

- кількість банкоматів (на 100 000 дорослих);
- чисельність користувачів фіксованим широкопasmовим зв'язком;
- чисельність користувачів стаціонарним телефоном;
- чисельність користувачів мобільним стільниковим зв'язком на 100 жителів;
- чисельність користувачів Інтернетом (% населення);

- швидкість Інтернету, Мбіт/с;
- імпорт товарів ІКТ (% загального імпорту товарів);
- експорт товарів ІКТ (% від загального експорту товарів).

Оцінювання рівня цифрової інклюзії населення здійснено на основі географічної вибірки, до якої включено 11 європейських країн, що характеризуються спільністю ретроспективного чи поточного стану соціально-економічного розвитку з Україною, а саме: Естонія, Латвія, Литва, Польща, Угорщина, Україна, Словаччина, Словенія, Румунія, Хорватія та Чехія. Часовий горизонт дослідження 2006–2020 рр.

Даний науково-методичний підхід, спрямований на інтегральне оцінювання рівня цифрової інклюзії населення, передбачає послідовну реалізацію таких етапів:

- 1) формування масиву статистичної інформації та її попередній аналіз;
- 2) застосування методу головних компонент для визначення вагових коефіцієнтів індикаторів цифрової інклюзії населення;
- 3) визначення інтегрального індикатора рівня цифрової інклюзії населення на основі комплексного поєднання формули Фішберна та адитивної згортки;
- 4) характеристика динаміки інтегрального індикатора рівня цифрової інклюзії населення.

Так, описова статистика за сформованим масивом приведених вище індикаторів кількісного оцінювання рівня цифрової інклюзії населення представлена у табл. 3.2.

За даними, представленими у табл. 3.2, можна відмітити, що є доволі суттєва диференціація між мінімальним і максимальним значення деяких показників (чисельність користувачів фіксованим широкопуговим зв'язком; чисельність користувачів стаціонарним телефоном; швидкість Інтернету, Мбіт/с), хоча обрані країни й характеризуються спільністю трендів соціально-

економічного розвитку, проте значною варіативністю трендів розвитку цифрових технологій.

Таблиця 3.2 – Описова статистика за індикаторами кількісного оцінювання рівня цифрової інклюзії населення для 11 європейських країн за 2006–2020 рр.

Змінна	Кількість спостережень	Середнє значення	Стандартне відхилення	Мінімальне значення	Максимальне значення
Atm	165	62,131	26,402	10,92	157,43
Fbs	165	1480000	1970000	132	9820000
Fts	165	3200000	3530000	228000	1,32e+07
Mcs	165	101,178	37,767	1,68	175,42
Intr	165	51,681	27,072	0,41	103,47
Bw	165	364000	417000	6000	2410000
Ictim	165	8,564	4,575	1,9	22,26
Ictex	165	7,522	6,735	-0,49	29,88

Примітки: Atm – кількість банкоматів (на 100 000 дорослих); Fbs – чисельність користувачів фіксованим широкосмуговим зв'язком; Fts – чисельність користувачів стаціонарним телефоном; Mcs – чисельність користувачів мобільним стільниковим зв'язком на 100 жителів; Intr – чисельність користувачів Інтернетом (% населення); Bw – швидкість Інтернету, Мбіт/с; Ictim – імпорт товарів ІКТ (% загального імпорту товарів); Ictex – експорт товарів ІКТ (% від загального експорту товарів).

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

На наступному етапі даного науково-методичного підходу, спрямованого на інтегральне оцінювання рівня цифрової інклюзії населення, передбачається застосування методу головних компонент для визначення вагових коефіцієнтів індикаторів цифрової інклюзії населення (табл. 3.3).

При виборі головних компонент, дані за якими будуть використані на наступних етапах дослідження, за методом кам'янистого осипу необхідно обрати ту кількість головних компонент, при яких сповільнюється інтенсивність зменшення власних значень за головними компонентами. При цьому, як правило, обирається та кількість головних компонент, що характеризують понад 70% загальної варіації ознак. Таким чином, як видно за даними табл. 3.3, доцільно обрати для подальшого аналізу перші три головні компоненти, що сумарно характеризуються 77,2 % варіації відібраних показників.

Таблиця 3.3 – Результати застосування методу головних компонент для визначення вагових коефіцієнтів індикаторів цифрової інклюзії населення для 11 європейських країн за 2006–2020 рр.

Головна компонента	Власне значення	Індивідуальна значимість головної компоненти	Кумулятивна значимість головної компоненти
ГК 1	2,694	0,337	0,337
ГК 2	2,078	0,260	0,597
ГК 3	1,403	0,175	0,772
ГК 4	0,992	0,124	0,896
ГК 5	0,355	0,044	0,940
ГК 6	0,290	0,036	0,977
ГК 7	0,162	0,020	0,997

Примітки: ГК – головна компонентна.

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

На наступному етапі необхідно виявити ранги кожного з індикаторів, що характеризують їх значимість у інтегральному індикаторі рівня цифрової інклюзії населення. Зокрема, для реалізації поставленого завдання даного етапу необхідно здійснити розрахунок усереднених власних значень індивідуальних параметрів характеристики цифрової інклюзії населення за відібраними головними компонентами (стовпці 2-4 таблиці 3.4). Усереднене власне значення (стовпець 5 таблиці 3.4) дозволить здійснити ранжування індивідуальних показників з використанням наступного принципу: вище значення рангу характеризує вищу значимість відповідного показника, що підтверджується його абсолютним (по модулю) рівнем усередненого власного значення, визначеного з використанням методу головних компонент.

Враховуючи той факт, що усереднене власне значення таких показників як імпорт товарів ІКТ (% загального імпорту товарів) (Ictim) та чисельність користувачів фіксованим широкопasmовим зв'язком (Fbs) є доволі близьким, за методом Фішберна зазначеним індикаторам буде присвоєно однаковий ранг. Так, з урахуванням результатів визначення власних значень та рангів індикаторів цифрової інклюзії населення, представлених у табл. 3.4, значимість цих показників можна охарактеризувати наступною нерівністю:

$$Bw > Fts > Intr > Fbs \approx Ictim > Atm > Ictex > Mcs, \quad (3.1)$$

де Atm – кількість банкоматів (на 100 000 дорослих);

Fbs – чисельність користувачів фіксованим широкосмуговим зв'язком;

Fts – чисельність користувачів стаціонарним телефоном;

Mcs – чисельність користувачів мобільним стільниковим зв'язок на 100 жителів;

$Intr$ – чисельність користувачів Інтернетом (% населення);

Bw – швидкість Інтернету; в Мбіт/с;

$Ictim$ – імпорт товарів ІКТ (% загального імпорту товарів);

$Ictex$ – експорт товарів ІКТ.

Таблиця 3.4 – Власні значення, ранги та вагові коефіцієнти індивідуальних індикаторів цифрової інклюзії населення, визначені на основі методу головних компонент, для 11 європейських країн за 2006–2020 рр.

Змінна	ГК 1	ГК 2	ГК 3	Усереднене власне значення	Ранг	Вагові коефіцієнти
Atm	-0,249	-0,373	0,249	0,290	3	0,094
Fbs	-0,286	0,529	0,138	0,318	4	0,125
Fts	-0,423	0,364	-0,280	0,356	6	0,188
Mcs	-0,017	0,149	0,545	0,237	1	0,031
$Intr$	0,351	-0,074	0,597	0,341	5	0,156
Bw	-0,308	0,375	0,412	0,365	7	0,219
$Ictim$	0,463	0,401	-0,085	0,316	4	0,125
$Ictex$	0,495	0,345	-0,103	0,246	2	0,063
Сума рангів / вагових коефіцієнтів					32	1,000

Примітки: Atm – кількість банкоматів (на 100 000 дорослих); Fbs – чисельність користувачів фіксованим широкосмуговим зв'язком; Fts – чисельність користувачів стаціонарним телефоном; Mcs – чисельність користувачів мобільним стільниковим зв'язок на 100 жителів; $Intr$ – чисельність користувачів Інтернетом (% населення); Bw – швидкість Інтернету; в Мбіт/с; $Ictim$ – імпорт товарів ІКТ (% загального імпорту товарів); $Ictex$ – експорт товарів ІКТ (% від загального експорту товарів); ГК – головна компонентна.

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Після реалізації процедури ранжування показників, наступним кроком є визначення вагових коефіцієнтів шляхом співвідношення поточного значення

рангу індивідуального показника характеристики рівня цифрової інклюзії до суми рангів за всіма показниками. Загальна сума рангів для даної вибірки показників становить 32. Таким чином, у загальному вигляді рівняння визначення рівня цифрової інклюзії населення, формалізованого на засадах формули Фішберна, матиме вигляд:

$$IPDI = 0,094 * Atm + 0,125 * Fbs + 0,188 * Fts + 0,031 * Mcs + \quad (3.2) \\ + 0,156 * Intr + 0,219 * Bw + 0,125 * Ictim + 0,063 * Ictex >$$

де *Atm* – кількість банкоматів (на 100 000 дорослих);

Fbs – чисельність користувачів фіксованим широкосмуговим зв'язком;

Fts – чисельність користувачів стаціонарним телефоном;

Mcs – чисельність користувачів мобільним стільниковим зв'язок на 100 жителів;

Intr – чисельність користувачів Інтернетом (% населення);

Bw – швидкість Інтернету; в Мбіт/с;

Ictim – імпорт товарів ІКТ (% загального імпорту товарів);

Ictex – експорт товарів ІКТ;

IPDI – інтегральний індикатор рівня цифрової інклюзії населення, од.

З урахуванням формули (3.2) було сформовано інтегральні індикатори рівня цифрової інклюзії населення для 11 європейських країн за 2006–2020 рр., динаміка яких, а також референтні значення тренду – мінімальне та максимальне з період (виділено жирним шрифтом), приведені у табл. 3.5 та представлені на рис. 3.1.

Так, за результатами аналізу динаміки інтегрального індикатора рівня цифрової інклюзії населення для 11 європейських країн за 2006–2020 рр., можна зауважити, що для більшості країн характерним є перманентне зростання аналізованого показника, а тому у більшості країн вибірки мінімальне значення зафіксовано на початок періоду аналізу, а максимальне – на його кінець. Виключення становлять лише такі країни як Естонія

(мінімальне значення показника зафіксовано у 2009 р., а максимальне – у 2016 р.), Польща (у 2006 р. та 2015 р. відповідно) та Угорщина (2006 р. та 2010 р.).

Таблиця 3.5 – Динаміка інтегрального індикатора рівня цифрової інклюзії населення для 11 європейських країн за 2006–2020 рр.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Естонія	0,266	0,241	0,244	0,240	0,276	0,300	0,297	0,298	0,311	0,319	0,320	0,300	0,294	0,287	0,318
Латвія	0,187	0,201	0,216	0,224	0,237	0,230	0,247	0,262	0,275	0,294	0,295	0,288	0,284	0,291	0,330
Литва	0,180	0,195	0,200	0,204	0,216	0,215	0,221	0,223	0,237	0,247	0,267	0,288	0,302	0,327	0,331
Польща	0,376	0,385	0,417	0,453	0,468	0,479	0,483	0,474	0,515	0,522	0,520	0,514	0,502	0,514	0,425
Угорщина	0,349	0,367	0,395	0,431	0,446	0,429	0,418	0,390	0,376	0,376	0,393	0,395	0,397	0,418	0,432
Україна	0,252	0,274	0,314	0,333	0,375	0,400	0,435	0,478	0,479	0,507	0,536	0,539	0,550	0,551	0,644
Словаччина	0,235	0,282	0,297	0,327	0,334	0,310	0,317	0,331	0,339	0,347	0,354	0,372	0,365	0,354	0,425
Словенія	0,198	0,206	0,222	0,237	0,247	0,241	0,239	0,241	0,242	0,249	0,254	0,260	0,261	0,271	0,288
Румунія	0,198	0,226	0,270	0,313	0,334	0,402	0,405	0,333	0,349	0,358	0,369	0,378	0,400	0,407	0,443
Хорватія	0,191	0,205	0,216	0,232	0,248	0,246	0,257	0,272	0,274	0,283	0,295	0,305	0,327	0,351	0,356
Чехія	0,289	0,304	0,346	0,372	0,397	0,403	0,410	0,375	0,384	0,396	0,392	0,404	0,417	0,434	0,456

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

За результатами аналізу даних з табл. 3.5 та рис. 3.1, слід зауважити, що серед аналізованих 11 європейських країн найвищий рівень цифрової інклюзії населення мають Польща, Чехія, Україна та Словаччина, тоді як меншим серед країн вибірки рівнем цифрової інклюзії населення характеризуються Хорватія, Естонія, Латвія і Литва, а мінімальним – Словенія. Доцільно відмітити, що тренди волатильності інтегральних індикаторів цифрової інклюзії населення для Латвії, Литви, Словенії, Словаччини та Хорватії є доволі пологими, що дозволяє зробити висновок про поступальність розбудови цифрової інклюзії населення в цих країнах. Натомість графіки зміни досліджуваного параметра для Чехії, Угорщини та Румунії є схожими та характеризуються циклічністю коливань, при цьому пік зростання рівня даного показника припадає період 2010–2012 рр., тоді як далі зафіксовано певне падіння з відновленням цієї

динаміки лише у 2019-2020 рр. Варто також відмітити, що єдиною країною, для якої характерним є зниження рівня цифрової інклюзії населення у 2020 році є Польща.

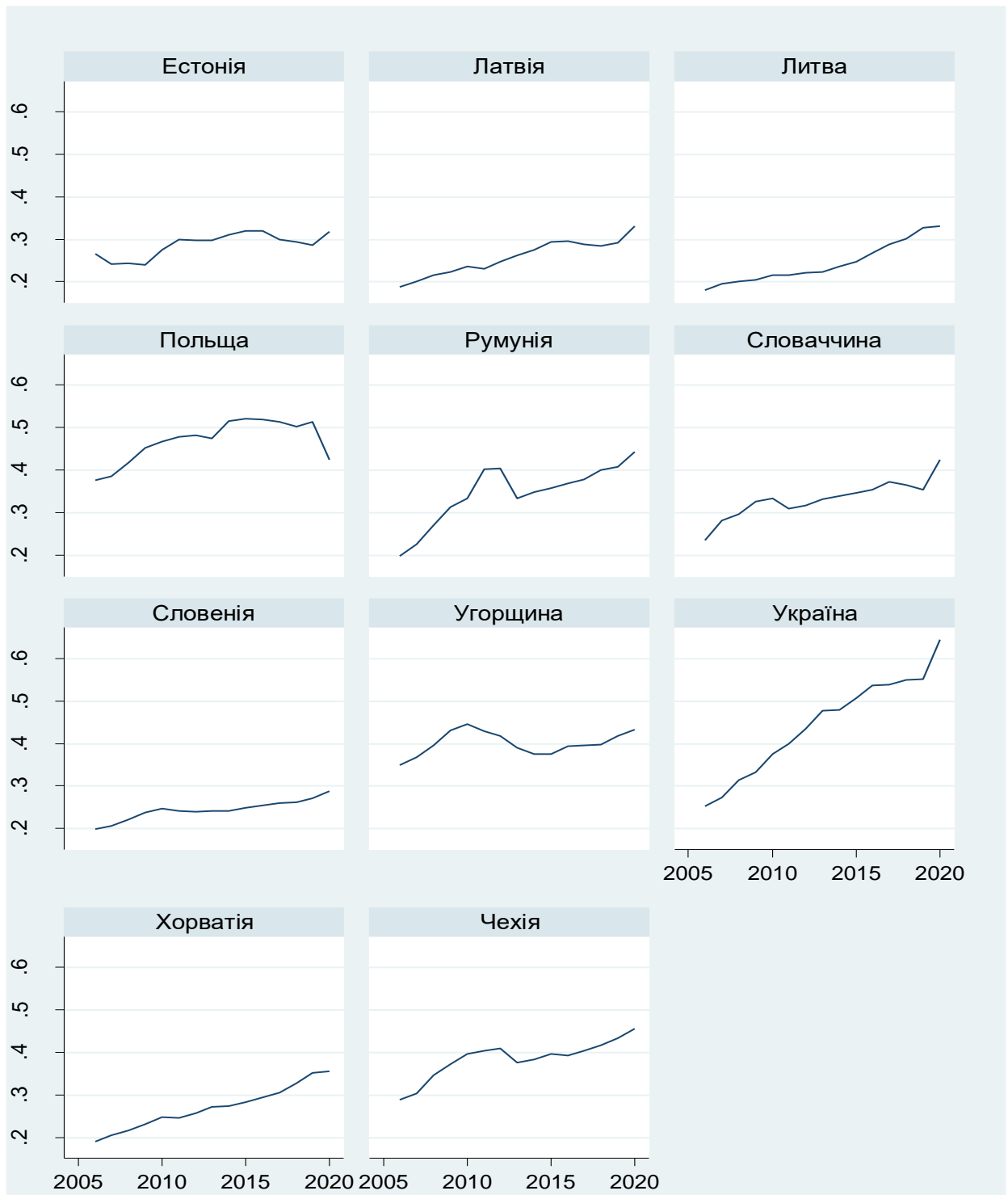


Рисунок 3.1 – Динаміка інтегрального індикатора цифрової інклюзії населення для 11 європейських країн за 2006–2020 рр.

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

У контексті даного дослідження необхідно також проаналізувати розриви між мінімальним та максимальним значеннями розрахованого інтегрального індикатора рівня цифрової інклюзії населення. Так, найменшим він є у таких країнах як Угорщина (максимальне значення показника в 1,28 разів перевищує його мінімальне значення), Естонія (1,33 рази) та Польща (1,39 рази). Натомість найбільш помітним цей розрив зафіксовано у таких країнах як Румунія (2,23 рази) та Україна (2,16 рази). Загалом варто відзначити, що найбільш крутий графік зростання результативного параметра є характерним для України, що свідчить про доволі стрімкий розвиток цифровізації суспільно-економічних відносин.

Більш детально аналізуючи трендові закономірності зміни рівня інтегрального індикатора цифрової інклюзії населення за 2006–2020 рр. в Україні можна зауважити, що для нашої держави характерним є зростання досліджуваного інтегрального індикатора. Зокрема, за період активного росту показника – з 2006 по 2016 роки – рівень цифрової інклюзії населення збільшився на 112,7%. Натомість протягом 2016-2020 рр. тренд стабілізувався, тобто у межах даного часового проміжку в Україні не було здійснено кардинальних кроків, які б дозволили забезпечити зростання рівня цифрової інклюзії населення. Така ситуація може бути пов'язана з нестабільністю військово-політичної ситуації в країні, що дещо змістило фокус уваги з цієї проблематики.

Разом з тим, варто зауважити, що відсутність релевантної статистичної інформації після 2020 року не дозволяє оцінити вплив пандемії COVID-19 на стан цифрової експансії та цифрової інклюзії населення, проте варто відзначити, що саме протягом 2020-2023 рр. за безпосереднього сприяння Міністерства цифрової трансформації в Україні з'явилося низка цифрових продуктів, які є доволі інноваційними. Зокрема, на особливу увагу заслуговує програма «Держава у смартфоні», що об'єднує сервіси, котрі спрощують реєстрацію бізнесу, ідентифікацію особи (внутрішній паспорт громадянина України, індивідуальний номер платника податків, довідка внутрішньо

переміщеної особи тощо доступні у застосунку Дія). Варто зауважити, що у 2021 році Україна стала першою країною в світі, де електронний паспорт має таку ж силу та легітимність як і паперовий [132]. Таким чином, такі цифрові інновації цілком корелюють з результатами розрахунку рівня цифрової інклюзії населення і дозволяють припустити, що у 2021-2023 рр. значення даного показника продовжило стрімко зростати. Слід відмітити, що війна в Україні стала додатковим тригером розвитку сегменту державних цифрових послуг, адже чимало українців унаслідок воєнних дій втратили паперові варіанти документів, що засвідчують особистість, тоді як за сприяння Міністерства цифрової трансформації було надано можливість українцям перетинати державний кордон за документами в додатку Дія. Крім того, команда Міністерства цифрової трансформації має на меті продовжити створення в Україні якісного цифрового порталу надання державних послуг, що дозволить кожному пересічному громадянину буквально за декілька хвилин через портал чи додаток Дія отримати послугу за запитом. Крім того, це дозволить не лише зменшити рівень бюрократизації даного процесу, а й зекономити фінансові ресурси держави. Зокрема, за оцінками Міністерства цифрової трансформації за рахунок уникнення зайвих процедур державних закупівель протягом 2019–2021 рр. вдалося зекономити 6,2 млрд грн [132].

Варто також відмітити, що серед проєктів, що сприятимуть зростанню рівня цифрової інклюзії населення в Україні можна виділити не лише збільшення кількості державних послуг, що надаються в онлайн форматі, а й сприяння підвищенню рівня освіченості населення через проєкт Дія. Цифрова освіта, а також сприяння виділенню субвенцій на закупівлю ноутбуків для вчителів. Таким чином, варто підсумувати, що Міністерства цифрової трансформації навіть в умовах воєнного стану активно розвиває в Україні всі три стовпи забезпечення зростання рівня цифрової інклюзії населення: наявність широкосмугового Інтернету, цифрова грамотність, інституційні потужності, що приносить свої позитивні результати.

3.2 Методичний інструментарій оцінювання зв'язку цифрової інклюзії населення з рівнем інформаційної безпеки держави

Сучасний етап розвитку світогосподарських відносин, для якого характерним є посилення міжсекторальних зв'язків, також характеризується активною імплементацією інформаційних технологій, що обумовлює супутні трансформації і в інших сферах суспільного життя. Зокрема, у контексті формалізації впливу цих процесів на економічну сферу, можна зауважити, що активний розвиток високотехнологічних послуг знижує роль реального сектора економіки та призводить до появи нових чи модифікації існуючих форм бізнесу. Зростання ролі цифрової економіки формує також і нові вимоги на ринку праці, зокрема, появу нових професій, зростання ролі цифрових компетентностей.

Важливими детермінантами трансформаційних процесів у соціально-економічних відносинах є не лише еволюційні паттерни (зокрема, перехід до четвертої промислової революції або, так званої, індустрії 4.0), а й зовнішні обставини, появу яких складно передбачити. Зокрема, сильним поштовхом до пришвидшення темпів діджиталізації економіки та суспільства стала пандемія COVID-19. Однак, враховуючи той факт, що світова спільнота ще не встигла відновитися після пандемії COVID-19, нові виклики, пов'язані з війною в Україні, спричинили загострення кризових процесів у різних країнах світу. Розвиток соціально-економічних відносин на наднаціональному рівні протягом 2022–2023 рр. характеризується зростанням цін на продовольчі товари та енергоносії, невизначеністю в державних фінансах, що в комплексі додатково підтвердило зростаючу роль цифровізації для економічної та соціальної стабільності та досягнення Цілей сталого розвитку [23, 56, 69].

Справедливо зауважити, що ефективність експансії цифрових трансформацій залежить не лише від того, наскільки ці технології використовуються представниками бізнесу, а й від того, наскільки

комплексними є знання та вміння пересічного громадянина у сфері інформаційно-комунікаційних технологій. Саме тому цифрова грамотність та цифрова інклюзія населення є необхідною передумовою забезпечення сталого розвитку економіки та суспільства [87, 88].

Важливо відзначити, що цифровізація соціально-економічних відносин, для якої характерним є зростання цифрової інклюзії населення, характеризується не лише позитивними зрушеннями, а й призводить до нових викликів і загроз для держави. Так, в умовах збільшення обсягів використання онлайн платформ для надання цифрових послуг пріоритетним вектором стратегічного розвитку як на національному, так і на корпоративному та персональному рівнях стає безпека даних та інформаційна безпека [98]. Адже попри те, що інтенсивний розвиток цифрових технологій веде до більшої прозорості функціонування бізнесу, органів державної влади та місцевого самоврядування, особливої актуальності у даному контексті набуває питання щодо того, який рівень розвитку цифрової сфери дозволяє ефективно використовувати переваги діджиталізації, але при цьому не завдає шкоди національній безпеці держави. Саме тому, важливим завданням як з теоретичної, так і з практичної точки зору є визначення причинно-наслідкових зв'язків між рівнем цифрової інклюзії населення та інформаційною безпекою держави.

Так, з метою вирішення прикладної задачі, що полягає у конкретизації сили та напрямку взаємного впливу рівня цифрової інклюзії населення на інформаційну безпеку держави, і навпаки, перш за все, доцільно виявити обґрунтовані раніше науковцями закономірності взаємозв'язку між цими явищами. Для забезпечення проведення цього теоретичного аналізу було сформовано вибірку з 935 наукових статей, опублікованих у виданнях, що індексуються наукометричною базою Scopus [74]. До вибірки увійшли статті, опубліковані протягом 2006–2021 рр., у назві, анотації чи ключових словах яких містяться словосполучення «digital inclusion» та «information security».

Динаміка кількості публікацій, що відповідають заданому пошуковому запиту, представлена на рисунку 3.2.

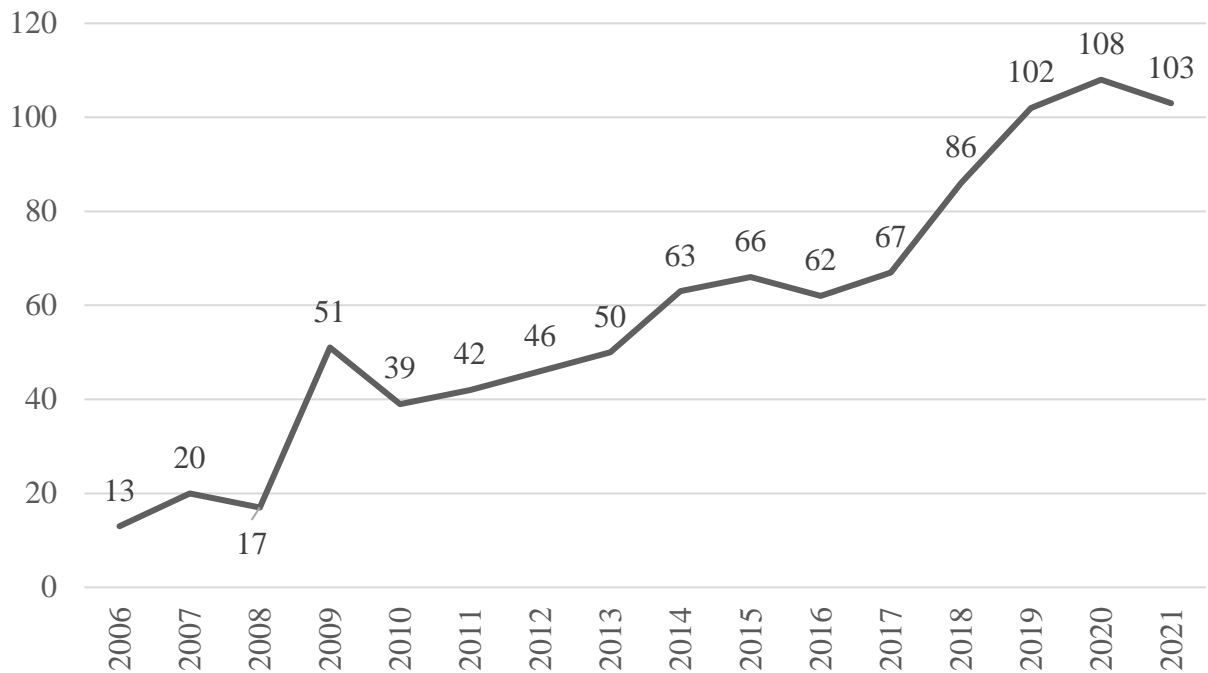


Рисунок 3.2 – Динаміка наукових публікацій щодо цифрової інклюзії населення та інформаційної безпеки держави, проіндексованих наукометричною базою Scopus [74] у 2006–2021 рр., кількість документів

Джерело: побудовано автором за даними наукометричної бази Scopus [74]

На основі представленої аналітичної інформації можна відмітити, що зазначений тематичний напрямок викликає суттєвий та перманентно зростаючий інтерес серед науковців. Як видно з рисунка 3.2, швидка активізація публікаційної активності з питань цифрової інклюзії та інформаційної безпеки держави почалася з 2010–2011 років. Кількість документів (статей, конференційних доповідей, книг тощо) за визначеним тематичним напрямком у 2021 році порівняно з 2006 роком зростає майже у вісім разів.

Подальший теоретичний аналіз щодо виявлення взаємозв'язків між рівнем цифрової інклюзії населення та інформаційною безпекою держави доцільно здійснити на основі бібліометричного аналізу вищезазначених 935

– кластер 2 (зелений, 50 позицій) – охоплює роботи, спрямовані на конкретизацію економічних переваг цифрової інклюзії на особистому, корпоративному, муніципальному та державному рівнях, а також їх впливу на інформаційну безпеку;

– кластер 3 (темно-синій, 41 позиція) – охоплює документи про технологічні передумови цифрової інклюзії: програмне забезпечення, апаратне забезпечення, інфраструктура ІКТ тощо;

– кластер 4 (жовтий, 41 позиція) – охоплює дослідження, сфокусовані на поєднання інновацій та цифрової інклюзії;

– кластер 5 (фіолетовий, 26 позицій) – охоплює публікації про роль цифрової інклюзії в освіті та грамотності населення;

– кластер 6 (блакитний, 21 позиція) – охоплює статті про роль цифрової інклюзії в наданні державних послуг;

– кластер 7 (оранжевий, 13 позицій) – охоплює статті про цифрову грамотність та соціальний капітал.

Найбільш помітні у наукових колах доробки вчених з визначеної тематики представлено у табл. 3.6. Зокрема, можна відмітити, що серед найбільш цитованих публікацій за даною тематикою ключову роль займають дослідження особливостей діджиталізації серед категорій населення різного віку (статті 1, 3, 4, 8, 9), при чому у фокусі наукової уваги знаходяться питання цифрової інклюзії та інформаційної безпеки як серед дітей, так і представників старшого покоління. Другим за популярністю напрямком наукових пошуків є визначення проблем та перспектив цифровізації у контексті забезпечення скорочення урбаністичних розривів (статті 2, 7). Важливою науковою проблемою, на поглиблений аналіз якої спрямована увага світової наукової спільноти, також є дослідження ролі освіти та цифрової грамотності у контексті цифрової інклюзії населення (статті 5, 6). Крім того, у фокусі уваги науковців також опинилася проблематика визначення соціальних передумов цифрової диференціації на основі вивчення світового досвіду (стаття 10).

Таблиця 3.6 – Найбільш цитовані статті щодо взаємозв'язку між цифровою інклюзією та інформаційною безпекою

№	Назва документу	Автори	Рік	Вихідні дані	Кіл-ть цитувань
1	Gradations in digital inclusion: Children, young people and the digital divide [52]	Livingstone S., Helsper E.	2007	New Media and Society 9(4), pp. 671-696	614
2	Rural development in the digital age: A systematic literature review on unequal ICT availability, adoption, and use in rural areas [70]	Salemink K., Strijker D., Bosworth G.	2017	Journal of Rural Studies 54, pp. 360-371	225
3	Maximizing Opportunities and Minimizing Risks for Children Online: The Role of Digital Skills in Emerging Strategies of Parental Mediation [53]	Livingstone S., Ólafsson K., Helsper E.J., (...), Veltri G.A., Folkvord F.	2017	Journal of Communication 67(1), pp. 82-105	133
4	Digital competence at the beginning of upper secondary school: Identifying factors explaining digital inclusion [34]	Hatlevik O.E., Christophersen K.-A.	2013	Computers and Education 63, pp. 240-247	127
5	The role of IT literacy in defining digital divide policy needs [24]	Ferro E., Helbig N.C., Gil-Garcia J.R.	2011	Government Information Quarterly 28(1), pp. 3-10	103
6	The Intersection of Public Policy and Public Access: Digital Divides, Digital Literacy, Digital Inclusion, and Public Libraries [39]	Jaeger P.T., Bertot J.C., Thompson K.M., Katz S.M., Decoster E.J.	2012	Public Library Quarterly 31(1), pp. 1-20	96
7	The empty rhetoric of the smart city: from digital inclusion to economic promotion in Philadelphia [91]	Wiig A.	2016	Urban Geography 37(4), pp. 535-553	93
8	Getting Grandma Online: Are Tablets the Answer for Increasing Digital Inclusion for Older Adults in the U.S.? [81]	Tsai H.-Y.S., Shillair R., Cotten S.R., Winstead V., Yost E.	2015	Educational Gerontology 41(10), pp. 695-709	92
9	Older people and internet engagement: Acknowledging social moderators of internet adoption, access and use [35]	Hill R., Beynon-Davies P., Williams M.D.	2008	Information Technology and People 21(3), pp. 244-266	92
10	Modeling the second-level digital divide: A five-country study of social differences in Internet use [11]	Büchi M., Just N., Latzer M.	2016	New Media and Society 18(11), pp. 2703-2722	85

Джерело: складено автором за даними наукометричної бази Scopus [74]

Таким чином, за результатами даного блоку теоретичного аналізу можна відмітити, що дослідження щодо взаємозв'язку цифрової інклюзії та інформаційної безпеки тісно пов'язані з економічними та соціальними

питаннями, що доводить підтверджує комплексність аналізованої проблематики та її актуальність.

Наступним етапом даного дослідження є оцінювання взаємозв'язку між рівнем цифрової інклюзії населення та інформаційною безпекою держави, що базується на поєднанні регресійного аналізу на панельних даних (моделі з фіксованими та випадковими ефектами) та тесту Хаусмана.

У якості результативної змінної характеристики рівня інформаційної безпеки держави обрано інтегральний показник, методологія розрахунку якого запропонована Новіковим В. В. [135], який у своїй дисертаційній роботі визначив цей параметр через параметри характеристики стану розвитку сфери ІКТ, обсягів міжнародної ІКТ-торгівлі та е-комерції, стану інформаційної інфраструктури, рівня доступу до інформації та рівня свободи ЗМІ.

Змінною кількісної характеристики рівня цифрової інклюзії населення обрано інтегральний індикатор, методологія розрахунку якого представлена у п. 3.1. Разом з тим, для підвищення надійності результатів економетричного моделювання у модель запропоновано включити набір контрольних змінних, серед яких:

- темп зростання ВВП, % річних;
- індекс споживчих цін, % річних;
- нові зареєстровані підприємства, кількість;
- випускники вищої школи, які навчалися за програмами інформаційно-комунікаційних технологій, %;
- робоча сила з вищою освітою, % від загальної робочої сили.

Дослідження проведене для 11 європейських країн (Естонія, Латвія, Литва, Польща, Угорщина, Україна, Словаччина, Словенія, Румунія, Хорватія та Чехія). Часовий горизонт дослідження 2006–2020 рр.

Емпірична частина даного дослідження передбачає реалізацію декількох етапів, а саме:

- попередній аналіз статистичних показників (динаміка трендів зміни інтегральних показників цифрової інклюзії населення та інформаційної

безпеки держави представлено на рис. 3.2, описова статистика усіх змінних моделі приведена у табл. 3.7);

– формалізація впливу рівня цифрової інклюзії населення на інформаційну безпеку держави на основі регресійного моделювання на панельних даних з використанням моделей з фіксованими та випадковими ефектами, визначення більш ефективної форми моделі із застосуванням тесту Хаусмана;

– формалізація впливу інформаційної безпеки держави на цифрову інклюзію населення з використанням регресійних моделей на панельних даних (моделей з фіксованими та випадковими ефектами), визначення більш ефективної форми моделі із застосуванням тесту Хаусмана;

– якісна інтерпретація та узагальнення результатів моделювання.

Отже, у контексті попереднього аналізу динаміки показників цифрової інклюзії населення та інформаційної безпеки держави (рис. 3.4) можна відмітити, що для більшості країн вибірки характерним є синхронізація трендів волатильності досліджуваних параметрів. Зокрема, найбільшим рівнем конвергентності рівнів аналізованих показників характеризуються Литва, Словенія та Угорщина. Натомість, для деяких країн вибірки характерним є дивергенція трендів зміни показників цифрової інклюзії населення та інформаційної безпеки держави за рахунок зростання останнього показника. Ця закономірність зміни показників є характерною для Естонії, Латвії, Польщі, Румунії та Чехії. Варто зауважити, що найбільш помітним розрив між досліджуваними показниками є у Польщі. У свою чергу, для Хорватії та України притаманним є паралелність графіків зміни аналізованих параметрів, при цьому більш ефективним є результативний показник зміни рівня цифрової інклюзії населення. Розрив між параметрами є більш помітним для України.

Варто також зауважити, що найвищий рівень інформаційної безпеки зафіксовано у Польщі, а найнижчим у Хорватії та Словенії. Крім того, для

Польщі характерною є найвища інтенсивність зростання рівня інформаційної безпеки держави у порівнянні з початком періоду аналізу.

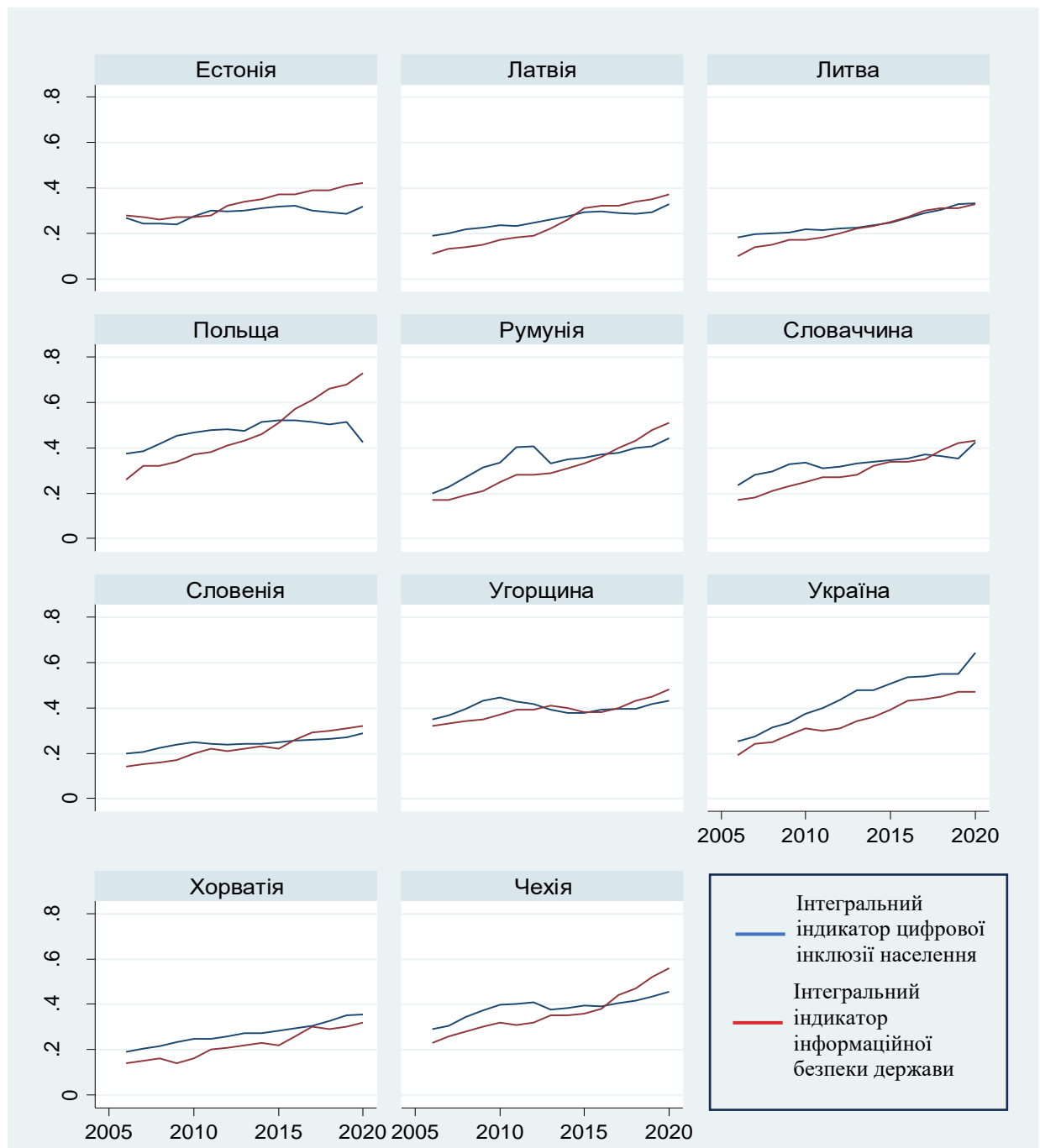


Рисунок 3.4 – Динаміка інтегрального індикатора цифрової інклюзії населення (власні розрахунки) та інтегрального показника інформаційної безпеки держави (за даними [135]) для 11 європейських країн за 2006–2020 рр.

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця 3.7 – Описова статистика за індикаторами дослідження для 11 європейських країн за 2006–2020 рр. (власні розрахунки з використанням програмного продукту Stata 12/SE)

Змінна	Кількість спостережень	Середнє значення	Стандартне відхилення	Мінімальне значення	Максимальне значення
GDP	165	1,983	4,718	-14,839	11,986
Infl	165	3,523	5,130	-1,545	48,7
NB	165	23926,09	20487,47	3869	103000
ICT	160	3,44	1,296	0,000	7,445
LFAE	160	78,408	4,068	70,949	86,437

Примітки: GDP – темп зростання ВВП, % річних; Infl – Індекс споживчих цін, % річних; NB – нові зареєстровані підприємства, кількість; ICT – випускники вищої школи, які навчалися за програмами інформаційно-комунікаційних технологій, %; LFAE – робоча сила з вищою освітою, % від загальної робочої сили.

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

У контексті аналізу волатильності контрольних змінних можна відмітити, що найбільшим серед представлених у табл. 3.7 показників рівнем диференціації характеризується динаміка реєстрації нових підприємств, адже стандартне відхилення за цим показником становить 19,89% максимального значення показника. Натомість найменшою волатильністю характеризується зміна питомої ваги робочої сили з вищою освітою у загальній структурі робочої сили, оскільки стандартне відхилення за даним показником складає 4,71% від його максимального рівня по вибірці. Варто також відзначити, що аналіз співвідношення між усередненим за вибіркою значенням відповідного показника та його максимальним екстремумом дозволяє зауважити, що найбільший розрив між цими параметрами притаманний для показника інфляції, оскільки середнє значення показника складає лише 7,23% його максимального значення. Разом з тим, найменшим розривом між середнім та максимальним значеннями показника зафіксовано за змінною, що характеризує частку робочої сили з вищою освітою, адже середнє значення показника складає 90,71% його максимального значення. Необхідно також відмітити, що схожими характеристиками волатильності характеризуються темп зростання ВВП та кількість нових зареєстрованих підприємств, співвідношення між середнім та максимальним значенням за якими складає

16,54% та 23,23% відповідно. У свою чергу, цей показник за змінною «відсоток випускників вищої школи, які навчалися за програмами інформаційно-комунікаційних технологій» складає 46,21%.

Результати моделювання впливу рівня цифрової інклюзії населення на інтегральний індикатор інформаційної безпеки держави представлено у табл. 3.8 (модель з фіксованими ефектами) та 3.9 (модель з випадковими ефектами). Порівняння з використанням тесту Хаусмана результатів регресійного моделювання за обома моделями дозволив підтвердити вищу якість та кращу аплікабельність для зазначених даних саме моделі з фіксованими ефектами, що дозволяє зробити висновок про релевантність специфіки національного розвитку у контексті виявлення взаємозв'язку показників.

Таблиця 3.8 – Результати регресійного моделювання щодо визначення впливу рівня цифрової інклюзії населення на інтегральний індикатор інформаційної безпеки держави (модель з фіксованими ефектами) для 11 європейських країн за 2006–2020 рр. (власні розрахунки з використанням програмного продукту Stata 12/SE)

IS	Коефіцієнт	Стандартна похибка	t-value	p-value	95% довірчий інтервал		
IPDI	92,908	10,163	9,14	0,000	72,811	113,004	***
GDP	0,053	0,083	0,65	0,520	-0,110	0,217	
Infl	-0,020	0,088	-0,23	0,819	-0,193	0,153	
NB	0,0001	0,0001	2,32	0,022	0,000	0,000	**
ICT	2,033	0,465	4,37	0,000	1,113	2,952	***
LFAE	0,988	0,284	3,48	0,001	1,550	-0,427	***
Константа	60,645	26,935	2,25	0,026	7,383	113,907	**
R-squared	0,675		Number of obs		165		
F-test	40,651		Prob > F		0,000		
Akaike crit. (AIC)	888,757		Bayesian crit. (BIC)		913,105		

Примітки: IPDI – інтегральний індикатор цифрової інклюзії населення; IS – інтегральний індикатор інформаційної безпеки держави; GDP – темп зростання ВВП, % річних; Infl – Індекс споживчих цін, % річних; NB – нові зареєстровані підприємства, кількість; ICT – випускники вищої школи, які навчалися за програмами інформаційно-комунікаційних технологій, %; LFAE – робоча сила з вищою освітою, % від загальної робочої сили; *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Отже, за результатами моделювання можна зробити наступні висновки:

- темпи зростання ВВП та динаміка щорічної зміни індексу споживчих цін не мають статистично значущого впливу на інтегральний індикатор інформаційної безпеки держави серед 11 досліджуваних країн за 2006–2020 рр.;

- загалом якість моделі є задовільною, адже варіація результативного параметра на 67,5 % пояснюється варіацією факторних ознак;

- кількість новостворених підприємств справляє позитивний вплив на рівень інформаційної безпеки держави, значущість яких підтверджено з 95 % ймовірністю;

- освітні фактори також справляють позитивний вплив на рівень інформаційної безпеки держави з 99 % довірчою ймовірністю, а саме: зростання на 1 % кількості випускників вищої школи, які навчалися за програмами інформаційно-комунікаційних технологій, сприяє збільшенню результативного показника на 2,033 од., а збільшення на 1 % частки робочої сили з вищою освітою сприяє покращенню рівня інформаційної безпеки держави 0,988 од.;

- індекс цифрової інклюзії населення справляє позитивний вплив на рівень інформаційної безпеки з 99 % довірчою ймовірністю: зростання факторного параметра на 1 од. призводить до збільшення результативного показника на 92,908 од.

Справедливо також зауважити, що модель з випадковими ефектами (табл. 3.9) також є статистично значущою, причому подібним є і напрямок впливу індикаторів. Однак, нівелювання національних особливостей соціально-економічного розвитку при здійсненні моделювання впливу рівня цифрової інклюзії населення на інформаційну безпеку держави обумовило покращення предикативних властивостей моделі (значення коефіцієнту детермінації в моделі з випадковими ефектами становить 76,3 % у порівнянні з показником 67,5 % за моделлю з фіксованими ефектами), а також зниження сили зв'язку між основними факторною та результативною змінними, а саме:

з 99 % довірчою ймовірністю зростання факторної змінної на 1 од. призводить до збільшення результативного показника на 90,944 од. Варто також відмітити, що у моделі з випадковими ефектами послабилася якість каузальності між результативною та контрольними змінними, а в окремих випадках навіть змінився напрямок такого впливу (у моделі з фіксованими ефектами зростання частки робочої сили з вищою освітою позитивно впливає на інформаційну безпеку держави, тоді як у моделі з випадковими ефектами – цей зв'язок має референтну статистичну значимість та є оберненим).

Таблиця 3.9 – Результати регресійного моделювання щодо визначення впливу рівня цифрової інклюзії населення на інтегральний індикатор інформаційної безпеки держави (модель з випадковими ефектами) для 11 європейських країн за 2006–2020 рр. (власні розрахунки з використанням програмного продукту Stata 12/SE)

IS	Коефіцієнт	Стандартна похибка	t-value	p-value	95% довірчий інтервал		
IPDI	90,944	8,404	10,82	0,000	74,472	107,416	***
GDP	0,044	0,084	0,52	0,602	-0,121	0,208	
Infl	-0,096	0,087	-1,10	0,271	-0,266	0,075	
NB	0,0001	0,0001	1,67	0,095	0,000	0,000	*
ICT	2,275	0,414	5,49	0,000	1,463	3,087	***
LFAE	-0,377	0,212	-1,77	0,076	-0,793	0,040	*
Константа	5,031	17,080	0,29	0,768	-28,445	38,508	
Overall r-squared	0,763		Number of obs		165		
Chi-square	320,489		Prob > chi2		0,000		
R-squared within	0,660		R-squared between		0,852		

Примітки: IPDI – інтегральний індикатор цифрової інклюзії населення; IS – інтегральний індикатор інформаційної безпеки держави; GDP – темп зростання ВВП, % річних; Infl – Індекс споживчих цін, % річних; NB – нові зареєстровані підприємства, кількість; ICT – випускники вищої школи, які навчалися за програмами інформаційно-комунікаційних технологій, %; LFAE – робоча сила з вищою освітою, % від загальної робочої сили; *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Отже, узагальнюючи результати даного блоку дослідження, можна зробити висновок, що обидві моделі підтверджують позитивний та

статистично значущий вплив зростання цифрової інклюзії населення у контексті покращення рівня інформаційної безпеки держави.

Натомість у табл. 3.10 та 3.11 представлено результати моделювання впливу рівня інформаційної безпеки держави на інтегральний індикатор цифрової інклюзії населення. Разом з тим, застосування тесту Хаусмана дозволило виявити, що для цього напрямку формалізації взаємозв'язку більш релевантною є модель з випадковими ефектами, тобто при визначенні впливу інформаційної безпеки на цифрову інклюзію населення специфіка соціально-економічного розвитку країни не має суттєвого впливу на цей зв'язок.

Таблиця 3.10 – Результати регресійного моделювання щодо визначення впливу рівня інформаційної безпеки держави на інтегральний індикатор цифрової інклюзії населення (модель з випадковими ефектами) для 11 європейських країн за 2006–2020 рр. (власні розрахунки з використанням програмного продукту Stata 12/SE)

IPDI	Коефіцієнт	Стандартна похибка	t-value	p-value	95% довірчий інтервал		
IS	0,4632	0,041	11,31	0,0000	0,383	0,5435	***
GDP	-0,0011	0,0006	-1,81	0,0708	-0,0024	0,0001	*
Infl	0,0003	0,0007	0,41	0,6851	-0,001	0,0016	
NB	7,17e-07	2,76e-07	2,60	0,0094	1,75e-07	1,26e-06	***
ICT	-0,0024	0,0033	-0,73	0,4648	-0,0089	0,0041	
LFAE	0,0053	0,0014	-3,65	0,0003	-0,0081	-0,0024	***
Константа	0,6462	0,1066	6,06	0,0000	0,4372	0,8552	***
Overall r-squared	0,8076		Number of obs		165		
Chi-square	308,8818		Prob > chi2		0,0000		
R-squared within	0,5749		R-squared between		0,9189		

Примітки: IPDI – інтегральний індикатор цифрової інклюзії населення; IS – інтегральний індикатор інформаційної безпеки держави; GDP – темп зростання ВВП, % річних; Infl – Індекс споживчих цін, % річних; NB – нові зареєстровані підприємства, кількість; ICT – випускники вищої школи, які навчалися за програмами інформаційно-комунікаційних технологій, %; LFAE – робоча сила з вищою освітою, % від загальної робочої сили; *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Отже, за результатами моделювання, представленими у табл. 3.10, можна зробити наступні висновки:

– предикативна якість моделі з випадковими ефектами є високою, оскільки варіація факторних змінних на 80,76 % пояснює варіацію результативного показника;

– зростання рівня інформаційної безпеки держави позитивно впливає на цифрову інклюзію населення у досліджуваних країнах: з 99 % довірчою ймовірністю зростання факторної змінної на 1 од. призводить до зростання результативного показника на 0,4632 од.;

– встановлено також, що цифрова інклюзія населення знижується унаслідок зростання ВВП: з 90 % довірчою ймовірністю збільшення ВВП на 1 % супроводжується скороченням рівня результативного показника на 0,0011 од.;

– зміна рівня інфляції та відсотку випускників вищої школи, які навчалися за програмами інформаційно-комунікаційних технологій, не мають статистично значущого впливу на рівень цифрової інклюзії населення;

– натомість, зростання питомої ваги робочої сили з вищою освітою на 1 % з 99 % довірчою ймовірністю супроводжується збільшення рівня цифрової інклюзії населення на 0,0053 од.;

– позитивно на результативному показнику позначається і зростання кількості новостворених підприємств.

Порівнюючи результати моделювання впливу рівня інформаційної безпеки держави на інтегральний індикатор цифрової інклюзії населення за моделлю з випадковими та фіксованими ефектами, можна відмітити, що якість другої моделі є значно нижчою, адже варіація факторних змінних пояснює лише 61,9 % варіації результативного показника. Крім того, встановлено, що у моделі з фіксованими ефектами не підтверджено статистичну значущість впливу трьох з шести факторних змінних. Зокрема, не є релевантними факторами зміни цифрової інклюзії населення зміна таких показників як зростання рівня інфляції, збільшення кількості новостворених підприємств та відсотку випускників вищої школи, які навчалися за програмами інформаційно-комунікаційних технологій. Разом з тим, у моделі з

фіксованими ефектами індивідуальна значущість негативного впливу зростання ВВП на результативний показник є дещо вищою (статистична значущість підтверджена на 95 % довірчому інтервалі). Натомість, вплив зростання робочої сили з вищою освітою на рівень цифрової інклюзії населення за моделлю з фіксованими ефектами втратила як силу цього впливу, так і його статистичну значущість, а саме: зростання факторної змінної на 1 % призвело до зростання результативного показника на 0,0034 од.

Таблиця 3.11 – Результати регресійного моделювання щодо визначення впливу рівня інформаційної безпеки держави на інтегральний індикатор цифрової інклюзії населення (модель з фіксованими ефектами) для 11 європейських країн за 2006–2020 рр. (власні розрахунки з використанням програмного продукту Stata 12/SE)

IPDI	Коефіцієнт	Стандартна похибка	t-value	p-value	95% довірчий інтервал		
IS	0,3702	0,0409	9,05	0,0000	0,2893	0,4511	***
GDP	-0,0012	0,0005	-2,31	0,0226	-0,0023	-0,0002	**
Infl	-0,0006	0,0006	-1,04	0,2996	-0,0018	0,0005	
NB	-2,27e-07	3,37e-07	-0,67	0,5025	-8,94e-07	4,40e-07	
ICT	0,0053	0,0032	1,65	0,1013	-0,0011	0,0117	
LFAE	0,0034	0,0019	-1,79	0,0760	-0,0071	0,0004	*
Константа	0,452	0,1769	2,56	0,0117	0,1022	,8017	**
Overall r-squared	0,619		Number of obs		165		
Chi-square	31,737		Prob > chi2		0,0000		
R-squared within	-665,312		R-squared between		-640,964		

Примітки: IPDI – інтегральний індикатор цифрової інклюзії населення; IS – інтегральний індикатор інформаційної безпеки держави; GDP – темп зростання ВВП, % річних; Infl – Індекс споживчих цін, % річних; NB – нові зареєстровані підприємства, кількість; ICT – випускники вищої школи, які навчалися за програмами інформаційно-комунікаційних технологій, %; LFAE – робоча сила з вищою освітою, % від загальної робочої сили; *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таким чином, узагальнюючи результати моделювання за обома блоками, можна зробити висновок про те, що між рівнем цифрової інклюзії населення та рівнем інформаційної безпеки держави існує статистично значущий двосторонній зв'язок, при цьому при впливові першого показника

на другий специфіка соціально-економічного розвитку країни має важливе значення, тоді як при формалізації каузальності у зворотному напрямку особливості соціально-економічного розвитку країни не справляють релевантного впливу.

3.3 Механізми підвищення цифрової інклюзії населення для забезпечення інформаційної безпеки держави в умовах цифровізації соціально-економічних відносин

Сучасний етап розвитку світогосподарських відносин характеризується значною динамічністю, волатильністю та стрімкою діджиталізацією. Критична необхідність забезпечення розвитку цифрової грамотності та збільшення доступності продуктів сфери ІКТ для пересічного громадянина у будь-якій країні світу підтвердилася в умовах розгортання пандемії COVID-19. Так, експерти [80] відзначають, що доволі критичним виявився вплив пандемії на систему освіти. Деструктивний вплив на резильєнтність системи освіти протягом 2021–2022 рр. є найбільш критичним за всю історію людства. Варто також відзначити, що в умовах пандемії саме цифрові технології дозволили підтримувати операційні процеси низки бізнес-структур за рахунок можливості виконання робочих доручень у дистанційному форматі [36].

Зростаюче значення інформаційних технологій у всіх сферах життя суспільства посилює усвідомлення ролі регулювання у формуванні цифрового розвитку для загального блага. ІКТ розвиваються в межах, що включають технічні стандарти та міжнародні норми, політику національних урядів, а також закони та нормативні акти, що регулюють такі сфери, як права споживача та працевлаштування. Глобальний характер Інтернету та транснаціональний характер цифрових підприємств, які включають деякі з найбільших корпорацій світу, створюють проблеми для національних урядів.

Вони були найбільш значними там, де інновації виходили за межі можливостей технологій попередніх поколінь.

Деякі сфери регуляторного втручання стосуються динаміки міжнародних відносин, наприклад географічної концентрації цифрових інновацій та управління даними, а також транскордонної юрисдикції. Інші відображають давно сформовані занепокоєння щодо регулювання комунікацій, у тому числі щодо конкурентної політики, тарифів і прав споживачів. Ще інші стурбовані модерацією вмісту, включаючи зв'язок між свободою вираження думок і правом на приватне життя, боротьбою з ненавистю та порушеннями, такими як експлуатація та переслідування дітей, дезінформація та злочинна поведінка, наприклад шахрайство. Управління даними є особливо важливим у цьому контексті, оскільки цифрові корпорації створили бізнес-моделі, що залежать від використання особистої інформації та об'єднання наборів даних для цільової реклами та максимізації доходів, а уряди можуть використовувати дані для покращення державних послуг і, у деяких випадках, для моніторингу поведінки громадян. З'явилися різні нормативні підходи щодо прав осіб на персональні дані, доступності даних для урядів і корпорацій, а також питань юрисдикції щодо суверенітету та локалізації даних. Регуляторні проблеми, що виникають через це, є складними, особливо коли потреба в міжнародному правозастосуванні взаємодіє з відмінностями в національних законах і нормах. Міжнародні форуми дедалі більше стурбовані такими питаннями, а численні ініціативи стосуються етичних аспектів нових технологій, таких як машинне навчання та штучний інтелект [68].

Приймаючи до уваги, що у попередньому пункті дисертаційної роботи було емпірично підтверджено позитивний вплив цифрової інклюзії населення на інформаційну безпеку держави, і навпаки, важливого значення набуває обґрунтування механізмів покращення рівня цифрової інклюзії населення для забезпечення інформаційної безпеки держави в умовах цифровізації соціально-економічних відносин. Для виконання поставленого завдання, перш

за все, доцільно здійснити ідентифікацію ключових проблемних аспектів, що перешкоджають розширенню цифрової інклюзії населення.

Як правило, питання необхідності забезпечення цифрової інклюзії асоціюється з віковими особливостями, оскільки критично важливою є безпечна цифрова інклюзія дітей та підлітків, а також людей похилого віку. Однак, у деяких випадках цифровий розрив має і соціальну та гендерну природу. Так, аналітичні дані Дитячого фонду ООН (UNICEF) [1] засвідчують, що рівень доступу до Інтернету, цифрові навички та моделі використання, а також можливості та результати, які вони надають дітям, залежать від статі, причому в країнах із низьким і середнім рівнем доходів спостерігається більший розрив між статями. Експерти UNICEF у своєму звіті за 2023 рік [1] відзначають, що з 54 проаналізованих країн і територій, які переважно представляють економіки з низьким і нижчим середнього рівнем доходів, лише вісім досягли гендерного паритету у використанні Інтернету серед молоді віком 15–24 років. При цьому, дівчата-підлітки та молоді жінки відстають від чоловіків у використанні Інтернету до 27 відсотків. Культурні та соціальні норми також можуть бути перешкодою для виходу в Інтернет, особливо для дівчат.

У звіті Конференції Організації об'єднаних націй з торгівлі та розвитку [18], експерти відмічають, що гендерний цифровий розрив є дуже помітним у країнах як з точки зору володіння смартфонами, так і використання Інтернету. Так, у контексті характеристики стану гендерного розриву щодо володіння смартфонами, експерти UNCTAD [18] відзначають, що за даними опитування дослідницького центру Pew у 2018 році на вибірці розвинутих країн і країн, що розвиваються, щодо володіння смартфонами жінок і чоловіків було виявлено, що як для жінок, так і для чоловіків, в середньому володіння смартфонами у відповідних групах було нижчим у країнах, що розвиваються, ніж у розвинених країнах (48 і 71 відсоток для жінок, 52 і 80 відсотків для чоловіків відповідно). Гендерний розрив був у середньому більшим у країнах, що розвиваються, ніж у розвинених. Проте в середньому з 2015 по 2018 рік він

скоротився. Найбільший гендерний розрив у 2018 році був відзначений в Індії (56 відсотків), а найменший — на Філіппінах (-9,6 відсотка), де смартфонами володіли жінки більше, ніж чоловіки.

У контексті аналізу гендерного розриву у використанні Інтернету, експерти UNCTAD [18] відзначають, що у 2019 році рівень чоловіків і жінок, які користуються Інтернетом, становив 55 і 48 відсотків відповідно. На глобальному рівні між 2013 і 2019 роками показник гендерного паритету дещо знизився. Він підвищився в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні, СНД, Європі та Америці, проте в арабських державах і особливо в Африці він знизився (з 0,79 до 0,54). Подібним чином, у той час як він зріс у розвинених країнах, він незначно знизився в країнах, що розвиваються, і значно скоротився у найменш розвинутих країнах (з 0,70 до 0,53).

Соціально-економічний статус теж має неабияке значення: навіть у Європі діти з бідніших родин можуть, у кращому випадку, мати вдвічі менше шансів мати зв'язок, ніж їхні більш привілейовані однолітки, що впливає на їх здатність отримувати користь від онлайн-навчання. Для деяких дітей, які ростуть у сільській місцевості чи країнах із обмеженою інфраструктурою, відсутність електроенергії є перешкодою для користування Інтернетом. У деяких країнах рівень цифрової інклюзії дітей залежить від раси чи етнічного походження. Інші визначальні фактори включають походження, клас, інвалідність і гуманітарний контекст. Однак, усі ці передумови не повинні впливати на цифрове життя дітей та підлітків.

Узагальнення аналітичних звітів та наукових напрацювань [1, 7, 27, 35, 39, 70, 72, 76, 80, 83, 85, 90] щодо перспектив підвищення цифрової інклюзії населення дозволило виокремити наступні проблемні аспекти:

- відсутність чи недостатність покриття мережі допоміжної інфраструктури;
- недоступність цифрових технологій для людей з низьким рівнем доходів;

- низький рівень адаптивності цифрових технологій для потреб людей з обмеженими можливостями;
- низький рівень фінансової грамотності серед вразливих категорій населення;
- мовні бар'єри та ін.

Так, у контексті характеристики першої з вищенаведених перешкод, можна відмітити, що відсутність допоміжної інфраструктури для доступу людей до Інтернету, електрики чи стільникового зв'язку може стати проблемою навіть за наявності у домогосподарства доступу до комп'ютерів або мобільних пристроїв, адже без постійного живлення для їх заряджання або потужного підключення до Інтернету, їх можливості обмежені. Ця проблема особливо актуальна в країнах, що розвиваються, але обмеженість доступу до широкопasmового зв'язку також може бути релевантною і для жителів сільської місцевості чи віддалених районів у розвинених країнах.

Навіть за наявності надійної допоміжної інфраструктури, домогосподарства з низьким рівнем доходів можуть мати проблеми з цифровою інклюзією через відсутність фінансових можливостей для придбання відповідних гаджетів чи оплати підключення до мережі Інтернет. Саме тому забезпечення доступності цих товарів та послуг є однією з ключових стратегічних цілей на шляху до покращення стану цифрової інклюзії населення.

Однією з важливих проблем сьогодення також є низька адаптивність цифрових товарів та послуг для людей з обмеженими можливостями. Зокрема, для цієї категорії користувачів веб-сайти можуть бути недоступними через відсутність альтернативного тексту для програм зчитування з екрана для людей з вадами зору або через неприйнятний розмір шрифту для людей похилого віку. Люди з вадами слуху можуть бути обмеженими в доступі до відео- та аудіо-контенту через відсутність субтитрів або розшифровок.

Значна частина населення може бути не в змозі користуватися деякими цифровими товарами та послугами через мовні бар'єри. Так, більше

преференцій у цьому контексті мають англомовні користувачі, адже саме англійською доступно більше результатів пошуку, ніж будь-якою іншою мовою.

Одна з найбільш критичних перешкод на шляху до розширення рівня цифрової інклюзії – відсутність достатнього рівня фінансової грамотності. Недостатня обізнаність щодо можливостей використання цифрових послуг для покращення свого щоденного життя також може стати причиною для умисного уникання їх використання через страх бути ошуканим. Разом з тим, зростання рівня поінформованості населення щодо особливостей надання різних видів послуг з використання цифрових технологій, покращення рівня грамотності у сфері кібербезпеки сприятиме як нівелюванню невиправданих негативних очікувань від цифровізації, так і дозволить збільшити залученість скептично налаштованої частини населення до використання цих послуг [7, 80, 90].

Ускладнює ситуацію у сфері кібербезпеки і те, що за даними звіту [19] за 2023 рік, більшість технологічних компаній все ще ігнорують свою відповідальність за те, щоб люди могли використовувати цифрові технології у спосіб, який не завдає їм шкоди. Є лише декілька соціально-відповідальних компаній, які демонструють безапеляційну політику щодо безпеки дітей, відповідність етичними принципами щодо використання штучного інтелекту та реалізують ефективні ініціативи з навчання цифровим навичкам. Однак більшість компаній все ще не демонструють зрілість, необхідну для адекватної підтримки прогресу на шляху до реалізації Цілей сталого розвитку. Таким чином, заохочення високотехнологічних компаній до виконання у повній мірі свої зобов'язань у сфері дотримання прав людини та оцінки цифрових ризиків може значно вплинути на вирішення деяких найбільших проблем технологічної галузі.

Усунення перешкод на шляху до цифрової інклюзії лежить в декількох площинах. Так, наприклад, підвищення рівня цифрової грамотності може бути реалізовано на індивідуальному рівні, проте більш ефективною є комплексна

стратегія, що базується на синергії зусиль представників сектору державного регулювання, неурядових організацій, корпоративного сегменту та фізичних осіб. Серед заходів, які можуть бути вжиті для поліпшення рівня цифрової грамотності населення можна визначити наступні:

- розроблення та надання безкоштовних онлайн-курсів з цифрової грамотності;
- надання підтримки в спеціалізованих центрах, де люди можуть отримати допомогу від репетитора;
- розроблення програм фінансової підтримки для покриття витрат на навчання соціально вразливих та малозабезпечених верств населення;
- надання у тимчасове користування комп'ютерних пристроїв для освоєння цифрових компетентностей тощо.

Вирішенню проблеми низького рівня адаптивності цифрових технологій для потреб людей з обмеженими можливостями сприятиме розширення як програм державної підтримки таких ініціатив, так і активне залучення потенціалу «третього сектору» до цього процесу. Зокрема, серед можливих перспективних заходів у цьому напрямку може стати законодавче закріплення поетапного плану переходу до обов'язкового формату сайтів з адаптованим до потреб людей з обмеженими можливостями інтерфейсом. Крім того, доцільним є запровадження програм державної фінансової підтримки для підприємств та організацій, що долучаються до таких ініціатив, а також залучення коштів міжнародних донорів для розвитку відповідних потужностей. Разом з тим, з метою розвитку відповідних компетентностей серед розробників сайтів, доцільно розвивати програми підвищення кваліфікації цих спеціалістів шляхом проведення тренінгів та семінарів із залучення компетентних міжнародних фахівців за цим напрямком роботи.

Серед заходів, що дозволять усунути проблему недостатності розвитку допоміжної інфраструктури, можна визначити пріоритезацію розширення мережі покриття широкопasmовим Інтернетом. Причому, у країнах, де можливості внутрішнього фінансування цих інфраструктурних проєктів

обмежені, доцільно використати інструменти зовнішньої підтримки, а саме залучення іноземних інвесторів та міжнародних донорів до розбудови цього типу інфраструктури.

Найбільш складною для вирішення є проблема недоступності цифрових технологій для людей з низьким рівнем доходів. Вирішенню цієї проблеми може сприяти створення центрів з можливістю надання в оренду комп'ютерів для тимчасового користування, створення коворкінг-центрів (безоплатних або з доступною системою оплати за години користування цим простором) та розвиток програм надання мікро-грантів від органів державної влади та представників бізнес-середовища для придбання комп'ютерів для фізичних осіб (наприклад, за умови використання цих технічних засобів у межах реалізації певного проєкту комерційного чи соціального спрямування). Серед важливих векторів усунення цієї проблеми також можна виділити надання фінансової підтримки від міжнародних організацій для країн, що розвиваються.

Усуненню мовних бар'єрів може слугувати як підвищення рівня мовних компетентностей серед населення за рахунок створення курсів з вивчення англійської мови у центрах освіти дорослих, так і стимулювання розробки версій сайтів різними мовами.

В цілому вирішенню проблеми недостатнього рівня цифрової інклюзії населення також сприятиме імплементація просвітницької кампанії на загальнонаціональному рівні, у межах якої населення має бути поінформоване про існуючі можливості у сфері посилення цифровізації суспільства. У контексті забезпечення виконання цього завдання критично важливими є два вектори його реалізації:

- забезпечення транспарентності та підзвітності діяльності органів державної влади та місцевого самоврядування щодо заходів по забезпеченню цифрової інклюзії населення, що реалізуються на загальнонаціональному, обласному чи муніципальному рівнях;

Кластер 1 (червоний) охоплює дослідження за такими ключовими словами, як «комерція», «конкуренція», «витрати», «прийняття рішень», «цифрові технології», «ефективність», «інформаційна система», «використання інформації», «інновації», «виробництво», «мобільні додатки», «продажі», «прозорість», «візуалізація». Узагальнюючи зазначені поняття, можна підсумувати, що у розрізі даного контекстуального вектору науковці досліджують причинно-наслідкові зв'язки між розвитком цифрових технологій та ефективністю бізнес-процесів, а також значимістю процесів збору, оброблення та візуалізації інформації для прийняття ефективних управлінських рішень. Зокрема, науковці [21] відзначають, що прозорість є необхідною передумовою якісного корпоративного управління, а останнє неможливе без цифрових технологій. Добре корпоративне управління може допомогти бізнесу залучити інвестиції. У свою чергу, завдяки цифровізації бізнес стає більш помітним для різних груп стейкхолдерів. Варто також відмітити, що прозорість бізнес-процесів та корпоративної політики, що реалізується з використання діджитал-технологій, сприяє посиленню довіри клієнтів до даного бізнесу, а також впевненості внутрішніх стейкхолдерів у поступальності розвитку такого підприємства. Таким чином, транспарентність у контексті діджиталізації корпоративного сектору сприяє забезпеченню інформаційної безпеки на мікрорівні, а також є опосередкованим стимулом для цифрової інклюзії населення, адже домогосподарства схильні користуватися цифровими сервісами саме тих бізнесів, яким вони довіряють, а транспарентність є важливою передумовою формування цієї довіри.

Кластер 2 (зелений) охоплює такі ключові слова як «блокчейн» «цифрова економіка», «логістика», «оцінка ризиків», «розумні контракти», «управління ланцюгом поставок», «стійкість», «сталій розвиток». Таким чином, у межах даного контекстуального блоку науковці досліджують роль цифрових технологій у забезпеченні ефективності та прозорості ланцюжка поставок. У роботі [41] автори також проаналізували як цифровізація допомагає покращити прозорість ланцюжка поставок. За результатами

проведеного дослідження, науковці дійшли висновку, що впровадження нових цифрових технологій призводить до різкої зміни всієї парадигми функціонування бізнесу – від виробничих технологій до логістики. Автори [1] наголошують, що цифровізація логістичного процесу допомагає зробити всю логістику більш прозорою як для постачальників, так і для клієнтів. Натомість зростання прозорості логістичних процесів зростанню рівня інформаційної безпеки та цифрової інклюзії населення.

Кластер 3 (темно-синій) охоплює такі ключові слова як «цифрова трансформація», «електронне врядування», «Інтернет речей», «метадані», «державне управління», «контроль якості», «розумне місто». Таким чином, можна зауважити, що цифрові технології дозволяють значно підвищити ефективність функціонування органів державної влади та місцевого самоврядування. У даному контексті варто відмітити, що численні наукові дослідження визнають важливість транспарентності державного управління у контексті експансії політики діджиталізації соціально-економічних відносин. Так, Андерсен і Моцфельдт [2], досліджуючи вплив публічності та прозорості на ефективність електронного врядування в Данії, встановили, що відсутність транспарентності у цій сфері призвела до зниження лояльності населення. Вони також зазначили, що для ефективного електронного врядування вкрай важливо мати «прозорість алгоритмів і даних, а також ... прозорість адміністративних рішень і демократичних дебатів». Разом з тим, у роботі [49] зазначається, що цифровізація та прозорість допомагають як бізнесу, так і органам державної влади бути більш ефективними та конкурентоспроможними. Зокрема, «цифрова трансформація має потенціал активувати зміну парадигми у відносинах між державою та громадянами шляхом прискорення просування більш інклюзивного, прозорого та ефективного розвитку». Крім того, у звіті Civil Society & Think Tank Forum I [14] відмічається, що інтенсивна цифровізація призвела до низки позитивних ефектів, серед яких доступність певних сервісів 24/7 (особливо важливим це стало під час пандемії), економія часу (громадяни витрачають приблизно на

50% менше часу на взаємодію з органами державного управління), економія фінансових ресурсів (цифровізація дозволила більш ніж на 50% знизити витрати для компаній, які взаємодіють з органами державного управління).

Кластер 4 (фіолетовий) містить такі основні ключові слова як «автоматизація», «цифровізація», «електронне голосування», «індустрія 4.0», «управління інформацією». Таким чином, у межах даного блоку дослідники поглиблюють напрацювання у сфері електронного врядування, оцінюючи перспективи електронного голосування та управління інформацією як важливих векторів становлення ери індустрії 4.0. Варто відмітити, що важливими мотивом, котрий сприяє цифровій інклюзії населення, є спрощення певних процедур, які користувачі використовують у повсякденному житті. Зокрема, електронне голосування є перспективним напрямком цифровізації соціально-політичних відносин, що дозволяє суттєво зекономити час на похід до виборчої дільниці, а це, у свою чергу, може стати мотивом використання цієї цифрової державної послуги. Разом з тим, не менш важливим у даному контексті є захист особистих даних та конфіденційність, що є запорукою ефективного процесу цифровізації в цілому та електронного голосування зокрема (саме на проблематиці забезпечення конфіденційності, а також гендерно-вікових передумов цифровізації і сфокусовані дослідження у межах блакитного, п'ятого кластера).

Кластер 6 (жовтий) містить такі ключові слова як «штучний інтелект», «великі дані», «електронна комерція», «економіка», «електронна комерція», «фінанси», «інвестиції», «машинне навчання», «сфера послуг». У межах даного кластера дослідники визначають канали впливу цифровізації у контексті забезпечення функціонування економіки. Зокрема, варто відмітити, що для представників бізнес-середовища можливість отримати таргетовану інформацію щодо поведінкових паттернів їх реальних та потенційних клієнтів на основі аналізу великих даних є доволі вагомим стимулом розширення рівня цифрової інклюзії.

Отже, за результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що транспарентність і цифровізація досліджуються у переважній більшості через призму впровадженню цифрових технологій у бізнес, логістику, державне управління, фінансову сферу, управління інформацією та забезпечення персональної конфіденційності та безпеки даних.

Адаптуючи отримані результати бібліометричного аналізу у контексті формалізації векторів розвитку цифрової інклюзії населення та забезпечення інформаційної безпеки держави, можна виділити наступні напрямки реалізації заходів у цьому напрямку:

- стимулювання експансії сервісів е-врядування та регулярне інформування населення та бізнес-спільноти щодо можливостей їх використання;
- сприяння розвитку належного корпоративного управління, що базується на засадах транспарентності та підзвітності з метою збільшення лояльності клієнтів до цих представників бізнесу, особливо якщо ці економічні суб'єкти здійснюють свою діяльність у секторі ІКТ;
- розроблення ефективних алгоритмів захисту персональних даних (впевненість пересічних громадян у ефективності заходів з кібербезпеки є вагомим стимулом для зростання рівня цифрової інклюзії).

Разом з тим, другим вектором вирішення проблеми недостатнього рівня цифрової інклюзії населення через забезпечення зростання рівня поінформованості економічних агентів про існуючі можливості у сфері цифровізації суспільства є забезпечення процесу перманентного моніторингу відгуків користувачів цифрових послуг та сервісів щодо сприйняття та ефективності здійснених інтервенцій у сфері цифровізації, що може бути здійснено шляхом проведення щорічних опитувань різних категорій населення з даного питання.

Крім того, перспективним вектором виявлення факторів, що перешкоджають розширенню цифрової інклюзії населення, є збір та аналіз великих даних користувачів мережі Інтернет та їх порівняння з

демографічними і соціальними показниками, що дозволить виявити потенціал розширення цифрової інклюзії населення та відслідкувати прогрес щодо усунення цифрового розриву.

Узагальнені результати даного блоку дослідження, що відображають концептуальні засади підвищення рівня цифрової інклюзії населення для забезпечення інформаційної безпеки держави в умовах цифровізації соціально-економічних відносин представлено на рис. 3.6.

Отже, за результатами проведеного дослідження можна підсумувати, що проблема підвищення рівня цифрової інклюзії населення разом з посиленням рівня інформаційної безпеки перебувають у фокусі уваги науковців та представників міжнародних організацій вже понад два десятиліття. Узагальнення даних, представлених у звітах міжнародних організацій, а також у працях вітчизняних та зарубіжних вчених дозволило виявити низку системних проблем, що перешкоджають підвищенню рівня цифрової інклюзії населення. Серед основних проблем, що було виявлено, можна виділити недостатність розвитку допоміжної інфраструктури, низький рівень цифрової грамотності, недостатня адаптивність цифрових послуг та продуктів до потреб людей з обмеженими можливостями, мовні обмеження, фінансові обмеження тощо.

Разом з тим, обґрунтовано, що вирішенню означених проблемних аспектів може сприяти проведення системної роботи на різних рівнях прийняття управлінських рішень щодо залучення додаткових фінансових ресурсів як міжнародних, так і фінансових донорів для розбудови допоміжної інфраструктури, допомоги у придбанні чи доступному лізингу комп'ютерного обладнання, створення центрів та веб-ресурсів для підвищення рівня цифрової грамотності населення та менторства для осіб похилого віку та ін. При чому усі ці кроки мають бути елементами єдиної, комплексної стратегії, узгодженої на загальнонаціональному рівні.

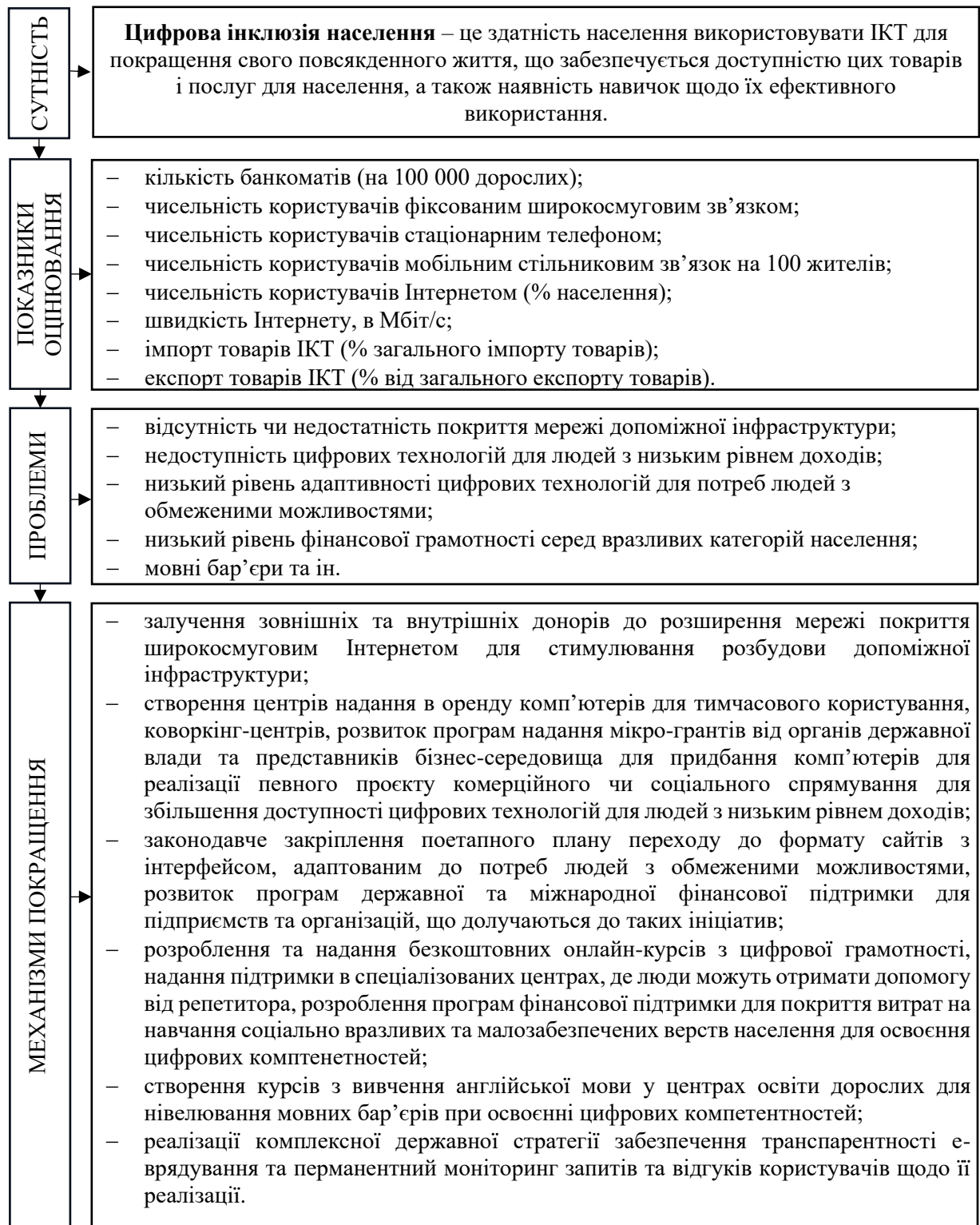


Рисунок 3.6 – Концептуальні засади забезпечення рівня цифрової інклюзії населення у контексті посилення інформаційної безпеки держави

Джерело: побудовано автором

Забезпеченню ефективності реалізації цієї стратегії сприятиме також проведення широкомасштабної інформаційно-просвітницької кампанії,

спрямованої на висвітлення доступних можливостей та нівелювання упередженого ставлення окремих категорій населення до цифрових послуг та їх надійності. Зворотний зв'язок, що дозволить скоригувати напрямок реалізації стратегічних ініціатив у цьому напрямку, можна отримати шляхом перманентного моніторингу на основі узагальнення результатів щорічних опитувань. Усі ці заходи формують комплексну архітектуру забезпечення посилення рівня фінансової інклюзії населення у контексті посилення інформаційної безпеки країни.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі дисертації розроблено науково-методичний підхід до оцінювання рівня цифрової інклюзії населення; визначено причинно-наслідкові зв'язки між рівнем цифрової інклюзії населення та інформаційною безпекою держави; обґрунтовано механізми підвищення цифрової інклюзії населення для забезпечення інформаційної безпеки держави в умовах цифровізації соціально-економічних відносин.

За результатами розділу зроблено наступні висновки:

1. За результатами аналізу звітно-аналітичних матеріалів встановлено, що цифрова інклюзія населення визначається наявністю задовільного Інтернет-з'єднання (широкосмугового чи мобільного), його швидкістю, забезпеченістю комп'ютерною технікою та ін. Саме тому для оцінювання рівня цифрової інклюзії населення розроблено науково-методичний підхід, що передбачає оцінювання зазначеного показника на основі 8 індивідуальних індикаторів. Зведення індивідуальних показників в інтегральних здійснено на основі адитивної згортки нормалізованих значено індивідуальних параметрів, вагомість яких визначена шляхом ранжування за методом Фішберна

усереднених власних значень цих показників за головними компонентами, що пояснюють понад 70 % загальної варіації факторів.

2. Аналіз динаміки розрахованих інтегральних показників рівня цифрової інклюзії населення для 11 європейських країн за 2006–2020 рр. дозволило виявити, що у більшості країн розвиток цифрової інклюзії є поступальним, оскільки, як правило, мінімальне значення розрахованого показника прало на початок періоду аналізу, а максимальне – на кінець. Встановлено, що найвищий рівень цифрової інклюзії населення мають Польща, Чехія, Україна та Словаччина, тоді як меншим серед країн вибірки рівнем цифрової інклюзії населення характеризуються Хорватія, Естонія, Латвія і Литва, а мінімальним – Словенія.

3. На основі тесту Хаусмана встановлено, що для ідентифікації впливу цифрової інклюзії населення та інформаційну безпеку держави доцільно використати регресійну модель на панельних даних з фіксованими ефектами, що свідчить про важливість специфіки соціально-економічного розвитку країни при визначенні зв'язку між показниками. За результатами регресійного моделювання, проведеного для 11 європейських країн за 2006–2020 рр., встановлено, що зростання індексу цифрової інклюзії населення на 1 од призводить до збільшення інтегрального показника інформаційної безпеки держави на 92,908 од. з 99 % довірчою ймовірністю.

4. У контексті визначення впливу інформаційної безпеки держави та зростання рівня цифрової інклюзії населення з використанням тесту Хаусмана встановлено, що більш ефективною є регресійна модель на панельних даних з випадковими ефектами, тобто при визначенні взаємозв'язку між факторами у цьому напрямку, специфіка соціально-економічного розвитку країни не справляє релевантного впливу на результати моделювання. Результати регресійного моделювання, апробовані на даних для 11 європейських країн за 2006–2020 рр., засвідчили, що зростання рівня інформаційної безпеки держави на 1 од. призводить до збільшення рівня цифрової інклюзії населення на 0,4632 од. з 99% довірчою ймовірністю.

5. Встановлено, що основними перешкодами на шляху для зростання рівня цифрової інклюзії населення є відсутність чи недостатність покриття мережі допоміжної інфраструктури, недоступність цифрових технологій для людей з низьким рівнем доходів, низький рівень адаптивності цифрових технологій для потреб людей з обмеженими можливостями, низький рівень цифрової грамотності серед вразливих категорій населення, мовні бар'єри та ін. Для вирішення означених проблемних аспектів запропоновано комплекс заходів, що охоплюють заходи з розбудови інституційного забезпечення розвитку цифрових технологій, усунення проблем з цифровою грамотністю через сукупність інструментів у сфері освіти дорослих, реформування нормативно-правового забезпечення, створення ініціатив фінансової та організаційної підтримки цифрової інклюзії малозабезпечених верств населення, інтенсифікації просвітницької кампанії щодо переваг цифрової залученості та перманентний моніторинг ефективності зазначених регуляторних інтервенцій на основі опитування різних категорій населення.

Основні положення другого розділу дисертації опубліковано автором у роботах [43, 44, 46, 47, 114].

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукової проблеми, що виявляється розвитку існуючих та формуванні нових науково-методичних підходів до дослідження впливу цифровізації суспільства та освіти на забезпечення соціально-економічних трансформацій. За результатами дослідження зроблено такі висновки:

За результатами розділу зроблено наступні висновки:

1. За результатами бібліометричного аналізу щодо цифровізації суспільства, здійсненого на основі аналізу понад 30 тис. наукових публікацій у виданнях, що індексуються наукометричною базою Scopus, виявлено існування п'яти контекстуальних кластерів наукових досліджень, спрямованих на вивчення: трансформації суспільства під впливом проникнення цифрових технологій у повсякденне життя; особливостей трансформації виробничих процесів та досліджень під впливом цифровізації; впливу цифровізації на різні за віком та статтю категорії населення; нових методів діагностики для підвищення ефективності медицини; космосу. Бібліометричне дослідження публікацій у виданнях, що індексуються наукометричною базою Scopus, щодо питань цифровізації освіти, у свою чергу, дозволило виокремити сім контекстуальних блоків, які зосереджені на дослідженні питань запровадження цифрових методів навчання, перспектив цифрової освіти для різних категорій населення, цифровізації медичної освіти, цифровізації шкільної освіти, психологічних наслідків цифровізації освіти, впливу пандемії на цифровізацію освіти, розвитку цифрових навичок викладачів.

2. Обґрунтовано, що цифровізація освіти та суспільства є складним та багатоаспектним процесом, кількісне оцінювання якого неможливо здійснити на основі аналізу динаміки одного індикатора, а тому для цієї мети було початково відібрано 19 індивідуальних показників, що характеризують різні

перспективи цього явища, 4 з яких було еліміновано на основі результатів ітерації тесту альфа Кронбаха через їх негативний вплив на внутрішню узгодженість. За результатами апробації для 24 європейських країн композитної моделі оцінювання рівня цифровізації освіти та суспільства, реалізованої на основі інтегрування 15 індивідуальних індикаторів на основі адитивно-мультиплікативної згортки з використанням вагових коефіцієнтів, визначених за методом головних компонент, встановлено, що у 2020 році максимальний рівень цифровізації було зафіксовано в Ісландії, а мінімальний – в Італії. У середньому по країнах вибірки рівень цифровізації освіти та суспільства складає близько 30 % від еталонного значення показника.

3. Встановлено, що рівень цифровізації суспільства можна кількісно охарактеризувати через такі показники як електронні продажі підприємств, використання населенням мережі Інтернет для різних операцій, веб-сайти підприємств. Для визначення наслідків цифровізації суспільства на композитні та часткові параметри економічного і соціального розвитку побудовано сукупність моделей з використанням тесту Бройша-Пагана та регресійного моделювання за методом найменших квадратів. За результатами моделювання для 29 європейських країн за період 2012–2020 років встановлено, що позитивними цифровими детермінантами соціального розвитку країн вибірки є розвиток електронної торгівлі, цифровізація життя населення, використання цифрових технологій найманими працівниками. Разом з цим, емпірично підтверджено, що цифровізація суспільства не є значущим релевантним фактором забезпечення позитивних економічних трансформацій. Разом з тим, частково позитивні економічні наслідки підвищення рівня цифровізації суспільства реалізуються через зростання відкритості економіки, приріст доданої вартості в промисловості, покращення платіжного балансу, зростання нагромадження капіталу, відкриття нового бізнесу.

4. Дослідження трендів цікавості користувачів пошукової системи Google до питань цифровізації освіти на основі запитів за такими словами /

словосполученнями як освіта (education), вища освіта (higher education), дистанційне навчання (distance learning), онлайн навчання (online learning), електронне навчання (e-learning), змішане навчання (hybrid learning), гейміфікація навчання (gamification learning) у період з 30.08.2020 р. по 30.08.2023 р. засвідчило існування певних циклічних закономірностей, а саме: найвищою інтенсивністю цікавості користувачів до різних перспектив цифровізації освіти була у період активної фази вступної кампанії до закладів вищої освіти, а найменшою – у період новорічних канікул. Серед вітчизняних особливостей цікавості користувачів до зазначених питань, що трансформувалися у період після 24.02.2022 р. можна відмітити зростання асинхронності трендів інтенсивності пошукових запитів серед вітчизняних та світових користувачів, а також аномальне падіння цікавості українців до питань цифровізації освіти протягом перших кількох тижнів повномасштабного вторгнення. Географічна перспектива трендового аналізу дозволила виявити, що більша кількість пошукових запитів користувачів Google з питань цифровізації освіти зафіксована серед користувачів з північно-західних областей України, а найменша – зі східних та південно-східних регіонів України. Світовими лідерами за кількістю запитів з питань цифровізації освіти протягом 30.08.2020–30.08.2023 рр. виявилися Гана, Замбія, Шрі-Ланка, Філіппіни, Малайзія та ін.

5. Результати нейромережевого моделювання щодо визначення впливу цифровізації соціально-економічних відносин на розриви між попитом та пропозицією на ринку праці, що отримано на основі вітчизняних аналітичних даних за 2010-2020 рр., підтвердили існування релевантного взаємозв'язку між досліджуваними показниками. Прогнозування зміни цього розриву на середньострокову перспективу (2021–2025 рр.) дозволяє підсумувати, що цифровізація стимулює попит на такі групи професій як «законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі)», «професіонали» та «фахівці», знижує – за такими категоріями професій як «технічні службовці», «кваліфіковані робітники з інструментом», «робітники з обслуговування,

експлуатації та контролювання за роботою технологічного устаткування, складання устаткування та машин», «найпростіші професії», а найбільш критичною буде ситуація за категорією працівників «кваліфіковані робітники сільського та лісового господарств, риборозведення та рибальства». Майже не зміниться ситуація на ринку праці для працівників сфери торгівлі та послуг.

6. Цифрові трансформації впливають не лише на збалансованість попиту та пропозиції на ринку праці, а й визначають трансформацію освітньої парадигми для підготовки фахівців різних категорій професій. Цифровізація вимагає кардинальної перебудови системи освіти за рахунок змін в освітньому процесі, інфраструктурному та матеріально-технічному забезпеченні закладів освіти, актуалізації напрямків наукових досліджень та імплементації інноваційних підходів до управління та маркетингової політики освітніх установ. Усі ці трансформаційні процеси у перспективі покликані забезпечити низку позитивних ефектів як для провайдерів, так і для отримувачів освітніх послуг. Однак, процес цифрових трансформацій системи освіти також супроводжується і певними ризиками та викликами для усіх учасників освітнього процесу. Найважливішими векторами цифрової модернізації освіти є необхідність розбудови цифрової інфраструктури, підвищення рівня цифрових компетентностей викладачів, актуалізація змісту навчальних програм з урахуванням трендів цифровізації соціально-економічних відносин, експансія цифрових сервісів в освітньому процесі, запровадження систем цифрового оцінювання тощо.

7. На основі практичної апробації для 11 європейських країн за 2006–2020 рр. науково-методичного підходу, що передбачає оцінювання рівня цифрової інклюзії населення на основі інтегрування з використанням методу головних компонент, формули Фішберна та ранжування 8 індивідуальних показників, що характеризують наявність Інтернет-з'єднання (широкосмугового чи мобільного), його швидкість, забезпеченість комп'ютерною технікою та ін., встановлено, що станом на кінець 2020 року найвищий рівень цифрової інклюзії населення зафіксовано у таких країнах як

Польща, Чехія, Україна та Словаччина, тоді як меншим серед країн вибірки рівнем цифрової інклюзії населення характеризувалися Хорватія, Естонія, Латвія і Литва, а мінімальним – Словенія.

8. Результати регресійного моделювання на панельних даних (модель з фіксованими ефектами) щодо виявлення впливу цифрової інклюзії населення на інформаційну безпеку держави, проведеного для 11 європейських країн за 2006–2020 рр., підтвердили збільшення інтегрального показника інформаційної безпеки держави на 92,908 од. у відповідь на зростання індексу цифрової інклюзії населення на 1 од. Натомість, результати формалізації впливу інформаційної безпеки держави на рівень цифрової інклюзії населення, що отримані на основі регресійного моделювання на панельних даних з випадковими ефектами, засвідчили збільшення рівня цифрової інклюзії населення на 0,4632 од. у відповідь на зростання рівня інформаційної безпеки держави на 1 од. для цієї ж географічної вибірки і періоду спостереження.

9. Серед найбільш нагальних проблем, що вимагають вирішення у контексті зростання рівня цифрової інклюзії населення визначено наступні: недосконалість мережі допоміжної інфраструктури, недостатній рівень цифрової грамотності, недоступність цифрових технологій для людей з низьким рівнем доходів, незадовільний стан адаптивності цифрових платформ для потреб людей з обмеженими можливостями, мовні бар'єри та ін. Вирішенню означених проблем сприятиме розбудова інституційного середовища забезпечення цифрових технологій, елімінування прогалин цифрової грамотності через мережу центрів освіти дорослих, реформування нормативно-правового забезпечення, розроблення механізмів фінансової та організаційної підтримки цифрової інклюзії малозабезпечених верств населення, перманентне інформування населення щодо переваг цифрової залученості та моніторинг ефективності регуляторних інтервенцій на основі опитування різних категорій населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. A global review of selected digital inclusion policies. Key findings and policy requirements for greater digital equality of children. URL: <https://www.unicef.org/globalinsight/media/3076/file/UNICEF-Innocenti-Digital-Inclusion-Global-Policy-Review-2023.pdf>
2. Andersen A. N., Motzfeldt H. M. Different aspects of transparency in digital government: The Danish case. In T. Kaya (Ed.), *Proceedings of the 19th European Conference on Digital Government, ECDG 2019*. Academic Conferences Limited. Proceedings of the European Conference on e-Government, ECEG Vol. 2019-October, pp. 81-88
3. Annus N., Takacs O., Stempelova I., Danca D. Z and alpha generation teaching methods: digitalization of learning material, *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*. 2023. Vol. 7(4). P. 224-229.
4. Aretio L.G. COVID-19 and digital distance education: pre-confinement, confinement and post-confinement | COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento. *RIED-Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia*. 2021. Vol. 24(1). P. 09–32.
5. Balakrishnan V., Shuib N.L.M. Drivers and inhibitors for digital payment adoption using the Cashless Society Readiness-Adoption model in Malaysia. *Technology in Society*. 2021. Vol. 65, 101554.
6. Balkin J.M. Digital speech and democratic culture: A theory of freedom of expression for the information society. *New York University Law Review*. 2004. Vol. 79(1). P. 1-58.
7. Barriers to Digital Inclusion. URL: <https://ctu.ieee.org/barriers-to-digital-inclusion/>

8. Bejinaru R. Impact of Digitalization on Education in the Knowledge Economy. *Management Dynamics in the Knowledge Economy*. 2019. №.7 (3). P. 367–380.
9. Berger T., Frey C. B. Digitalization, jobs, and convergence in Europe: strategies for closing the skills gap. Oxford, UK: Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises, 2016. URL: https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/SCALE_Digitalisation_Final.pdf.
10. Bilan Y.; Oliinyk O.; Mishchuk H.; Skare M. Impact of information and communications technology on the development and use of knowledge. *Technological Forecasting and Social Change*. 2023. 191. 122519. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122519>
11. Borowiecki R., Siuta-tokarska B., Maroń J., ...Thier A., Żmija K. Developing digital economy and society in the light of the issue of digital convergence of the markets in the european union countries. *Energies*. 2021. Vol. 14(9), 2717.
12. Büchi M., Just N., Latzer M. Modeling the second-level digital divide: A five-country study of social differences in Internet use. *New Media and Society*. 2016. № 18(11). P. 2703–2722.
13. Bygstad B., Øvrelid E., Ludvigsen S., Dæhlen M. From dual digitalization to digital learning space: Exploring the digital transformation of higher education. *Computers and Education*. 2022. Vol. 182, 104463.
14. Civil Society & Think Tank Forum I. Digitalization in Public Services: Enhancing Transparency, Securing Data Protection. URL: https://wb-csf.eu/docs/CSF_Paper_WG-I.pdf.
15. Crawford J., Butler-Henderson K., Rudolph J., ...Magni P.A., Lam S. COVID-19: 20 countries' higher education intra-period digital pedagogy responses. *Journal of Applied Learning and Teaching*. 2020. Vol. 3(1). P. 09–28. DOI:10.37074/jalt.2020.3.1.7.
16. Decuypere M., Grimaldi E., Landri P. Introduction: Critical studies of

digital education platforms. *Critical Studies in Education*. 2021. Vol. 62(1). P. 1–16.

17. Digital Economy and Society Database. *Eurostat*. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/database?p_p_id=NavTreeportletprod_WAR_NavTreeportletprod_INSTANCE_pgrsK5zx6I84&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view.

18. Digital Economy Report. Cross-border data flows and development: For whom the data flow. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/der2021_en.pdf

19. Digital Inclusion Benchmark 2023 (2023). URL: <https://assets.worldbenchmarkingalliance.org/app/uploads/2023/04/Digital-Inclusion-Benchmark-2023-insights-report.pdf>

20. Digital Transformation in Higher Education. Navitas Ventures. – URL: <https://www.navitasventures.com/wp-content/uploads/2017/08/HE-Digital-Transformation-NavitasVentures-EN.pdf>

21. Digitization and transparency — transforming the future of corporate governance? URL: <https://static1.squarespace.com/static/5937f2ce29687ff200b83fc0/t/5b211a556d2a732939df232d/1528896090844/Transparency.pdf>

22. Division of Innovations to Serve the Citizen of the IDB. Good digitalization does not happen on its own: it requires good human decisions. URL: <https://blogs.iadb.org/administracion-publica/en/good-digitalization-does-not-happen-on-its-own-it-requires-good-human-decisions/>

23. E-commerce and Digital Economy Programme Year in Review 2022. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/dtlecdeinf2023d1_en.pdf

24. Ferro E., Helbig N.C., Gil-Garcia J.R. The role of IT literacy in defining digital divide policy needs. *Government Information Quarterly*. 2013. 28(1). P. 3–10.

25. Fraggetta F., L'imperio V., Ameisen D., ...Zerbe N., Eloy C. Best practice recommendations for the implementation of a digital pathology workflow

in the anatomic pathology laboratory by the european society of digital and integrative pathology (ESDIP). *Diagnostics*. 2021. Vol. 11(11), 2167.

26. Gandini A. The reputation economy: Understanding knowledge work in digital society (Book). *The Reputation Economy: Understanding Knowledge Work in Digital Society*. 2016. P. 1-131.

27. Garafonova O., Gruzina I., Kozyrieva O., Marhasova V., Pishchenko O., & Tarasiuk H. Strategic perspectives of functioning of Ukrainian organizations in the conditions of eurointegration and globalization of the digital economy. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2023. № 1(48). P. 298–311. DOI: <https://doi.org/10.55643/fcaptp.1.48.2023.3957>

28. García-Peñalvo F.J. Avoiding the dark side of digital transformation in teaching. an institutional reference framework for eLearning in higher education. *Sustainability (Switzerland)*. 2021. Vol. 13(4). P. 1–17.

29. Gonçalves M.A., Fox E.A., Watson L.T., Kipp N.A. Streams, structures, spaces, scenarios, societies (5S): A formal model for digital libraries. *ACM Transactions on Information Systems*. 2004. Vol. 22(2). P. 270-312.

30. Google Trends. URL: <https://trends.google.com/trends/?hl=ru>

31. Gros B. Digital games in education: Me design of games-based learning environments. *Journal of Research on Technology in Education*. 2007. Vol. 40(1). P. 23–38. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ826060.pdf>.

32. Haleem A., Javaid M., Qadri M.A., Suman R. Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*. 2022. Vol. 3. P. 275–285.

33. Hamblen J.W. Education: Expenditures, sources of funds, and utilization of digital computers for research and instruction in higher education: 1964-65 with projections for 1968-69. *Communications of the ACM*. 1968. Vol. 11(4). P. 257–262.

34. Hatlevik O.E., Christophersen K.-A. Digital competence at the beginning of upper secondary school: Identifying factors explaining digital inclusion. *Computers and Education*. 2013. 63. P. 240–247.

35. Hill R., Beynon-Davies P., Williams M.D. Older people and internet engagement: Acknowledging social moderators of internet adoption, access and use. *Information Technology and People*. 2008. 21(3), P. 244–266.
36. Huang Y., Qiu H., Wang J. Digital Technology and Economic Impacts of COVID19: Experiences of the People’s Republic of China. ADBI Working Paper 1276. 2021. Tokyo: Asian Development Bank Institute. URL: <https://www.adb.org/publications/digital-technologyeconomic-impacts-covid-19-experiences-prc>
37. Iivari N., Sharma S., Ventä-Olkkonen L. Digital transformation of everyday life – How COVID-19 pandemic transformed the basic education of the young generation and why information management research should care? *International Journal of Information Management*. 2020. Vol. 55, 102183. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102183>.
38. Iphofen R., Kritikos M. Regulating artificial intelligence and robotics: ethics by design in a digital society. *Contemporary Social Science*. 2021. Vol. 16(2). P. 170–184.
39. Jaeger P.T., Bertot J.C., Thompson K.M., Katz S.M., Decoster E.J. The Intersection of Public Policy and Public Access: Digital Divides, Digital Literacy, Digital Inclusion, and Public Libraries. *Public Library Quarterly*. 2012. 31(1). P. 1–20.
40. Joel A.E. Report on Communications Society workshop: Digital Switching in the Local Office- who needs it. *IEEE Communications Society Magazine*. 1977. Vol. 15(2). P. 19.
41. Jonak Ł, Rudnicka A, Włoch R. Digitalization of supply chain transparency: the case of ChainReact. In: Grzybowska K. et al., editors. Sustainable logistics and production in Industry 4.0. 2020. P. 89–102.
42. Kaplan A.M., Haenlein M. Higher education and the digital revolution: About MOOCs, SPOCs, social media, and the Cookie Monster. *Business Horizons*. 2016. Vol. 59(4). P. 441–450. DOI:10.1016/j.bushor.2016.03.008.

43. Kostetskyi P. Analysis of the internet activities as a proxy of digital inclusion. *Financial Markets, Institutions and Risks: Proceedings of the International Scientific and Practical Online-Conference*, Sumy, November 20-22, 2021 / edited by Prof., Dr. Vasilyeva Tetyana. – Sumy: Sumy State University, 2021. 76-78 <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/89080>
44. Kostetskyi P. Does Digitalization Lead to Better Transparency: Bibliometric Approach. *Business Ethics and Leadership*. 2021. 5(3). P. 102–107. DOI: [http://doi.org/10.21272/bel.5\(3\).102-107.2021](http://doi.org/10.21272/bel.5(3).102-107.2021) (0,44 друк. арк.).
45. Kostetskyi P. Mechanisms of digitalization of educational institutions. *Business Ethics and Leadership: Proceedings of the International Scientific and Practical Online-Conference*, Sumy, November 29-30, 2021 / edited by Prof., Dr. Vasilyeva Tetyana. – Sumy: Sumy State University, 2021. P. 92-93 <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/89079>
46. Kostetskyi P. Role of digital inclusion in ensuring of information security: bibliometric approach. *Socio-Economic Challenges: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, Sumy, March 22–23, 2021 / edited by Prof., Dr. Vasilyeva Tetyana. – Sumy: Sumy State University, 2021. P. 302-303 <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/85057>
47. Kostetskyi P. Theoretical basis of understanding the essence of digital inclusion. *Socio-Economic Challenges: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, Sumy, November 14–15, 2022 / edited by Prof., Dr. Vasilyeva Tetyana. – Sumy: Sumy State University, 2022. P. 191-192 <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/90224>
48. Kuzior A., Didenko I., Vorontsova A., Lyeonov S., & Brożek P. Managing Educational Determinants of Financial Inclusion as a Key Factor of Sustainable Development: Logit-Probit Modeling. *Polish Journal of Management Studies*. 2022. № 26(2). P. 265–279. DOI: <https://doi.org/10.17512/pjms.2022.26.2.16>
49. Kuzior A., Krawczyk D., Onopriienko K., Petrushenko Y., Onopriienko I., & Onopriienko V. Lifelong Learning as a Factor in the Country's

Competitiveness and Innovative Potential within the Framework of Sustainable Development. *Sustainability*. 2023. 15(13). 9968. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/su15139968>

50. Kyaw B.M., Saxena, N., Posadzki P., ...Zary N., Car L.T. Virtual reality for health professions education: Systematic review and meta-analysis by the digital health education collaboration. *Journal of Medical Internet Research*. 2019. Vol. 21(1). e12959. DOI: 10.2196/12959.

51. Lin W. Digital Reform of The Education Industry in The Post-Epidemic Era. *International Journal of Management and Education in Human Development*. 2022. Vol. 01(02). P. 233–237.

52. Livingstone S., Helsper E. Gradations in digital inclusion: Children, young people and the digital divide. *New Media and Society*. 2007. 9(4), P. 671–696.

53. Livingstone S., Ólafsson K., Helsper E.J., (...), Veltri G.A., Folkvord F. Maximizing Opportunities and Minimizing Risks for Children Online: The Role of Digital Skills in Emerging Strategies of Parental Mediation. *Journal of Communication*. 2017. 67(1). P. 82–105.

54. Lupton D. M-health and health promotion: The digital cyborg and surveillance society. *Social Theory and Health*. 2012. Vol. 10(3). P. 229-244.

55. Mansell R. From Digital Divides to Digital Entitlements in Knowledge Societies. *Current Sociology*. 2002. Vol. 50(3). P. 407-426.

56. Marhasova V., Kholiavko N., Popelo O., Krylov D., Zhavoronok A., Biliaze O. The Impact of Digitalization on the Sustainable Development of Ukraine: COVID-19 and War Challenges for Higher Education. *Revista de la Universidad del Zulia*. 2023. № 14 (40). P. 422–439. DOI: <https://doi.org/10.46925//rdluz.40.24>

57. McCarthy A. M., Maor D., McConney A., Cavanaugh C. Digital transformation in education: Critical components for leaders of system change. *Social Sciences & Humanities Open*. 2023. Vol. 8. P. 1-15.

58. Mihailidis P. Digital curation and digital literacy: Evaluating the role of curation in developing critical literacies for participation in digital culture. *E-*

Learning and Digital Media. 2015. № 12(5-6). P. 443–458. DOI: <https://doi.org/10.1177/2042753016631868>

59. Mihailidis P., Viotty S. Spreadable Spectacle in Digital Culture: Civic Expression, Fake News, and the Role of Media Literacies in “Post-Fact” Society. *American Behavioral Scientist*. 2017. Vol. 61(4). P. 441-454.

60. Murillo-Zamorano L.R., López Sánchez J.Á., Godoy-Caballero A.L., Bueno Muñoz C. Gamification and active learning in higher education: is it possible to match digital society, academia and students' interests? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2021. Vol. 18(1). P. 15.

61. Nguyen M.H. Managing Social Media Use in an “Always-On” Society: Exploring Digital Wellbeing Strategies That People Use to Disconnect. *Mass Communication and Society*. 2021. Vol. 24(6). P. 795–817.

62. Núñez-Canal M., de Obesso M.D.L.M., Pérez-Rivero C.A. New challenges in higher education: A study of the digital competence of educators in Covid times. *Technological Forecasting and Social Change*. 2022. Vol. 174, 121270.

63. Nuwer M. Assessment of digital EEG, quantitative EEG, and EEG brain mapping: Report of the American Academy of Neurology and the American Clinical Neurophysiology Society. *Neurology*. 1997. Vol. 49(1). P. 277-292.

64. Onopriienko K., Petrushenko Y., Duranowski W., & Artyukhov A. Digitalization of adult education in the context of human capital development. *Bulletin of the Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University. Economic Sciences*. 2021. № 1. P. 49–56. DOI: <https://doi.org/10.31651/2076-5843-2021-1-49-56>

65. Papastergiou M. Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers and Education*. 2009. Vol. 52(1). P. 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.004>.

66. Pappas I.O., Mikalef P., Giannakos M.N., Krogstie J., Lekakos G. Big data and business analytics ecosystems: paving the way towards digital

transformation and sustainable societies. *Information Systems and e-Business Management*. 2018. Vol. 16(3). P. 479-491.

67. Polianovskyi H., Zatonatska T., Dluhopolskyi O., & Liutyi I. Digital and Technological Support of Distance Learning at Universities under COVID-19 (Case of Ukraine). *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*. 2021. № 13(4). P. 595–613. DOI: <https://doi.org/10.18662/rrem/13.4/500>

68. Progress made in the implementation of and follow-up to the outcomes of the World Summit on the Information Society at the regional and international levels. URL: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G23/006/50/PDF/G2300650.pdf?OpenElement>

69. Roshchin I., Pikus R., Zozulia N., Marhasova V., Kaplinskiy V., & Volkova N. Knowledge Management Trends in the Digital Economy Age. *Postmodern Openings*. 2022. № 13(3). P. 346–3457. DOI: <https://doi.org/10.18662/po/13.3/493>

70. Salemink K., Strijker D., Bosworth G. Rural development in the digital age: A systematic literature review on unequal ICT availability, adoption, and use in rural areas. *Journal of Rural Studies*. 2017. 54. P. 360–371.

71. Salerni G., Terán T., Puig S., (...), Argenziano G., Kittler H. Meta-analysis of digital dermoscopy follow-up of melanocytic skin lesions: A study on behalf of the International Dermoscopy Society. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*. 2013. Vol. 27(7). P. 805-814.

72. Samoilovych A., Garafonova O., Popelo O., Marhasova V., & Lazarenko Y. World experience and ukrainian realities of digital transformation of regions in the context of the information economy development. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2021. № 3(38). P. 316–325. DOI: <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v3i38.237462>

73. Scherer R., Siddiq F., Tondeur J. The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers and Education*. 2019. Vol. 128. P. 13–35. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.009>.

74. Scopus. URL: <https://www.scopus.com/>
75. Secundo G., Mele G., Vecchio P.D., ...Margherita A., Ndou V. Threat or opportunity? A case study of digital-enabled redesign of entrepreneurship education in the COVID-19 emergency. *Technological Forecasting and Social Change*. 2021. Vol. 166, 120565.
76. Sokolovska A., Rainova L. and Zatonatska T. Loan and Grant Support for Students in the Context of the Diversification of Funding Sources for Higher Education. *Ekonomika*. 2019. № 98(1). P. 111–123. DOI: <https://doi.org/10.15388/Ekon.2019.1.7>
77. Soldani D., Manzalini A. Horizon 2020 and beyond: On the 5G operating system for a true digital society. *IEEE Vehicular Technology Magazine*. 2015. Vol. 10(1), 7047266. P. 32-42.
78. Tarhini A., Harfouche A., De Marco M. Artificial Intelligence-Based Digital Transformation for Sustainable Societies: The Prevailing Effect of COVID-19 Crises. *Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems*. 2022. Vol. 14(2), 1.
79. Teaching and Learning International Survey. *OECD*. URL: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=TALIS_IND.
80. The State of Broadband 2020: Tackling Digital Inequalities - Broadband Commission. URL: <https://www.broadbandcommission.org/publication/the-state-of-broadband-2020/>
81. Tsai H.-Y.S., Shillair R., Cotten S.R., Winstead V., Yost E. Getting Grandma Online: Are Tablets the Answer for Increasing Digital Inclusion for Older Adults in the U.S.? *Educational Gerontology*. 2015. 41(10). P. 695–709.
82. UNSDG | Policy Brief: Education during COVID-19 and beyond. *United Nations Sustainable Development Group*. URL: <https://unsdg.un.org/resources/policy-brief-education-during-covid-19-and-beyond>

83. Van Veldhoven Z, Vanthienen J. Digital transformation as an interaction-driven perspective between business, society, and technology. *Electronic Markets*. 2022 № 32(2). P. 629–644. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00464-5>

84. Van Veldhoven Z., Vanthienen J. Digital transformation as an interaction-driven perspective between business, society, and technology. *Electronic Markets*. 2022. Vol. 32(2). P. 629–644.

85. Van Veldhoven, Z.; Vanthienen, J. Designing a comprehensive understanding of digital transformation and its impact. In Proceedings of the 32nd Bled eConference: Humanizing Technology for a Sustainable Society, Bled, Slovenia, 16–19 June 2019; pp. 745–763.

86. Varma N., Cygankiewicz I., Turakhia M.P., ...Steinberg J.S., Svennberg E. 2021 ISHNE/HRS/EHRA/APHRS Expert Collaborative Statement on mHealth in Arrhythmia Management: Digital Medical Tools for Heart Rhythm Professionals: From the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*. 2021. Vol. 14(2), E009204.

87. Vorontsova A., Shvindina H., Mayboroda T., Mishenina H., & Heiets I. The impact of state regulation in a sphere of education on sustainable development of national economy. *Problems and Perspectives in Management*. 2020. № 18(4). P. 275–288. DOI: [https://doi.org/10.21511/ppm.18\(4\).2020.23](https://doi.org/10.21511/ppm.18(4).2020.23)

88. Vorontsova A., Vasylieva T., Bilan Y., Ostasz G., Mayboroda T. The influence of state regulation of education for achieving the sustainable development goals: Case study of central and eastern European countries. *Administratie Si Management Public*. 2020. № 34. P. 6–26. DOI: <https://doi.org/10.24818/amp/2020.34-01>

89. VOSviewer. URL: <https://www.vosviewer.com/>

90. What Is Digital Inclusion? The Global Effort to Bring Everyone Online. URL: <https://ctu.ieee.org/what-is-digital-inclusion-the-global-effort-to-bring-everyone-online/>

91. Wiig A. The empty rhetoric of the smart city: from digital inclusion to economic promotion in Philadelphia. *Urban Geography*. 2013. 37(4). P. 535–553.

92. Williamson B. Digital education governance: data visualization, predictive analytics, and ‘real-time’ policy instruments. *Journal of Education Policy*. 2016. Vol. 31(2). P. 123–141. <https://doi.org/10.1080/02680939.2015.1035758>.

93. Williamson B. Making markets through digital platforms: Pearson, edu-business, and the (e)valuation of higher education. *Critical Studies in Education*. 2021. Vol. 62(1). P. 50–66.

94. Williamson B., Eynon R., Potter J. Pandemic politics, pedagogies and practices: digital technologies and distance education during the coronavirus emergency. *Learning, Media and Technology*. 2020. Vol. 45(2). P. 107–114. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1761641>.

95. Wood B.R., Young J.D., Abdel-Massih R.C., ...Siddiqui J., Scott J.D. Advancing Digital Health Equity: A Policy Paper of the Infectious Diseases Society of America and the HIV Medicine Association. *Clinical Infectious Diseases*. 2021. Vol. 72(6). P. 913–919.

96. World Bank DataBank. URL: <https://databank.worldbank.org/home.aspx>

97. World Development Indicators. The World Bank : website. URL: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.

98. Yarovenko H., Bilan Y., Lyeonov S., Mentel G. Methodology for assessing the risk associated with information and knowledge loss management. *Journal of Business Economics and Management*. 2021. 22(2). P. 369-387. DOI: <https://doi.org/10.3846/jbem.2021.13925>.

99. Zatonatska T. H., Rozhko O. D., Lyutyty I. O., Tkachenko N. V., & Anisimova O. Y. Global Practices of Higher Education Financing: Approaches and Models. *Khazar journal of humanities and social sciences*. 2019. № 22(4). P. 95–112. DOI: <https://doi.org/10.5782/2223-2621.2019.22.4.95>

100. Zatonatska T., Wolowiec T., Anisimova O. Distance learning: models and prospects. *Educational Analytics of Ukraine*. 2020. № 1(8). P. 88–103. DOI: <https://doi.org/10.32987/2617-8532-2020-1-88-103>
101. Zawacki-Richter O. The current state and impact of Covid-19 on digital higher education in Germany. *Human Behavior and Emerging Technologies*. 2021. Vol. 3(1). P. 218–226.
102. Zhao Y., Pinto Llorente A.M., Sánchez Gómez M.C. Digital competence in higher education research: A systematic literature review. *Computers and Education*. 2021. Vol. 168, 104212.
103. Zuckerman O., Arida S., Resnick M. Extending tangible interfaces for education: Digital montessori-inspired manipulatives. *Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings*. 2005. P. 859–868. DOI:10.1145/1054972.1055093.
104. Антонюк Д. С., Вакалюк Т. А. Зарубіжний досвід використання цифрових освітніх ресурсів у вищій школі. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2021. № 74, Т. 2. С. 75-78.
105. Бабаєв В.М., Стадник Г.В., Момот Т.В. Цифрова трансформація в сфері вищої освіти в умовах глобалізації. *Комунальне господарство міст. Економічні науки*. 2019. № 2. С. 2–9.
106. Барвінок В.Ю., Воронцова А.С., Петрушенко Ю.М. Побудова теоретичної моделі формування та перерозподілу компетенцій в системі «освіта» – «ринок праці» та трансферу знань. *Вісник СумДУ. Серія «Економіка»*. 2022. № 4. С. 168–176. DOI: <https://doi.org/10.21272/1817-9215.2022.4-18>
107. Барвінок В.Ю., Воронцова А.С., Петрушенко Ю.М. Теоретичний аналіз виявлення детермінант попиту та пропозиції на вищу освіту. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Економіка і менеджмент»*. 2021. Вип. 1 (87). С. 3–9.
108. Бескорса О., Гаврілова Л., Ішутіна О. Європейський досвід підготовки майбутніх учителів англійської мови початкової школи в умовах

цифровізації освіти. *Перспективи та інновації науки*. 2021. № 5 (5). С. 153–171. URL : <http://perspectives.pp.ua/index.php/pis/article/view/739/741>

109. Бескорса О.С. Система Moodle як засіб організації змішаного навчання практичної фонетики німецької мови. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. 62 (6). С. 86–97. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1832/1282>

110. Биков В. Ю., Олійник В. В. Інформаційні мережі відкритого навчального середовища. *Післядипломна освіта в Україні*. 2008. №1. С. 54-63.

111. Биков В. Ю., Пінчук О. П., Лупаренко Л. А. «Українська електронна енциклопедія освіти» як один з проєктів підтримки освітнього процесу. *Українська енциклопедистика як складник інформаційного спротиву : колективна монографія*. Київ : Державна наукова установа «Енциклопедичне видавництво», 2022. С. 132-144.

112. Биков В.Ю. Інновації в організації досліджень та розробок у галузі інформаційно-комунікаційних технологій в освіті у світлі викликів ХХІ сторіччя. *Актуальні проблеми психології: Збірник наукових праць Інституту психології імені Г.С. Костюка НАПН України*. 2019. Том. VIII: Психологічна теорія і технологія навчання. Вип. 10. С. 55-74.

113. Буйницька О., Варченко-Троценко Л., Грицеляк Б. Цифровізація закладу вищої освіти. *Освітологічний дискурс*. 2020. № 1. С. 64–79.

114. Васильєва Т. А., Костецький П. В. Механізми підвищення цифрової інклюзії населення для забезпечення інформаційної безпеки держави. *Науковий журнал «Економіка і регіон»*. 2023. 3(90). С. 139–145. DOI: [https://doi.org/10.26906/EiR.2023.3\(90\).3040](https://doi.org/10.26906/EiR.2023.3(90).3040)

115. Васильєва Т.А., Дерев'янку Ю.М., Лукаш О.А., Матющенко М.М. Освітня екосистема як сучасна модель удосконалення взаємовідносин у системі “освіта” – “ринок праці”. *Вісник СумДУ*. 2022. № 4. С. 205–212 DOI: <https://doi.org/10.21272/1817-9215.2022.4-21>

116. Гуревич Р. С., Дідух Л. І. Використання Інтернет-технологій у підготовці фахівців: аспект навчання в мережевих спільнотах. *Науковий*

часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2 : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць. 2015. Вип. 16 (23). С. 8-12.

117. Гуревич Р., Коношевський Л., Опушко Н. Цифровізація освіти сучасного суспільства: проблеми, досвід, перспективи. *Освітологічний дискурс. 2022. № 3-4(38-39). С. 22–46. <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2022.342>*

118. Костецький П. В., Іванцов С. В. Цифровізація освіти: бібліометричний аналіз сучасних досліджень. *Академічні візії. 2023. Вип. 18. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10252335>*

119. Костецький П. Цифровізація навчального процесу: переваги та недоліки. Економічні проблеми сталого розвитку: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції студентів та молодих вчених імені професора Балацького О. Ф. «Економічні проблеми сталого розвитку» / за заг. ред.: Т. А. Васильєвої, І. В. Тютюнник – Суми : Сумський державний університет, 2021. С. 284-286 <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/89026>

120. Костецький П., Іванцов С. Визначення географічних паттернів цифровізації освіти: трендовий аналіз. *Економіка та суспільство. 2023. № 56. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-165>*

121. Костецький П., Іванцов С. Цифровізація суспільства: сучасні тренди та перспективи розвитку наукових досліджень. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. Серія економічна. Серія юридична. 2023. Вип. 36. С. 496–504. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10252303>*

122. Костецький П.В., Куценко В.І. Тенденції цифровізації освіти у воєнний період: трендовий аналіз. *Актуальні проблеми економіки. 2023. № 9 (267). С. 31–39. DOI: <https://www.doi.org/10.32752/1993-6788-2023-1-267-31-39>*

123. Костецький П.В., Куценко В.І. Трансформація системи освіти в умовах цифровізації економіки та суспільства. *Вісник Хмельницького*

національного університету. 2021. 5(2). С. 314–318. DOI: [https://doi.org/10.31891/2307-5740-2021-298-5\(2\)-53](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2021-298-5(2)-53)

124. Кремень В. Г., Биков В. Ю., Ляшенко О. І., Литвинова С. Г., Луговий В. І., Мальований Ю. І., Пінчук О. П., Топузов О. М. Науково-методичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи. Науково-аналітична доповідь. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2022. 4(2), С. 1-49. <https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.4223>

125. Криклій О. А. Концепція цифрової інклюзії: сутність, фактори, елементи. *Економічні горизонти*. 2022. № 3(21). С. 62–71. [https://doi.org/10.31499/2616-5236.3\(21\).2022.263631](https://doi.org/10.31499/2616-5236.3(21).2022.263631)

126. Криклій О. А. Роль освіти у подоланні цифрових розривів та забезпеченні цифрової інклюзії. *Науковий погляд: економіка та управління*. 2021. №5 (75). С. 33–40.

127. Криклій О. А., Боженко В. В., Артюхов А. Є. Вплив цифрової інклюзії на інформаційну безпеку країни. *Науковий погляд: економіка та управління*. 2021. № 2 (72). С. 75–81.

128. Кучерак І. В. Цифровізація та її вплив на освітній простір у контексті формування ключових компетентностей. *Інноваційна педагогіка*. 2020. Вип. 22. Т. 2. С. 91–94.

129. Лукаш О. А., Дерев'янка Ю. М., Васильєва Т.А., Танащук М. С. Формування конкурентного середовища у освітньому просторі: роль освітніх провайдерів. *Механізм регулювання економіки*. 2022. № 3-4. С. 79–88 DOI: <https://doi.org/10.32782/mer.2022.97-98.08>

130. Маргасова В., Плото С. Перспективні напрями трансформації організаційної культури закладів вищої освіти. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. 2023. № 2(30). С. 7–19. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2022-2\(30\)-7-19](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2022-2(30)-7-19)

131. Маргасова В., Самойлович О. Роль цифрових технологій в організації ефективного функціонування маркетингової та логістичної систем

промислового підприємства. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. 2023. № 2(34). С. 26–37. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-2\(34\)-26-37](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-2(34)-26-37)

132. Міністерство цифрової трансформації України (2021). Українці найбільше довіряють програмі «Держава у смартфоні» та цифровізації — опитування «Рейтинг». URL: <https://thedigital.gov.ua/news/ukrainsi-naybilshe-doviryayut-programi-derzhava-u-smartfoni-ta-tsifrovizatsii-opituvannya-reyting>

133. Ніколаєску І. О. Професіоналізм викладача-андрагога як феномен інформаційноосвітнього простору закладів післядипломної освіти. *Професійна освіта: методологія, теорія та технології*. 2016. № 3. С. 151–164.

134. Ніколаєску І. О., Шинкарьова В. С. Цифровізація освіти як сучасна вимога інформаційного суспільства. *Перспективи та інновації науки. Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»*. 2022. № 2(7). С. 914–924.

135. Новіков В. В. Конвергенція освітніх та економічних трансформацій: безпекові виклики для національної економіки в умовах цифровізації : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.03. Суми, 2021. 257 с.

136. Рубльова Н. О. Цифрові напрями в освіті: дистанційне та онлайн-навчання – виклики сьогодення. *Педагогічний пошук*. 2023. № 1(117). С. 24-28.

137. Шахіна І., Подзигун О., Петрова А., Гордійчук Г. (2022). Цифровізація – як перспективний напрям розвитку сучасної системи освіти. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2022. Вип. 63. С. 65–77. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2022-63-65-77>

138. Швіндіна Г. О., Артюхов А. Є., Петрушенко Ю. М., Мотречко В. В., Півень Д. А. Пом'якшення феноменів «розтрати мізків» і «відтоку мізків» в Україні: конвергенція економічних та освітніх трансформацій. *Економіка і організація управління*. 2021. № 2(42). С. 46–53. DOI: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2021.2.5>

139. Щетініна Л. В., Рудакова С. Г., Данилевич Н. С.,
Монастирська Х. Р. Цифровізація навчального процесу: погляд студентів.
Бізнес Інформ. 2021. №2. С. 94–98.

ДОДАТКИ

Додаток А

Результати оцінювання впливу цифровізації суспільства на окремі параметри соціального та економічного розвитку

Таблиця А.1 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	0.203	0.041	5.01	0.000	0.123	0.282	***
Constant	27.392	1.342	20.41	0.000	24.762	30.022	***
Mean dependent var		31.363	SD dependent var		5.993		
Overall r-squared		0.000	Number of obs		261.000		
Chi-square		25.071	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.106	R-squared between		0.002		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.2 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	-0.045	0.009	-5.00	0.000	-0.063	-0.028	***
Constant	5.954	0.264	22.54	0.000	5.436	6.471	***
Mean dependent var		5.065	SD dependent var		1.280		
Overall r-squared		0.192	Number of obs		261.000		
Chi-square		25.045	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.166	R-squared between		0.352		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.3 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	-0.020	0.005	-3.92	0.000	-0.030	-0.010	***
Constant	5.314	0.320	16.62	0.000	4.687	5.940	***
Mean dependent var		4.923	SD dependent var		1.696		
Overall r-squared		0.101	Number of obs		261.000		
Chi-square		15.355	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.057	R-squared between		0.115		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.4 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	0.052	0.007	6.89	0.000	0.037	0.066	***
Constant	6.752	0.234	28.91	0.000	6.295	7.210	***
Mean dependent var							
		7.761	SD dependent var		1.256		
Overall r-squared		0.336	Number of obs		261.000		
Chi-square		47.452	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.138	R-squared between		0.381		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.5 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	-0.216	0.036	-5.99	0.000	-0.286	-0.145	***
Constant	6.513	0.886	7.35	0.000	4.777	8.249	***
Mean dependent var							
		2.294	SD dependent var		3.891		
Overall r-squared		0.248	Number of obs		261.000		
Chi-square		35.918	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.097	R-squared between		0.304		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.6 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	-0.345	0.040	-8.54	0.000	-0.424	-0.266	***
Constant	15.226	1.094	13.92	0.000	13.082	17.371	***
Mean dependent var							
		8.470	SD dependent var		4.769		
Overall r-squared		0.135	Number of obs		261.000		
Chi-square		72.854	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.235	R-squared between		0.114		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.7 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
ecom	0.084	0.008	10.63	0.000	0.068 0.099	***
Constant	78.218	0.497	157.41	0.000	77.244 79.192	***
Mean dependent var 79.860 SD dependent var 2.760						
Overall r-squared 0.181 Number of obs 261.000						
Chi-square 112.953 Prob > chi2 0.000						
R-squared within 0.320 R-squared between 0.187						
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.8 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
ecom	-0.001	0.002	-0.67	0.504	-0.004 0.002	
Constant	1.571	0.042	37.21	0.000	1.489 1.654	***
Mean dependent var 1.550 SD dependent var 0.185						
Overall r-squared 0.162 Number of obs 261.000						
Chi-square 0.447 Prob > chi2 0.504						
R-squared within 0.018 R-squared between 0.275						
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.9 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
ecom	-0.022	0.006	-3.38	0.001	-0.034 -0.009	***
Constant	6.482	0.269	24.09	0.000	5.954 7.009	***
Mean dependent var 6.059 SD dependent var 1.720						
Overall r-squared 0.396 Number of obs 261.000						
Chi-square 11.435 Prob > chi2 0.001						
R-squared within 0.086 R-squared between 0.533						
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.10 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
ecom	-0.337	0.030	-11.19	0.000	-0.396 -0.278	***
Constant	17.357	0.847	20.48	0.000	15.696 19.018	***
Mean dependent var						
		10.761	SD dependent var		4.358	
Overall r-squared		0.351	Number of obs		261.000	
Chi-square		125.212	Prob > chi2		0.000	
R-squared within		0.322	R-squared between		0.358	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.11 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
freq	0.191	0.019	10.24	0.000	0.155 0.228	***
Constant	16.289	1.827	8.91	0.000	12.707 19.871	***
Mean dependent var						
		31.363	SD dependent var		5.993	
Overall r-squared		0.000	Number of obs		261.000	
Chi-square		104.896	Prob > chi2		0.000	
R-squared within		0.330	R-squared between		0.018	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.12 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
freq	-0.024	0.005	-5.00	0.000	-0.034 -0.015	***
Constant	6.964	0.420	16.57	0.000	6.140 7.788	***
Mean dependent var						
		5.065	SD dependent var		1.280	
Overall r-squared		0.235	Number of obs		261.000	
Chi-square		24.999	Prob > chi2		0.000	
R-squared within		0.178	R-squared between		0.474	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.13 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	-0.011	0.003	-4.34	0.000	-0.017	-0.006	***
Constant	5.824	0.366	15.91	0.000	5.107	6.542	***
Mean dependent var							
		4.923	SD dependent var		1.696		
Overall r-squared		0.110	Number of obs		261.000		
Chi-square		18.811	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.070	R-squared between		0.131		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.14 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.034	0.004	9.26	0.000	0.027	0.041	***
Constant	5.079	0.347	14.65	0.000	4.400	5.758	***
Mean dependent var							
		7.761	SD dependent var		1.256		
Overall r-squared		0.293	Number of obs		261.000		
Chi-square		85.763	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.249	R-squared between		0.316		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.15 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	-0.196	0.017	-11.80	0.000	-0.228	-0.163	***
Constant	17.715	1.389	12.76	0.000	14.993	20.437	***
Mean dependent var							
		2.294	SD dependent var		3.891		
Overall r-squared		0.432	Number of obs		261.000		
Chi-square		139.220	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.333	R-squared between		0.467		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.16 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
freq	-0.294	0.016	-18.35	0.000	-0.325 -0.262	***
Constant	31.590	1.456	21.70	0.000	28.736 34.444	***
Mean dependent var						
		8.470	SD dependent var		4.769	
Overall r-squared		0.255	Number of obs		261.000	
Chi-square		336.724	Prob > chi2		0.000	
R-squared within		0.594	R-squared between		0.179	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.17 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
freq	0.058	0.003	17.62	0.000	0.051 0.064	***
Constant	75.304	0.525	143.47	0.000	74.275 76.333	***
Mean dependent var						
		79.860	SD dependent var		2.760	
Overall r-squared		0.234	Number of obs		261.000	
Chi-square		310.319	Prob > chi2		0.000	
R-squared within		0.570	R-squared between		0.242	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.18 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
freq	0.001	0.001	1.74	0.081	0.000 0.003	*
Constant	1.433	0.073	19.56	0.000	1.289 1.576	***
Mean dependent var						
		1.550	SD dependent var		0.185	
Overall r-squared		0.132	Number of obs		261.000	
Chi-square		3.041	Prob > chi2		0.081	
R-squared within		0.004	R-squared between		0.199	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.19 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
freq	-0.005	0.003	-1.46	0.146	-0.011	0.002
Constant	6.443	0.371	17.35	0.000	5.715	***
Mean dependent var						
		6.059	SD dependent var		1.720	
Overall r-squared		0.284	Number of obs		261.000	
Chi-square		2.119	Prob > chi2		0.146	
R-squared within		0.019	R-squared between		0.402	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А. 20 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig	
freq	-0.249	0.012	-21.43	0.000	-0.272	-0.226	***
Constant	30.351	1.039	29.21	0.000	28.315	32.387	***
Mean dependent var							
		10.761	SD dependent var		4.358		
Overall r-squared		0.589	Number of obs		261.000		
Chi-square		459.014	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.646	R-squared between		0.579		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.21 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig	
fin	0.005	0.017	0.30	0.765	-0.028	0.038	
Constant	32.195	1.128	28.54	0.000	29.984	34.406	***
Mean dependent var							
		32.279	SD dependent var		5.916		
Overall r-squared		0.006	Number of obs		145.000		
Chi-square		0.089	Prob > chi2		0.765		
R-squared within		0.000	R-squared between		0.008		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.22 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
fin	-0.002	0.003	-0.79	0.430	-0.009 0.004	
Constant	4.939	0.218	22.61	0.000	4.511 5.367	***
Mean dependent var 4.898 SD dependent var 1.272						
Overall r-squared 0.153 Number of obs 145.000						
Chi-square 0.622 Prob > chi2 0.430						
R-squared within 0.015 R-squared between 0.259						
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.23 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
fin	0.001	0.002	0.70	0.484	-0.002 0.004	
Constant	4.806	0.285	16.87	0.000	4.248 5.364	***
Mean dependent var 4.824 SD dependent var 1.708						
Overall r-squared 0.193 Number of obs 145.000						
Chi-square 0.490 Prob > chi2 0.484						
R-squared within 0.008 R-squared between 0.299						
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.24 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
fin	0.011	0.003	3.47	0.001	0.005 0.017	***
Constant	7.689	0.236	32.52	0.000	7.225 8.152	***
Mean dependent var 7.866 SD dependent var 1.264						
Overall r-squared 0.042 Number of obs 145.000						
Chi-square 12.045 Prob > chi2 0.001						
R-squared within 0.088 R-squared between 0.044						
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.25 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.046	0.013	-3.56	0.000	-0.072	-0.021	***
Constant	2.433	0.429	5.67	0.000	1.592	3.274	***
Mean dependent var							
		1.664	SD dependent var		2.418		
Overall r-squared		0.113	Number of obs		145.000		
Chi-square		12.666	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.073	R-squared between		0.134		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.26 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.050	0.013	-3.78	0.000	-0.075	-0.024	***
Constant	7.846	0.694	11.31	0.000	6.486	9.206	***
Mean dependent var							
		7.023	SD dependent var		3.782		
Overall r-squared		0.077	Number of obs		145.000		
Chi-square		14.289	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.097	R-squared between		0.082		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.27 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.005	0.003	1.73	0.084	-0.001	0.010	*
Constant	80.079	0.505	158.47	0.000	79.088	81.069	***
Mean dependent var							
		80.158	SD dependent var		2.701		
Overall r-squared		0.036	Number of obs		145.000		
Chi-square		2.987	Prob > chi2		0.084		
R-squared within		0.023	R-squared between		0.050		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.28 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.001	0.001	1.76	0.078	0.000	0.002	*
Constant	1.529	0.031	49.64	0.000	1.468	1.589	***
Mean dependent var							
		1.545	SD dependent var		0.172		
Overall r-squared		0.107	Number of obs		145.000		
Chi-square		3.097	Prob > chi2		0.078		
R-squared within		0.015	R-squared between		0.154		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.29 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.001	0.001	0.73	0.464	-0.002	0.004	
Constant	5.998	0.304	19.71	0.000	5.402	6.594	***
Mean dependent var							
		6.016	SD dependent var		1.728		
Overall r-squared		0.125	Number of obs		145.000		
Chi-square		0.537	Prob > chi2		0.464		
R-squared within		0.003	R-squared between		0.187		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.30 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.046	0.012	-3.83	0.000	-0.070	-0.023	***
Constant	10.408	0.618	16.84	0.000	9.197	11.620	***
Mean dependent var							
		9.640	SD dependent var		3.661		
Overall r-squared		0.201	Number of obs		145.000		
Chi-square		14.673	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.085	R-squared between		0.263		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.31 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.107	0.018	6.00	0.000	0.072	0.142	***
Constant	25.684	1.439	17.84	0.000	22.863	28.505	***
Mean dependent var							
		31.363	SD dependent var		5.993		
Overall r-squared		0.005	Number of obs		261.000		
Chi-square		36.043	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.146	R-squared between		0.001		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.32 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.020	0.004	-4.85	0.000	-0.028	-0.012	***
Constant	6.101	0.278	21.98	0.000	5.557	6.645	***
Mean dependent var							
		5.065	SD dependent var		1.280		
Overall r-squared		0.340	Number of obs		261.000		
Chi-square		23.520	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.248	R-squared between		0.539		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.33 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.019	0.002	-8.99	0.000	-0.023	-0.015	***
Constant	5.910	0.316	18.69	0.000	5.291	6.530	***
Mean dependent var							
		4.923	SD dependent var		1.696		
Overall r-squared		0.152	Number of obs		261.000		
Chi-square		80.903	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.250	R-squared between		0.154		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.34 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.024	0.003	7.11	0.000	0.017	0.030	***
Constant	6.509	0.260	25.06	0.000	6.000	7.018	***
Mean dependent var							
		7.761	SD dependent var			1.256	
Overall r-squared							
		0.289	Number of obs			261.000	
Chi-square							
		50.529	Prob > chi2			0.000	
R-squared within							
		0.148	R-squared between			0.309	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.35 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.072	0.016	-4.63	0.000	-0.103	-0.042	***
Constant	6.115	0.967	6.32	0.000	4.220	8.011	***
Mean dependent var							
		2.294	SD dependent var			3.891	
Overall r-squared							
		0.293	Number of obs			261.000	
Chi-square							
		21.398	Prob > chi2			0.000	
R-squared within							
		0.031	R-squared between			0.397	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.36 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.165	0.018	-9.42	0.000	-0.200	-0.131	***
Constant	17.210	1.220	14.10	0.000	14.818	19.602	***
Mean dependent var							
		8.470	SD dependent var			4.769	
Overall r-squared							
		0.075	Number of obs			261.000	
Chi-square							
		88.814	Prob > chi2			0.000	
R-squared within							
		0.300	R-squared between			0.050	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.37 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.047	0.003	14.83	0.000	0.041	0.053	***
Constant	77.385	0.498	155.47	0.000	76.409	78.360	***
Mean dependent var							
		79.860	SD dependent var		2.760		
Overall r-squared		0.201	Number of obs		261.000		
Chi-square		219.819	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.480	R-squared between		0.195		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.38 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.000	0.001	0.24	0.811	-0.001	0.002	
Constant	1.541	0.048	32.40	0.000	1.448	1.634	***
Mean dependent var							
		1.550	SD dependent var		0.185		
Overall r-squared		0.132	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.057	Prob > chi2		0.811		
R-squared within		0.005	R-squared between		0.194		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.39 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.003	0.003	-1.00	0.319	-0.009	0.003	
Constant	6.212	0.313	19.82	0.000	5.598	6.827	***
Mean dependent var							
		6.059	SD dependent var		1.720		
Overall r-squared		0.279	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.993	Prob > chi2		0.319		
R-squared within		0.014	R-squared between		0.334		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.40 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.155	0.013	-12.05	0.000	-0.181	-0.130	***
Constant	18.975	0.858	22.11	0.000	17.293	20.658	***
Mean dependent var							
		10.761	SD dependent var		4.358		
Overall r-squared		0.495	Number of obs		261.000		
Chi-square		145.096	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.331	R-squared between		0.529		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.41 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	0.197	0.029	6.82	0.000	0.140	0.254	***
Constant	21.724	1.785	12.17	0.000	18.225	25.223	***
Mean dependent var							
		31.363	SD dependent var		5.993		
Overall r-squared		0.000	Number of obs		261.000		
Chi-square		46.533	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.189	R-squared between		0.002		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А. 42 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.006	0.007	-0.90	0.367	-0.019	0.007	
Constant	5.365	0.366	14.68	0.000	4.648	6.081	***
Mean dependent var							
		5.065	SD dependent var		1.280		
Overall r-squared		0.469	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.814	Prob > chi2		0.367		
R-squared within		0.137	R-squared between		0.676		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.43 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.030	0.003	-8.61	0.000	-0.037	-0.023	***
Constant	6.391	0.327	19.53	0.000	5.749	7.032	***
Mean dependent var							
		4.923	SD dependent var		1.696		
Overall r-squared		0.245	Number of obs		261.000		
Chi-square		74.101	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.229	R-squared between		0.254		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.44 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	0.029	0.006	5.14	0.000	0.018	0.040	***
Constant	6.330	0.340	18.65	0.000	5.665	6.996	***
Mean dependent var							
		7.761	SD dependent var		1.256		
Overall r-squared		0.261	Number of obs		261.000		
Chi-square		26.384	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.073	R-squared between		0.289		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.45 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.142	0.025	-5.66	0.000	-0.191	-0.093	***
Constant	9.233	1.332	6.93	0.000	6.623	11.844	***
Mean dependent var							
		2.294	SD dependent var		3.891		
Overall r-squared		0.275	Number of obs		261.000		
Chi-square		32.040	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.072	R-squared between		0.346		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.46 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.258	0.029	-8.91	0.000	-0.315	-0.201	***
Constant	21.094	1.619	13.03	0.000	17.920	24.267	***
Mean dependent var							
		8.470	SD dependent var		4.769		
Overall r-squared		0.089	Number of obs		261.000		
Chi-square		79.429	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.276	R-squared between		0.069		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.47 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	0.079	0.005	15.41	0.000	0.069	0.090	***
Constant	75.976	0.488	155.63	0.000	75.019	76.933	***
Mean dependent var							
		79.860	SD dependent var		2.760		
Overall r-squared		0.362	Number of obs		261.000		
Chi-square		237.364	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.495	R-squared between		0.366		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.48 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.002	0.001	-1.37	0.170	-0.004	0.001	
Constant	1.628	0.063	25.66	0.000	1.503	1.752	***
Mean dependent var							
		1.550	SD dependent var		0.185		
Overall r-squared		0.145	Number of obs		261.000		
Chi-square		1.882	Prob > chi2		0.170		
R-squared within		0.041	R-squared between		0.229		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.49 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.001	0.005	-0.24	0.809	-0.011	0.009	
Constant	6.118	0.325	18.84	0.000	5.481	6.754	***
Mean dependent var							
		6.059	SD dependent var		1.720		
Overall r-squared		0.550	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.058	Prob > chi2		0.809		
R-squared within		0.023	R-squared between		0.645		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.50 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.262	0.021	-12.42	0.000	-0.303	-0.221	***
Constant	23.571	1.196	19.71	0.000	21.227	25.916	***
Mean dependent var							
		10.761	SD dependent var		4.358		
Overall r-squared		0.366	Number of obs		261.000		
Chi-square		154.290	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.379	R-squared between		0.369		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.51 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Regression results

sd1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.136	0.044	3.10	0.002	0.050	0.222	***
Constant	21.170	3.462	6.12	0.000	14.385	27.956	***
Mean dependent var							
		31.363	SD dependent var		5.993		
Overall r-squared		0.038	Number of obs		261.000		
Chi-square		9.584	Prob > chi2		0.002		
R-squared within		0.076	R-squared between		0.054		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.52 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	-0.014	0.009	-1.45	0.148	-0.032	0.005	
Constant	6.092	0.737	8.27	0.000	4.648	7.537	***
Mean dependent var							
		5.065	SD dependent var		1.280		
Overall r-squared		0.275	Number of obs		261.000		
Chi-square		2.090	Prob > chi2		0.148		
R-squared within		0.089	R-squared between		0.360		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.53 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	-0.030	0.006	-5.26	0.000	-0.041	-0.019	***
Constant	7.175	0.526	13.65	0.000	6.145	8.205	***
Mean dependent var							
		4.923	SD dependent var		1.696		
Overall r-squared		0.101	Number of obs		261.000		
Chi-square		27.665	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.097	R-squared between		0.102		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.54 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.032	0.008	3.99	0.000	0.016	0.048	***
Constant	5.356	0.627	8.54	0.000	4.127	6.584	***
Mean dependent var							
		7.761	SD dependent var		1.256		
Overall r-squared		0.416	Number of obs		261.000		
Chi-square		15.890	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.009	R-squared between		0.472		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.55 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	-0.216	0.027	-7.89	0.000	-0.270	-0.162	***
Constant	18.466	2.089	8.84	0.000	14.370	22.561	***
Mean dependent var							
		2.294	SD dependent var		3.891		
Overall r-squared		0.466	Number of obs		261.000		
Chi-square		62.275	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.087	R-squared between		0.597		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.56 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	-0.268	0.041	-6.57	0.000	-0.348	-0.188	***
Constant	28.540	3.151	9.06	0.000	22.365	34.715	***
Mean dependent var							
		8.470	SD dependent var		4.769		
Overall r-squared		0.107	Number of obs		261.000		
Chi-square		43.155	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.184	R-squared between		0.110		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.57 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.094	0.009	10.15	0.000	0.076	0.112	***
Constant	72.836	0.817	89.13	0.000	71.234	74.437	***
Mean dependent var							
		79.860	SD dependent var		2.760		
Overall r-squared		0.307	Number of obs		261.000		
Chi-square		103.084	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.284	R-squared between		0.308		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.58 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.000	0.002	0.14	0.892	-0.003	0.003	
Constant	1.534	0.123	12.45	0.000	1.293	1.776	***
Mean dependent var							
		1.550	SD dependent var		0.185		
Overall r-squared		0.035	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.018	Prob > chi2		0.892		
R-squared within		0.002	R-squared between		0.047		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.59 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.007	0.007	0.92	0.357	-0.008	0.021	
Constant	5.559	0.599	9.28	0.000	4.385	6.733	***
Mean dependent var							
		6.059	SD dependent var		1.720		
Overall r-squared		0.392	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.850	Prob > chi2		0.357		
R-squared within		0.002	R-squared between		0.425		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.60 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	-0.276	0.030	-9.12	0.000	-0.335	-0.217	***
Constant	31.421	2.331	13.48	0.000	26.852	35.990	***
Mean dependent var							
		10.761	SD dependent var		4.358		
Overall r-squared		0.428	Number of obs		261.000		
Chi-square		83.215	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.210	R-squared between		0.478		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.61 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
ecom	-0.361	0.048	-7.46	0.000	-0.455 -0.266	***
Constant	80.988	1.779	45.52	0.000	77.501 84.475	***
Mean dependent var						
		73.931	SD dependent var		8.966	
Overall r-squared		0.163	Number of obs		261.000	
Chi-square		55.670	Prob > chi2		0.000	
R-squared within		0.180	R-squared between		0.165	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.62 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
ecom	-0.741	0.345	-2.15	0.032	-1.417 -0.064	**
Constant	22.335	7.679	2.91	0.004	7.283 37.386	***
Mean dependent var						
		7.842	SD dependent var		28.328	
Overall r-squared		0.021	Number of obs		261.000	
Chi-square		4.606	Prob > chi2		0.032	
R-squared within		0.018	R-squared between		0.028	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.63 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
ecom	-0.017	0.040	-0.43	0.667	-0.095 0.061	
Constant	1.884	0.844	2.23	0.026	0.230 3.539	**
Mean dependent var						
		1.548	SD dependent var		3.604	
Overall r-squared		0.001	Number of obs		261.000	
Chi-square		0.185	Prob > chi2		0.667	
R-squared within		0.020	R-squared between		0.039	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.64 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig	
ecom	0.214	0.107	2.00	0.046	0.004	0.424	**
Constant	-1.423	2.240	-0.64	0.525	-5.814	2.968	
Mean dependent var		2.767	SD dependent var		11.735		
Overall r-squared		0.018	Number of obs		261.000		
Chi-square		3.993	Prob > chi2		0.046		
R-squared within		0.003	R-squared between		0.111		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.65 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig	
ecom	0.103	0.046	2.24	0.025	0.013	0.193	**
Constant	2.362	1.589	1.49	0.137	-0.753	5.477	
Mean dependent var		4.379	SD dependent var		7.378		
Overall r-squared		0.052	Number of obs		261.000		
Chi-square		5.000	Prob > chi2		0.025		
R-squared within		0.017	R-squared between		0.060		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.66 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig	
ecom	0.110	0.062	1.77	0.077	-0.012	0.232	*
Constant	-0.862	1.301	-0.66	0.508	-3.412	1.689	
Mean dependent var		1.291	SD dependent var		6.551		
Overall r-squared		0.015	Number of obs		261.000		
Chi-square		3.132	Prob > chi2		0.077		
R-squared within		0.002	R-squared between		0.087		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.67 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
ecom	0.003	0.014	0.19	0.853	-0.025 0.030	
Constant	1.133	0.294	3.85	0.000	0.557 1.709	***
Mean dependent var 1.183 SD dependent var 1.271						
Overall r-squared 0.001 Number of obs 261.000						
Chi-square 0.034 Prob > chi2 0.853						
R-squared within 0.000 R-squared between 0.007						
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.68 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
ecom	0.135	0.029	4.69	0.000	0.079 0.192	***
Constant	4.160	1.133	3.67	0.000	1.939 6.381	***
Mean dependent var 6.809 SD dependent var 5.327						
Overall r-squared 0.002 Number of obs 261.000						
Chi-square 22.002 Prob > chi2 0.000						
R-squared within 0.094 R-squared between 0.009						
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.69 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
ecom	-11000000.0	67400000.0	-0.16	0.870	-143000000.0 121000000.0	
Constant	2160000000.0	1450000000.0	1.50	0.135	-672000000.0 5000000000.0	
Mean dependent var 1946221773.425 SD dependent var 5648494542.488						
Overall r-squared 0.000 Number of obs 261.000						
Chi-square 0.027 Prob > chi2 0.870						
R-squared within 0.001 R-squared between 0.002						
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.70 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	0.090	0.037	2.41	0.016	0.017	0.163	**
Constant	-0.259	0.930	-0.28	0.781	-2.083	1.564	
Mean dependent var							
		1.496	SD dependent var		3.911		
Overall r-squared		0.156	Number of obs		261.000		
Chi-square		5.805	Prob > chi2		0.016		
R-squared within		0.008	R-squared between		0.228		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.71 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	-0.167	0.026	-6.43	0.000	-0.218	-0.116	***
Constant	87.112	2.521	34.56	0.000	82.172	92.052	***
Mean dependent var							
		73.931	SD dependent var		8.966		
Overall r-squared		0.192	Number of obs		261.000		
Chi-square		41.341	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.137	R-squared between		0.215		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.72 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	-0.620	0.190	-3.27	0.001	-0.992	-0.248	***
Constant	56.648	15.391	3.68	0.000	26.482	86.814	***
Mean dependent var							
		7.842	SD dependent var		28.328		
Overall r-squared		0.016	Number of obs		261.000		
Chi-square		10.677	Prob > chi2		0.001		
R-squared within		0.054	R-squared between		0.006		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.73 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	-0.020	0.023	-0.86	0.388	-0.066	0.026	
Constant	3.131	1.861	1.68	0.092	-0.516	6.779	*
Mean dependent var							
		1.548	SD dependent var		3.604		
Overall r-squared		0.001	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.746	Prob > chi2		0.388		
R-squared within		0.009	R-squared between		0.000		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.74 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.079	0.066	1.20	0.232	-0.051	0.210	
Constant	-3.487	5.301	-0.66	0.511	-13.876	6.902	
Mean dependent var							
		2.767	SD dependent var		11.735		
Overall r-squared		0.005	Number of obs		261.000		
Chi-square		1.427	Prob > chi2		0.232		
R-squared within		0.012	R-squared between		0.004		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.75 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.045	0.024	1.85	0.064	-0.003	0.093	*
Constant	0.823	2.287	0.36	0.719	-3.659	5.306	
Mean dependent var							
		4.379	SD dependent var		7.378		
Overall r-squared		0.119	Number of obs		261.000		
Chi-square		3.435	Prob > chi2		0.064		
R-squared within		0.009	R-squared between		0.158		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.76 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.040	0.038	1.05	0.294	-0.034	0.114	
Constant	-1.842	3.022	-0.61	0.542	-7.765	4.081	
Mean dependent var							
		1.291	SD dependent var		6.551		
Overall r-squared		0.004	Number of obs		261.000		
Chi-square		1.103	Prob > chi2		0.294		
R-squared within		0.005	R-squared between		0.011		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.77 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.004	0.008	0.49	0.624	-0.012	0.020	
Constant	0.873	0.642	1.36	0.174	-0.384	2.131	
Mean dependent var							
		1.183	SD dependent var		1.271		
Overall r-squared		0.004	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.240	Prob > chi2		0.624		
R-squared within		0.001	R-squared between		0.036		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.78 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.101	0.014	6.98	0.000	0.072	0.129	***
Constant	-1.117	1.483	-0.75	0.451	-4.023	1.789	
Mean dependent var							
		6.809	SD dependent var		5.327		
Overall r-squared		0.067	Number of obs		261.000		
Chi-square		48.726	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.169	R-squared between		0.060		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.79 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	14500000.0	38400000.0	0.38	0.705	-60700000.0	89800000.0	
Constant	801000000.0	3080000000.0	0.26	0.795	-5230000000.	6830000000.0	
Mean dependent var		1946221773.425	SD dependent var		5648494542.488		
Overall r-squared		0.000	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.144	Prob > chi2		0.705		
R-squared within		0.004	R-squared between		0.011		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.80 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.026	0.020	1.27	0.203	-0.014	0.065	
Constant	-0.517	1.684	-0.31	0.759	-3.818	2.783	
Mean dependent var		1.496	SD dependent var		3.911		
Overall r-squared		0.136	Number of obs		261.000		
Chi-square		1.623	Prob > chi2		0.203		
R-squared within		0.000	R-squared between		0.230		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.81 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.006	0.014	-0.41	0.683	-0.033	0.021	
Constant	73.166	1.731	42.27	0.000	69.773	76.558	***
Mean dependent var		73.072	SD dependent var		9.318		
Overall r-squared		0.046	Number of obs		145.000		
Chi-square		0.167	Prob > chi2		0.683		
R-squared within		0.001	R-squared between		0.070		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.82 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.134	0.112	-1.19	0.235	-0.354	0.087	
Constant	6.551	2.510	2.61	0.009	1.631	11.472	***
Mean dependent var							
		4.331	SD dependent var		16.608		
Overall r-squared		0.015	Number of obs		145.000		
Chi-square		1.413	Prob > chi2		0.235		
R-squared within		0.001	R-squared between		0.059		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.83 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.008	0.023	-0.32	0.748	-0.054	0.039	
Constant	1.650	0.502	3.29	0.001	0.666	2.634	***
Mean dependent var							
		1.525	SD dependent var		3.792		
Overall r-squared		0.001	Number of obs		145.000		
Chi-square		0.103	Prob > chi2		0.748		
R-squared within		0.005	R-squared between		0.001		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.84 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.025	0.073	0.34	0.737	-0.119	0.168	
Constant	2.858	1.565	1.83	0.068	-0.209	5.925	*
Mean dependent var							
		3.266	SD dependent var		11.815		
Overall r-squared		0.001	Number of obs		145.000		
Chi-square		0.113	Prob > chi2		0.737		
R-squared within		0.001	R-squared between		0.001		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.85 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.037	0.025	-1.52	0.128	-0.086	0.011	
Constant	5.136	1.413	3.63	0.000	2.367	7.905	***
Mean dependent var							
		4.513	SD dependent var		7.420		
Overall r-squared		0.005	Number of obs		145.000		
Chi-square		2.320	Prob > chi2		0.128		
R-squared within		0.024	R-squared between		0.014		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.86 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.020	0.031	-0.65	0.514	-0.082	0.041	
Constant	1.852	0.673	2.75	0.006	0.533	3.172	***
Mean dependent var							
		1.513	SD dependent var		4.938		
Overall r-squared		0.003	Number of obs		145.000		
Chi-square		0.427	Prob > chi2		0.514		
R-squared within		0.010	R-squared between		0.000		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.87 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.019	0.008	2.42	0.015	0.004	0.035	**
Constant	0.962	0.186	5.18	0.000	0.598	1.327	***
Mean dependent var							
		1.285	SD dependent var		1.165		
Overall r-squared		0.035	Number of obs		145.000		
Chi-square		5.873	Prob > chi2		0.015		
R-squared within		0.050	R-squared between		0.029		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.88 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.011	0.010	1.19	0.235	-0.007	0.030	
Constant	7.147	1.039	6.88	0.000	5.110	9.184	***
Mean dependent var							
		7.337	SD dependent var		5.718		
Overall r-squared		0.082	Number of obs		145.000		
Chi-square		1.412	Prob > chi2		0.235		
R-squared within		0.009	R-squared between		0.119		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.89 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-27000000.0	42200000.0	-0.64	0.522	-110000000.0	55600000.0	
Constant	2600000000.0	972000000.0	2.67	0.008	694000000.0	4500000000.0	***
Mean dependent var							
		2150196848.00	SD dependent var		6041206324.700		
Overall r-squared		0.005	Number of obs		145.000		
Chi-square		0.410	Prob > chi2		0.522		
R-squared within		0.001	R-squared between		0.016		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.90 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.002	0.021	0.07	0.943	-0.039	0.042	
Constant	1.462	0.744	1.96	0.050	0.003	2.921	*
Mean dependent var							
		1.487	SD dependent var		3.988		
Overall r-squared		0.025	Number of obs		145.000		
Chi-square		0.005	Prob > chi2		0.943		
R-squared within		0.001	R-squared between		0.054		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.91 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.103	0.023	-4.44	0.000	-0.149	-0.058	***
Constant	79.386	1.979	40.11	0.000	75.507	83.266	***
Mean dependent var							
		73.931	SD dependent var		8.966		
Overall r-squared		0.110	Number of obs		261.000		
Chi-square		19.679	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.067	R-squared between		0.115		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.92 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.253	0.141	-1.79	0.073	-0.529	0.024	*
Constant	21.203	8.319	2.55	0.011	4.898	37.509	**
Mean dependent var							
		7.842	SD dependent var		28.328		
Overall r-squared		0.014	Number of obs		261.000		
Chi-square		3.204	Prob > chi2		0.073		
R-squared within		0.014	R-squared between		0.020		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.93 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.024	0.015	-1.55	0.121	-0.054	0.006	
Constant	2.803	0.872	3.21	0.001	1.093	4.513	***
Mean dependent var							
		1.548	SD dependent var		3.604		
Overall r-squared		0.006	Number of obs		261.000		
Chi-square		2.406	Prob > chi2		0.121		
R-squared within		0.030	R-squared between		0.003		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.94 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.020	0.041	0.48	0.629	-0.061	0.101	
Constant	1.710	2.343	0.73	0.465	-2.882	6.302	
Mean dependent var							
		2.767	SD dependent var		11.735		
Overall r-squared		0.001	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.233	Prob > chi2		0.629		
R-squared within		0.002	R-squared between		0.003		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.95 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.011	0.021	0.53	0.597	-0.030	0.052	
Constant	3.792	1.715	2.21	0.027	0.430	7.153	**
Mean dependent var							
		4.379	SD dependent var		7.378		
Overall r-squared		0.051	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.280	Prob > chi2		0.597		
R-squared within		0.000	R-squared between		0.063		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.96 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.003	0.024	0.11	0.915	-0.044	0.049	
Constant	1.156	1.350	0.86	0.392	-1.489	3.801	
Mean dependent var							
		1.291	SD dependent var		6.551		
Overall r-squared		0.000	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.011	Prob > chi2		0.915		
R-squared within		0.001	R-squared between		0.004		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.97 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.001	0.005	0.18	0.858	-0.009	0.011	
Constant	1.133	0.300	3.78	0.000	0.545	1.721	***
Mean dependent var							
		1.183	SD dependent var		1.271		
Overall r-squared		0.000	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.032	Prob > chi2		0.858		
R-squared within		0.000	R-squared between		0.001		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.98 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.061	0.013	4.68	0.000	0.036	0.087	***
Constant	3.566	1.194	2.99	0.003	1.225	5.907	***
Mean dependent var							
		6.809	SD dependent var		5.327		
Overall r-squared		0.024	Number of obs		261.000		
Chi-square		21.946	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.085	R-squared between		0.020		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.99 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-28000000.0	25500000.0	-1.10	0.273	-77900000.0	22000000.00	
Constant	3420000000.0	1460000000.0	2.34	0.019	557000000.0	6290000000.0	**
Mean dependent var							
		1946221773.425	SD dependent var		5648494542.488		
Overall r-squared		0.020	Number of obs		261.000		
Chi-square		1.201	Prob > chi2		0.273		
R-squared within		0.001	R-squared between		0.086		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.100 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
publ	0.028	0.016	1.73	0.085	-0.004 0.060	*
Constant	0.023	1.027	0.02	0.982	-1.989 2.036	
Mean dependent var						
		1.496	SD dependent var		3.911	
Overall r-squared		0.175	Number of obs		261.000	
Chi-square		2.974	Prob > chi2		0.085	
R-squared within		0.000	R-squared between		0.258	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.101 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
comp	-0.201	0.038	-5.36	0.000	-0.275 -0.128	***
Constant	83.782	2.438	34.37	0.000	79.005 88.560	***
Mean dependent var						
		73.931	SD dependent var		8.966	
Overall r-squared		0.061	Number of obs		261.000	
Chi-square		28.692	Prob > chi2		0.000	
R-squared within		0.105	R-squared between		0.057	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.102 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
comp	-0.518	0.225	-2.31	0.021	-0.958 -0.078	**
Constant	33.177	11.577	2.87	0.004	10.486 55.867	***
Mean dependent var						
		7.842	SD dependent var		28.328	
Overall r-squared		0.020	Number of obs		261.000	
Chi-square		5.324	Prob > chi2		0.021	
R-squared within		0.026	R-squared between		0.026	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.103 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.061	0.024	-2.52	0.012	-0.108	-0.014	**
Constant	4.520	1.222	3.70	0.000	2.124	6.915	***
Mean dependent var							
		1.548	SD dependent var		3.604		
Overall r-squared		0.017	Number of obs		261.000		
Chi-square		6.373	Prob > chi2		0.012		
R-squared within		0.072	R-squared between		0.015		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.104 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.010	0.065	-0.15	0.883	-0.136	0.117	
Constant	3.234	3.268	0.99	0.322	-3.171	9.639	
Mean dependent var							
		2.767	SD dependent var		11.735		
Overall r-squared		0.000	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.022	Prob > chi2		0.883		
R-squared within		0.001	R-squared between		0.000		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.105 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	0.016	0.034	0.45	0.651	-0.052	0.083	
Constant	3.615	2.149	1.68	0.093	-0.598	7.828	*
Mean dependent var							
		4.379	SD dependent var		7.378		
Overall r-squared		0.019	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.205	Prob > chi2		0.651		
R-squared within		0.000	R-squared between		0.023		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.106 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.022	0.037	-0.59	0.553	-0.095	0.051	
Constant	2.372	1.888	1.26	0.209	-1.328	6.072	
Mean dependent var							
		1.291	SD dependent var		6.551		
Overall r-squared		0.001	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.351	Prob > chi2		0.553		
R-squared within		0.008	R-squared between		0.000		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.107 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	0.000	0.008	0.05	0.962	-0.016	0.017	
Constant	1.164	0.419	2.78	0.005	0.343	1.985	***
Mean dependent var							
		1.183	SD dependent var		1.271		
Overall r-squared		0.000	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.002	Prob > chi2		0.962		
R-squared within		0.000	R-squared between		0.000		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.108 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	0.133	0.021	6.37	0.000	0.092	0.174	***
Constant	0.312	1.420	0.22	0.826	-2.472	3.096	
Mean dependent var							
		6.809	SD dependent var		5.327		
Overall r-squared		0.000	Number of obs		261.000		
Chi-square		40.613	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.160	R-squared between		0.000		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.109 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-27300000.0	40900000.0	-0.67	0.504	-107000000.0	52800000.0	
Constant	3280000000.0	2080000000.0	1.58	0.115	-797000000.0	7360000000.0	
Mean dependent var		1946221773.425	SD dependent var		5648494542.488		
Overall r-squared		0.008	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.447	Prob > chi2		0.504		
R-squared within		0.000	R-squared between		0.035		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.110 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	0.046	0.026	1.75	0.081	-0.006	0.097	*
Constant	-0.737	1.400	-0.53	0.599	-3.480	2.007	
Mean dependent var		1.496	SD dependent var		3.911		
Overall r-squared		0.181	Number of obs		261.000		
Chi-square		3.046	Prob > chi2		0.081		
R-squared within		0.000	R-squared between		0.264		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.111 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	-0.354	0.054	-6.58	0.000	-0.459	-0.248	***
Constant	100.393	4.309	23.30	0.000	91.948	108.839	***
Mean dependent var		73.931	SD dependent var		8.966		
Overall r-squared		0.122	Number of obs		261.000		
Chi-square		43.293	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.149	R-squared between		0.121		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.112 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
web	-0.574	0.265	-2.17	0.030	-1.092 -0.055	**
Constant	50.782	20.154	2.52	0.012	11.281 90.282	**
Mean dependent var						
		7.842	SD dependent var		28.328	
Overall r-squared		0.008	Number of obs		261.000	
Chi-square		4.702	Prob > chi2		0.030	
R-squared within		0.052	R-squared between		0.007	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.113 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
web	0.009	0.025	0.37	0.710	-0.040 0.059	
Constant	0.840	1.931	0.44	0.663	-2.945 4.626	
Mean dependent var						
		1.548	SD dependent var		3.604	
Overall r-squared		0.000	Number of obs		261.000	
Chi-square		0.138	Prob > chi2		0.710	
R-squared within		0.014	R-squared between		0.002	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.114 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
web	0.079	0.069	1.15	0.249	-0.055 0.213	
Constant	-3.146	5.203	-0.60	0.545	-13.343 7.052	
Mean dependent var						
		2.767	SD dependent var		11.735	
Overall r-squared		0.004	Number of obs		261.000	
Chi-square		1.328	Prob > chi2		0.249	
R-squared within		0.070	R-squared between		0.001	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.115 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
web	0.215	0.048	4.47	0.000	0.121 0.310	***
Constant	-11.736	3.819	-3.07	0.002	-19.220 -4.252	***
Mean dependent var		4.379	SD dependent var		7.378	
Overall r-squared		0.107	Number of obs		261.000	
Chi-square		20.027	Prob > chi2		0.000	
R-squared within		0.067	R-squared between		0.112	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.116 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
web	0.032	0.039	0.83	0.407	-0.044 0.108	
Constant	-1.117	2.945	-0.38	0.705	-6.889 4.656	
Mean dependent var		1.291	SD dependent var		6.551	
Overall r-squared		0.002	Number of obs		261.000	
Chi-square		0.687	Prob > chi2		0.407	
R-squared within		0.021	R-squared between		0.003	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.117 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
web	-0.005	0.009	-0.60	0.549	-0.023 0.012	
Constant	1.578	0.668	2.36	0.018	0.268 2.888	**
Mean dependent var		1.183	SD dependent var		1.271	
Overall r-squared		0.000	Number of obs		261.000	
Chi-square		0.360	Prob > chi2		0.549	
R-squared within		0.024	R-squared between		0.001	
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$						

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.118 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.075	0.033	2.30	0.022	0.011	0.139	**
Constant	1.181	2.640	0.45	0.655	-3.993	6.356	
Mean dependent var							
		6.809	SD dependent var		5.327		
Overall r-squared		0.000	Number of obs		261.000		
Chi-square		5.277	Prob > chi2		0.022		
R-squared within		0.026	R-squared between		0.000		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.119 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	-7690000.000	44900000.000	-0.17	0.864	-95600000.000	80300000.000	
Constant	2520000000.000	3410000000.000	0.74	0.460	-4160000000.000	9210000000.000	
Mean dependent var							
		1946221773.425	SD dependent var		5648494542.488		
Overall r-squared		0.002	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.029	Prob > chi2		0.864		
R-squared within		0.004	R-squared between		0.012		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

Таблиця А.120 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.145	0.033	4.38	0.000	0.080	0.210	***
Constant	-9.362	2.542	-3.68	0.000	-14.343	-4.380	***
Mean dependent var							
		1.496	SD dependent var		3.911		
Overall r-squared		0.200	Number of obs		261.000		
Chi-square		19.204	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.042	R-squared between		0.250		
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$							

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Stata

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ**Публікації в наукових фахових виданнях України**

1. Kostetskyi P. Does Digitalization Lead to Better Transparency: Bibliometric Approach. *Business Ethics and Leadership*. 2021. 5(3). P. 102–107. DOI: [http://doi.org/10.21272/bel.5\(3\).102-107.2021](http://doi.org/10.21272/bel.5(3).102-107.2021) (0,44 друк. арк.).
2. Костецький П.В., Куценко В.І. Трансформація системи освіти в умовах цифровізації економіки та суспільства. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2021. 5(2). С. 314–318. DOI: [http://doi.org/10.31891/2307-5740-2021-298-5\(2\)-53](http://doi.org/10.31891/2307-5740-2021-298-5(2)-53) (0,6 друк. арк.). *Особистий внесок: дослідженню особливості трансформації системи освіти у відповідності до вимог цифрової економіки та суспільства на основі аналізу попиту на фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій та структури цифрових навичок населення у країнах Європи. (0,55 друк. арк.).*
3. Васильєва Т. А., Костецький П. В. Механізми підвищення цифрової інклюзії населення для забезпечення інформаційної безпеки держави. *Науковий журнал «Економіка і регіон»*. 2023. 3(90). С. 139–145. DOI: [https://doi.org/10.26906/EiR.2023.3\(90\).3040](https://doi.org/10.26906/EiR.2023.3(90).3040) (0,75 друк. арк.). *Особистий внесок: визначено проблемні аспекти забезпечення на шляху до підвищення рівня цифрової інклюзії населення, обґрунтовано шляхи їх усунення (0,7 друк. арк.).*
4. Костецький П.В., Куценко В.І. Тенденції цифровізації освіти у воєнний період: трендовий аналіз. *Актуальні проблеми економіки*. 2023. № 9 (267). С. 31–39. DOI: <https://www.doi.org/10.32752/1993-6788-2023-1-267-31-39> (0,6 друк. арк.). *Особистий внесок: здійснено дослідження еволюційних закономірностей зміни інтенсивності користувацької цікавості до питань цифровізації освіти, обґрунтовано зміну цих трендів в умовах воєнного стану (0,55 друк. арк.).*
5. Костецький П., Іванцов С. Визначення географічних паттернів цифровізації освіти: трендовий аналіз. *Економіка та суспільство*. 2023. № 56.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-165> (0,45 друк. арк.).
Особистий внесок: визначено географічні закономірності дисемінації запитів користувачів пошукової системи до питань цифровізації освіти у розрізі країн світу та регіонів України (0,4 друк. арк.).

6. Костецький П., Іванцов С. Цифровізація суспільства: сучасні тренди та перспективи розвитку наукових досліджень. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. Серія економічна. Серія юридична.* 2023. Вип. 36. С. 496–504. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10252303> (0,46 друк. арк.). *Особистий внесок: здійснено бібліометричний аналіз наукових публікацій, проіндексованих наукометричною базою Scopus, щодо цифровізації суспільства (0,40 друк. арк.).*

7. Костецький П. В., Іванцов С. В. Цифровізація освіти: бібліометричний аналіз сучасних досліджень. *Академічні візії.* 2023. Вип. 18. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10252335> (0,5 друк. арк.). *Особистий внесок: проведено бібліометричний аналіз наукових публікацій, проіндексованих наукометричною базою Scopus, щодо цифровізації освіти (0,45 друк. арк.).*

Тези доповідей на наукових конференціях

1. Костецький П. Цифровізація навчального процесу: переваги та недоліки. Економічні проблеми сталого розвитку: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції студентів та молодих вчених імені професора Балацького О. Ф. «Економічні проблеми сталого розвитку» / за заг. ред.: Т. А. Васильєвої, І. В. Тютюнник – Суми : Сумський державний університет, 2021. С. 284–286.

2. Kostetskyi P. Role of digital inclusion in ensuring of information security: bibliometric approach. *Socio-Economic Challenges: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Sumy, March 22–23, 2021 / edited by Prof., Dr. Vasilyeva Tetyana.* – Sumy: Sumy State University, 2021. P. 302–303.

3. Kostetskyi P. Analysis of the internet activities as a proxy of digital inclusion. *Financial Markets, Institutions and Risks: Proceedings of the*

International Scientific and Practical Online-Conference, Sumy, November 20-22, 2021 / edited by Prof., Dr. Vasilyeva Tetyana. – Sumy: Sumy State University, 2021. 76–78.

4. Kostetskyi P. Mechanisms of digitalization of educational institutions. *Business Ethics and Leadership: Proceedings of the International Scientific and Practical Online-Conference, Sumy, November 29-30, 2021* / edited by Prof., Dr. Vasilyeva Tetyana. – Sumy: Sumy State University, 2021. P. 92–93.

5. Kostetskyi P. Theoretical basis of understanding the essence of digital inclusion. *Socio-Economic Challenges: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Sumy, November 14–15, 2022* / edited by Prof., Dr. Vasilyeva Tetyana. – Sumy: Sumy State University, 2022. P. 191–192.

ДОДАТОК В

Довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи у діяльності
Лондонської академії наук і бізнесу**The London Academy of Science and Business**

3rd Floor, 120 Baker Street, London, England, W1U 6TU

21st November 2023

To Whom It May Concern

This letter confirms that the London Academy of Science and Business has considered the results of the dissertation research of the PhD student of Sumy State University Mr Pavlo Kostetskyi on the topic: "Digitalisation of society and education in ensuring social and economic transformation".

The relevance of the research topic is to develop an adequate approach to determining the role of digitalisation in ensuring social, educational and economic transformations. This research topic has become particularly relevant in the context of overcoming the consequences of the COVID-19 pandemic. The study of the prospects of digitalisation in education is relevant in the wartime and post-war perspective.

In the presented work, the author's approach to assessing digital inclusion, based on a combination of principal component analysis and Fishburn's approach, deserves special attention. This sets the stage for cross-country comparisons of digital accessibility and highlights both prospects and challenges on the path of digital development.

Mr Pavel Kostetskyi in his thesis research also noted that the expansion of digital technologies is not only associated with positive changes in the efficiency of business, society and government, but may also contribute to the emergence of new types of digital crime and security challenges. Therefore, the author also analysed how digital inclusion is related to information security and vice versa. The listed empirical results allowed Mr Pavel Kostetskyi to develop a number of practical recommendations on how to increase the level of digital accessibility without compromising national security.

Thus, the results presented in the dissertation research "Digitalisation of Society and Education in the Conditions of Socio-Economic Transformation" are notable for their novelty and are of value for the scientific community, representatives of authorities, academia and business.

The results of Mr Pavel Kostetskyi's dissertation research "Digitalisation of Society and Education in Ensuring Socio-Economic Transformation" were reviewed by the Scientific Council of the London Academy of Science and Business and were proposed for use by seminars on this topic.



Sincerely yours,

The London Academy
of Science and Business
Prof. Dr. Aleksy Kwitlinski

Довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи у діяльності
Східноукраїнської асоціації громадянської освіти



PUBLIC UNION
«EASTERN EUROPEAN ASSOCIATION
FOR CIVIC EDUCATION»

23.09.2023 №1

LETTER
ON IMPLEMENTATION
RESULTS OF THE DISSERTATION

This letter confirms that in the practical activity of Eastern European Association for Citizenship Education it is considered the recommendations regarding the mechanisms for overcoming obstacles in the context of ensuring the digital inclusion of the adult population, set out in the dissertation thesis of the PhD student of the Sumy State University - Pavlo Kostetskyi - on the topic "Digitalization of society and education in ensuring socio-economic transformations", submitted to obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 051 - economics.

Thus, in the context of improving the strategic prospects of the Eastern European Association for Citizenship Education, the results presented in the dissertation of P.V. Kostetskyi regarding the identification of trends in educational transformations under the influence of digitalization, as well as the formalization of obstacles to ensuring the digital inclusion of the adult population and the determination of mechanisms for their elimination. The results presented in the dissertation "Digitalization of society and education in ensuring socio-economic transformations" were used in the context of improving the strategic and operational directions of Eastern European Association for Citizenship Education to ensure the development of the adult education system in the context of the challenges of digitalization of the economy and society, as well as to promote the development of digital competences and digital inclusion of the adult population.

Deputy Head of the Board
of the Public Union
"Eastern European Association
for Civic Education"

V. Rudnik

Довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи у діяльності
ГО «Центр освіти впродовж життя»

ГО «ЦЕНТР ОСВІТИ ВПРОДОВЖ ЖИТТЯ»

NGO "LIFELONG LEARNING CENTRE"

КОД ЄДРПОУ 41983514
40000, Україна, м. Суми,
вул. Покровська 9/1, 213,
тел. +38 (050) 973-65-25
тел. +38 (050) 260-39-95



Registry code is 41983514
9/1 Pokrovska street, app.213,
Sumy, Ukraine, 40007
Phone: +38 (050) 973-65-25
Phone: +38 (050) 260-39-95

від 08.10.2023 №1

ДОВІДКА

ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ

РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Даною довідкою підтверджується, що в практичній діяльності Громадської організації «Центр освіти впродовж життя» враховуються наукові рекомендації, викладені у дисертаційній роботі аспіранта Сумського державного університету Костецького Павла Васильовича на тему «Цифровізація суспільства та освіти у забезпеченні соціально-економічних трансформацій» на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 051 – економіка.

Дисертаційна робота Костецького П.В. містить науково обгрунтовані пропозиції щодо розробки механізмів реформування системи освіти під впливом цифровізації економіки та суспільства, які мають практичну цінність для ГО «Центр освіти впродовж життя», з точки зору формування стратегічних напрямків розвитку системи освіти дорослих відповідно до вимог цифрового суспільства, а також щодо врахування в поточній діяльності організації.

Виконавчий директор
ГО «Центр освіти впродовж життя»

Ганна ШВІНДИНА



Довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи у діяльності
Сумської обласної державної адміністрації



СУМСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ

СУМСЬКА ОБЛАСНА ВІЙСЬКОВА АДМІНІСТРАЦІЯ

майдан Незалежності, 2, м. Суми, 40000, тел. (0542) 78-27-77, факс 78-27-55

E-mail: mail@sm.gov.ua web: www.sm.gov.ua Код ЄДРПОУ 14005581

№ _____ На № _____ від _____

Сумський державний університет
info@sumdu.edu.ua

**Про впровадження результатів
наукового дослідження**

**Довідка про впровадження
результатів наукового дослідження**

Відповідно до Стратегії відновлення та розвитку економіки Сумської області на 2022-2024 роки (у редакції розпорядження голови Сумської обласної державної адміністрації – начальника обласної військової адміністрації від 14.09.2023 № 495-ОД) важливе значення для розвитку регіону має розвиток ІТ-індустрії та використання сучасних цифрових технологій, рішень при відбудові пошкодженої інфраструктури. Питання цифровізації економіки та суспільства становлять також основу реалізації дорожньої карти розбудови інформаційного простору Сумщини.

Саме цим питанням присвячена робота аспіранта Сумського державного університету Костецького Павла Васильовича на тему: «Цифровізація суспільства та освіти у забезпеченні соціально-економічних трансформацій» на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 051 – економіка.

У поточній діяльності Сумської обласної державної адміністрації – обласної військової адміністрації можуть урахуватись аналітичні висновки щодо впливу рівня цифровізації суспільства на економічний та соціальний розвиток. Це дозволить підвищити якість планування стратегічних напрямків розвитку Сумської області та врахувати економічні та соціальні наслідки цифровізації соціально-економічних відносин.

**Перший заступник голови
обласної державної адміністрації –
начальника обласної військової
адміністрації**

Тарас САВЧЕНКО

Еліна Безматна 0660521402



Сумська обласна державна адміністрація
Підписувач: Савченко Тарас Григорович
Сертифікат: 3FAA928B35BEC0030400000F2A431004148B500
Дійсний до: 21.03.2024 17:24:28



№ 01-10/14173
01.12.2023

ДОДАТОК Г

Акт впровадження (використання) результатів дисертаційної роботи у
навчальний процес

ЗАТВЕРДЖУЮ
проректор з науково-педагогічної роботи

Інна ШКОЛЬНИК

“10” травня 2023 р.

АКТ

впровадження (використання) результатів дисертаційної роботи у навчальний процес

Дисертаційна робота Костецького Павла Васильовича на тему: «Цифровізація суспільства та освіти у забезпеченні соціально-економічних трансформацій»

яка виконана в період з 01 липня 2019 р. по 30 червня 2023 р.

розроблено науково-методичний підхід до визначення взаємного впливу рівня цифрової інклюзії населення та інформаційної безпеки держави, що на відміну від існуючих реалізовано на основі комплексного поєднання тесту Хаусмана та багатofакторного регресійного моделювання на панельних даних (моделі з фіксованими та випадковими ефектами).

Здобувач наукового ступеня

Костецький Павло Васильович

Комісія в складі:

Голова комісії: голова ради з якості інституту/факультету _____ Олексій ЗАХАРКІН

Члени комісії²⁾: гарант освітньої програми _____ професор _____ Ольга КУЗЬМЕНКО

завідувач кафедри ЕКіБ _____ Віталія КОЙБІЧУК

асистент _____ Сергій МИНЕНКО

Встановила, що результати дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі за освітньою програмою «Економічна кібернетика та бізнес-аналітика» освітнього ступеня бакалавр спеціальності 051 «Економіка» шляхом реалізації наступного: оновлення лекційного матеріалу та лабораторної роботи до теми 4 «Кореляційно-регресійний аналіз» з дисципліни «Прикладна статистика».

“10” травня 2023 р.

Голова комісії:

Олексій ЗАХАРКІН

Члени комісії:

Ольга КУЗЬМЕНКО

Віталія КОЙБІЧУК

Сергій МИНЕНКО