

УДК: 330.342; 330.34.01, 330.342:338.28]+[502.131.1+004.67](477)(047.31)  
УКПП  
№ державної реєстрації 0121U100470  
Інв. №

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет (СумДУ)  
40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2; тел. 38(0542) 687-835,  
info@inform.sumdu.edu.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з наукової роботи  
д-р.фіз.-мат. наук, професор  
\_\_\_\_\_ А.М.Чорноус

ЗВІТ  
ПРО НАУКОВО–ДОСЛІДНУ РОБОТУ

Сталий розвиток та ресурсна безпека: від проривних технологій до  
цифрової трансформації економіки України

**ФОРМУВАННЯ НАУКОВО-МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ТА  
РОЗРОБКА КОНЦЕПЦІЇ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
СЕСТЕЙНОВОГО РОЗВИТКУ ТА РЕСУРСНОЇ БЕЗПЕКИ  
(проміжний)**

Керівник НДР  
д-р екон. наук, професор

О. В.Кубатко

2021

Рукопис закінчений 24 грудня 2021р.

Результати роботи розглянуті науковою радою СумДУ, протокол від 25.11.2021 р.№ 5

## СПИСОК АВТОРІВ

|  |                       |  |
|--|-----------------------|--|
| Керівник НДР, г.н.с., д.е.н.,<br>професор                        | _____<br>(24.12.2021) | О. В. Кубатко<br>(розділи 2.2, 3, 4, вступ,<br>висновки) |
| Провідний науковий<br>співробітник,<br>відповідальний виконавець | _____<br>(24.12.2021) | Б. Л. Ковальов<br>(розділи 1, 2.1, 3)                    |
| Старший науковий<br>співробітник                                 | _____<br>(24.12.2021) | В. І. Вороненко<br>(розділи 1, 2.1, 3.2)                 |
| Молодший науковий<br>співробітник                                | _____<br>(24.12.2021) | С. М. Литвиненко<br>(розділ 2.2)                         |
| Молодший науковий<br>співробітник                                | _____<br>(24.12.2021) | А. О. Дериколенко<br>(розділ 2.2)                        |
| Молодший науковий<br>співробітник                                | _____<br>(24.12.2021) | Т. В. Бондар<br>(розділ 2.3)                             |
| Лаборант   | _____<br>(24.12.2021) | В. С. Півень<br>(розділ 3.1)                             |

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 164 с., 14 табл., 40 рис., 92 джерела.

ПРОРИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ, РЕСУРСНА БЕЗПЕКА, СЕСТЕЙНОВИЙ (СТАЛИЙ) РОЗВИТОК, ЦИФРОВА ЕКОНОМІКА, ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ.

Об'єктом дослідження – процеси, пов'язані з забезпеченням сестейнового розвитку, ресурсної та економічної безпеки національної економіки.

Мета роботи – розробка науково-методичного комплексу та практичного інструментарію щодо переходу України до моделі адитивної економіки на основі обґрунтування впровадження проривних технологій та цифрової трансформації, що забезпечує прогресивний соціальний розвиток, ресурсну безпеку країни, високу конкурентоздатність національної економіки.

Сформовано статистичну базу аналізу цифрової трансформації в секторах національної економіки, проаналізовано дані щодо закордонного досвіду формування цифрової економіки. Сформовано систему показників та критеріїв для оцінювання динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, запропоновано методика оцінювання ефективності цифрових трансформацій щодо забезпечення сестейнового розвитку. Показано яким чином оцінюється вплив окремих показників цифрових трансформацій на часткові індикатори сестейнового розвитку. Обґрунтовано науково-методичні положення, котрі дозволяють оцінити ефекти впливу цифрових трансформацій, зокрема, очікуваний позитивний вплив дематеріалізації економіки та цифровізації як на сестейновий розвиток, так і на ресурсну безпеку країни. Розроблено методики оцінювання ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних системах та обґрунтування інструментарію забезпечення інноваційного сестейнового розвитку економічних систем. Розвинуто економіко-математичну модель просторової оптимізації розвитку регіонів країни на основі поєднання інформаційної дивергенції та економічної і цифрової конвергенції.

## ЗМІСТ

|  |     |
|--|-----|
| ВСТУП.....   | 6   |
| 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ ВУЗЛІВ ТА УСПІШНИХ ПРАКТИК<br>ПЕРЕХОДУ СЕСТЕЙНОВОЇ МОДЕЛІ ЕКОНОМІКИ В РУСЛІ СУЧАСНИХ<br>ТРЕНДІВ ПРОМИСЛОВИХ РЕВОЛЮЦІ.....   | 8   |
| 1.1 Аналіз існуючого стану цифрової трансформації в секторах національної<br>економіки .....   | 8   |
| 1.2 Закордонний досвід формування цифрової економіки як основи для<br>сестейнового розвитку .....  | 40  |
| 2 ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ ТА КРИТЕРІЇВ ЇХ<br>КІЛЬКІСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ДИНАМІКИ ЦИФРОВОЇ<br>ТРАНСФОРМАЦІЇ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ<br>СИСТЕМ .....                         | 60  |
| 2.1 Система показників та критеріїв для оцінювання динаміки цифрової<br>трансформації соціально-економічних та екологічних систем .....  | 60  |
| 2.2 Аналіз світових практик вимірювання індексів досягнення цифровізації<br>суспільного життя .....  | 81  |
| 2.3 Теоретико-методологічне підґрунтя обґрунтування забезпечення<br>сестейнового розвитку та ресурсної безпеки шляхом урахування впровадження<br>проривних технологій та цифрової трансформації..... | 94  |
| 3 МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ<br>СЕСТЕЙНОВОГО РОЗВИТКУ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ.....   | 118 |
| 3.1 Методика оцінки ефективності цифрових трансформацій щодо забезпечення<br>сталого розвитку.....   | 118 |
| 3.2 Методика оцінки ефектів поширення проривних технологій в соціально-<br>економічних системах.....   | 129 |

|  |            |
|--|------------|
| 3.3 Методика обґрунтування інструментарію забезпечення інноваційного сестейнового розвитку економічних систем .....  | 131        |
| <b>4 КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЕСТЕЙНОВОГО РОЗВИТКУ .....</b>   | <b>135</b> |
| 4.1 Код продукту у відповідних пакетах прикладних програм для обґрунтування концепції забезпечення сестейнового розвитку та ресурсної безпеки .....                          | 135        |
| 4.2 Економіко-математична модель просторової оптимізації розвитку регіонів країни на основі поєднання інформаційної дивергенції та економічної і цифрової конвергенції ..... | 142        |
| <b>ВИСНОВКИ.....</b>   | <b>153</b> |
| <b>ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....</b>   | <b>157</b> |

## ВСТУП

Взаємозалежність і взаємозв'язок сучасних економічних систем вимагають нових методів дослідження. Класична економічна теорія з властивою їй постійною віддачею від масштабу не може описати більшості виробництв на основі зростаючої віддачі. Категорії синергетики, її основні ідеї та методологічні принципи поступово проникають у різні сфери економіки. Усі ці процеси відбуваються в умовах обмеженості ресурсів, зростаючого екологічного навантаження і посилення конкуренції. Актуальність питань охорони довкілля підкреслено в рамках роботи Конференції ООН у Ріо-де-Жанейро в 2012 р. (Ріо+20), рішень 195 країн-учасників конференції ООН по зміні клімату (Париж, 2015) та Указу Президента України «Про Стратегію сталого розвитку "Україна - 2020"».

Цифрова трансформація в Україні – одна з ключових змін, на яку покладені сподівання у стимулюванні позитивних економічних перетворень в умовах пандемії COVID-19 та існуючих викликах сьогодення. 17 січня 2018 р. Урядом України було ухвалено «Концепцію розвитку цифрової економіки та суспільства України (№ 67-р) «для підвищення конкурентоздатності, національного розвитку, та благополуччя населення», проте результати її реалізації показують на низку невирішених практичних, а відтак і теоретико-методологічних проблем. Зокрема, перша хвиля COVID-19 спричинила падіння ВВП у 2 кв. 2020 року на 11,4%, проте мінімальні втрати були в секторах нової економіки. Саме тому впровадження проривних технологій та цифрової трансформації економіки України може стати важливою складовою забезпечення сестейнового розвитку та ресурсної безпеки.

Метою першого етапу дослідження є формування науково-методичних підходів та розробка концепції обґрунтування забезпечення сестейнового розвитку та ресурсної безпеки.

Для досягнення цілі етапу було поставлено такі завдання:

- дослідити проблемні вузли та успішні практики (у т.ч., зарубіжні) переходу сестейнової моделі економіки в руслі сучасних трендів промислових революцій: Industries 3.0; 4.0; 5.0;

- проаналізувати існуючий стан цифрової трансформації в секторах національної економіки;

- дослідити закордонний досвід формування цифрової економіки як основи для сестейнового розвитку;

- сформувати систему показників та критеріїв їх кількісного визначення для оцінки динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем;

- розробити науково-методичні підходи щодо урахування ефективності впровадження проривних технологій та цифрової трансформації;

- розробити методику оцінювання ефективності цифрових трансформацій щодо забезпечення сестейнового (сталого) розвитку;

- розробити методику оцінювання ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних системах;

- розробити методику обґрунтування інструментарію забезпечення інноваційного сестейнового розвитку економічних;

- розробити відповідне програмне забезпечення (коду продукту у відповідних пакетах прикладних програм) для зручного використання зазначених методик;

- розробити моделі просторової оптимізації розвитку регіонів країни на основі поєднання інформаційної дивергенції та економічної і цифрової конвергенції їх продуктивних сил.

На наступних етапах дослідження планується пілотування проектних методик та формування бази даних результатів оцінювання ефективності цифрових трансформацій та ефектів поширення проривних технологій щодо забезпечення сестейнового (сталого) розвитку.

# **1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ ВУЗЛІВ ТА УСПІШНИХ ПРАКТИК ПЕРЕХОДУ СЕСТЕЙНОВОЇ МОДЕЛІ ЕКОНОМІКИ В РУСЛІ СУЧАСНИХ ТРЕНДІВ ПРОМИСЛОВИХ РЕВОЛЮЦІ**

## **1.1 Аналіз існуючого стану цифрової трансформації в секторах національної економіки**

Цифрова трансформація економіки дозволяє отримувати безліч переваг для країни. Серед них: підвищення конкурентоспроможності та потужності підприємств, полегшення життя людей та покращення його якості, новий рівень надання послуг як державних, так і приватних. Але найголовніше – це нові можливості для суспільства зробити величезний крок уперед у своєму поточному розвитку.

Цифрова трансформація перетворює всі сфери в країні у якісно новий порядок. Такий порядок прискорює економічне зростання і призводить до процвітання суспільства. Тому інвестиції у цифрову трансформацію дуже важливі для будь-якої країни. Окрім самих інвестицій також необхідні реформи і правове регулювання, оскільки на шляху до нового необхідні й нові правила. Нова нормативна база дозволить підприємствам вступати у цифрову трансформацію з яким розумінням як використати можливий потенціал перетворень.

Розвинені та інші країни, які усвідомили необхідність цифрової трансформації, останнім часом докладають значних зусиль до перебудови своїх економік у цифрову версію, зменшуючи частку традиційних секторів, особливо тих, що пов'язані з експлуатацією природних ресурсів та забрудненням довкілля. Таким чином, відбувається ще декілька позитивних перетворень. При цьому потрібно розуміти, що цифрова економіка є високомаржинальною і перехід від традиційних до цифрових секторів дозволить також збільшувати дохід країни. Для найбільш розвинутих країн цифрова трансформація є



найголовнішим стратегічним напрямком розвитку, що також має бути взято за основу в Українській державі.

Статистичною базою для проведення аналізу існуючого стану цифрової трансформації України можуть служити звіти міжнародних організацій та офіційних установ щодо поточного стану цифровізації країни. Відзначимо, що проблемами аналізу стану цифровізації займалися і вітчизняні вчені, зокрема Семенченко А. [1], Коломієць Г. М. [2], Кононова Е. Ю. [3], Мачуга Р. І. [4] та ін. Для того, щоб розуміти стан цифрової трансформації економіки України, звернемось до існуючих міжнародних рейтингів. Згідно Індексу мережевої готовності (WEF Networked Readiness Index), який визначає рівень розвитку інформаційно-комунікаційних технологій у країнах світу, серед найбільших 134 економік світу за підсумками 2020 року Україна посіла 64 місце, що є середнім результатом, оскільки це потрапляння у другий квартиль із чотирьох [5]. У 2019 році Україна посідала 67 позицію [5], тобто у 2020 році Україна покращила свій результат на 3 позиції. Даний індекс враховує наявність умов для розвитку інформаційно-комунікаційних технологій; готовність використання інформаційно-комунікаційних технологій урядом, бізнесом і суспільством; вплив інформаційно-комунікаційних технологій на розвиток країни. Урядовий сектор України щодо використання інформаційно-комунікаційних отримав найбільший бал 58,19 серед інших складових, що вказує на правильність кроків держави у цьому напрямі.

Звернемось до Індексу розвитку електронного уряду ООН (The UN Global E-Government Development Index). Згідно рейтингу, Україна за підсумками 2020 року посіла 69 місце серед 193 країн світу зі значенням індексу 0,7119 [6]. По цьому показнику є певний прогрес, оскільки у 2018 році Україна посідала 82 місце зі значенням індексу 0,6165 (рис. 1.1) [6]. Даний індекс характеризує рівень розвитку електронного урядування, який базується на «присутності в онлайн» країни.

Інший індекс від ООН – це Індекс електронної участі громадян ООН (The UN Global E-Participation Index). Згідно рейтингу за цим індексом, Україна за

підсумками 2020 року посіла 46 місце серед 193 країн світу зі значенням індексу 0,8095 [7]. За цим показником є також суттєвий прогрес, оскільки у 2018 році Україна посідала 75 місце зі значенням індексу 0,6854 (рис. 1.2) [7]. Даний індекс служить для оцінювання електронного урядування з точки зору сестейного розвитку.

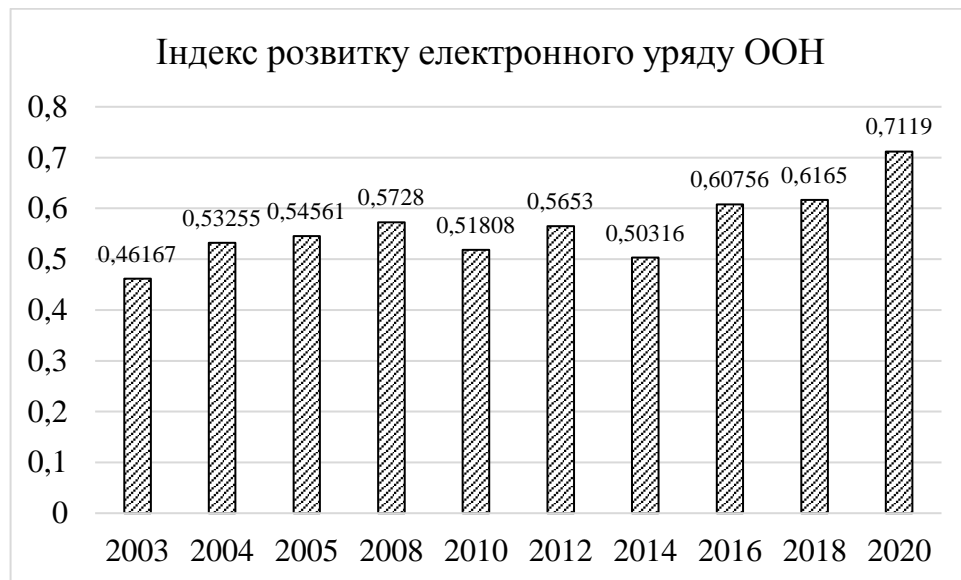


Рисунок 1.1 – Значення Індексу розвитку електронного уряду ООН для України, 2003-2020 рр. Джерело: побудовано авторами на основі даних [6]



Рисунок 1.2 – Значення Індексу електронної участі громадян ООН для України, 2003-2020 рр. Джерело: побудовано авторами на основі даних [7]

Таким чином, базуючись на розглянутих двох індексах ООН, Україна увійшла до переліку країн з високим рівнем розвитку електронного уряду ООН та перейшла до дуже високого рівня Індексу електронної участі громадян ООН. Міністерство цифрової трансформації України ставить за мету входження України у 2022 році до топ-20 країн рейтингу [8]. Для цього Міністерство цифрової трансформації впровадило онлайн-платформу «Взаємодія» за підтримки Програми EGAP, що реалізується Фондом Східна Європа. Завдяки цьому громадяни отримують доступ до багатьох електронних державних та інших сервісів [8].

Наступний суттєвий показник – Індекс розвитку Інтернету (The Web Index), який обчислюється Міжнародною організацією World Wide Web Foundation. Даний індекс демонструє внесок Інтернету у соціальний, економічний та політичний прогрес країн світу за наступними чотирма основними групами: проникнення; свобода і відкритість; якість контенту; права і можливості. За цим показником Україна посідає 46 місце серед 86 країн, які увійшли до рейтингу. Значення індексу України дорівнює 45,2, а позиція країни є незмінною за останні 5 років [9]. Дане значення є середнім, негативним фактом є те, що країна не прогресує у рейтингу. За умови прогресу інших країн, Україна буде поступово погіршувати свої позиції у індексу розвитку Інтернету.

Також достатньо авторитетним є Індекс розвитку інформаційно-комунікаційних технологій у країнах світу (ICT Development Index), який розраховується установою ООН у сфері глобального електрозв'язку – Міжнародним союзом електрозв'язку. Згідно з цим індексом формуються рейтинги країн за інфраструктурою інформаційних технологій, а саме за доступом, використанням, навичками. Для України є останні дані лише за 2017 рік, за той рік країна посідала 79 місце серед 176 країн зі значенням індексу 5,62 [10]. У 2016 році – 78 місце, але значення індексу було гірше – 5,31 [10]. Даний факт означає, що навіть прогрес у значеннях індексів іноді не відображається у прогресі у рейтингу, тому що інші країни покращають значення своїх індексів швидше.

Як бачимо із світових рейтингів, в Україні цифрова трансформація відбувається повільно. Це пов'язано з деякими проблемами, які можна побачити у розрізі секторів національної економіки. Розглянемо існуючий стан цифрової трансформації по цих секторам. Для цього використаємо статистичну інформацію Державної служби статистики України по використанню інформаційно-комунікаційних технологій за 2017-2019 роки [11]. Розбиття на види економічної діяльності відбувається згідно класифікації видів економічної діяльності України. До переліку секторів, що аналізується включені найбільш суттєві види з точки зору використання інформаційно-комунікаційних технологій:

1. Переробна промисловість.
2. Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря.
3. Будівництво.
4. Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів.
5. Водопостачання; каналізація, поводження з відходами.
6. Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність.
7. Тимчасове розміщування й організація харчування.
8. Інформація та телекомунікації.
9. Операції з нерухомим майном.
10. Професійна, наукова та технічна діяльність.
11. Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування.

Найбільші сектори проаналізуємо більш детально. До них відносяться: переробна промисловість; постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря; будівництво; оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів.

*Переробна промисловість* є одним із найголовніших секторів національної економіки, оскільки нею створюється велика частка національного продукту. Цікавим є проєкт «Стратегія розвитку промисловості України» через те, що в ньому робиться акцент на впровадженні у промисловості «Індустрії 4.0», тобто

четвертої промислової революції, згідно з якою потребують цифровізації всі матеріальні активи держави, а також інтеграція всіх дійових осіб у новостворену цифрову систему. Зазначена стратегія не є вичерпною щодо цифрової трансформації промисловості України і потребує певних доповнень. Серед можливих доповнень повинно бути визначення пріоритетів цифрової трансформації промисловості та створення спеціального державного органу цифрової трансформації. Наразі необхідні доповнення можна ввести в проекти декількох стратегій. Серед них «Стратегія розвитку цифрової інфраструктури стратегічних галузей промисловості, оборонно-промислового комплексу України на період до 2025 року» та «Стратегія розвитку промислового комплексу України на період до 2025 року». Але для того, щоб краще розуміти, які цілі закладати у стратегії, необхідно спочатку проаналізувати існуючий стан цифрової трансформації переробної промисловості. Для цього спочатку розглянемо використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Кількість та частка підприємств переробної промисловості, які використовували комп'ютери, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

Як бачимо із рисунку 1.3, хоча й кількість підприємств переробної промисловості, що використовує комп'ютери, зростає кожен рік, їх частка у

загальній кількості підприємств цієї галузі зменшується. Це говорить про те, що загальна кількість підприємств цієї галузі збільшується швидше, ніж кількість підприємств, що використовує комп'ютери. Цей факт говорить про необхідність переходу від кількісних цілей цифрової трансформації до якісних.

Тепер розглянемо наявність доступу до мережі Інтернет (рис. 1.4). Як бачимо із рисунку 1.4, тенденція така ж сама, як і з використанням комп'ютерів: абсолютна кількість підприємств, які мали доступ до мережі Інтернет, зростає, а частка падає. Тобто, також необхіден перехід від кількісних цілей цифрової трансформації до якісних.

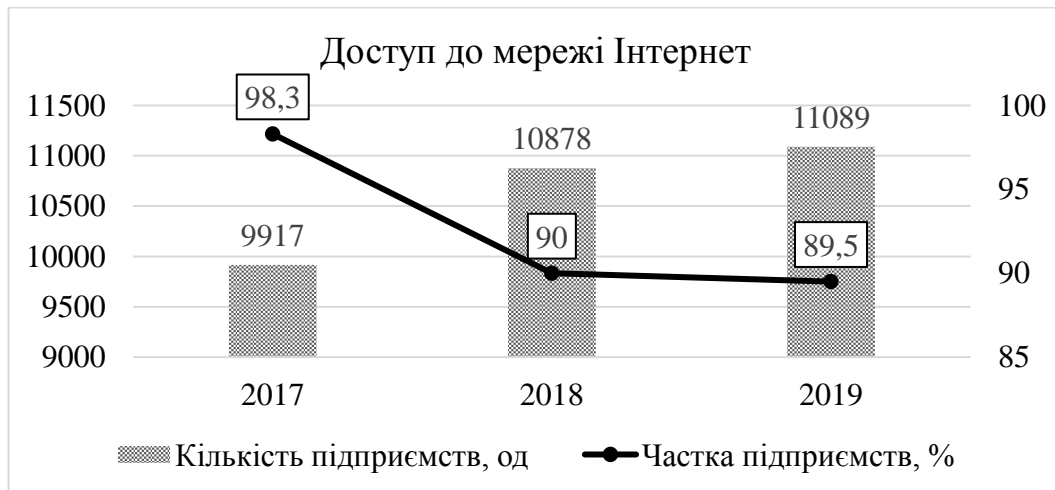


Рисунок 1.4 – Кількість та частка підприємств переробної промисловості, які мали доступ до мережі Інтернет, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

Розглянемо тепер наявність фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) та веб-сайту, який функціонував у Інтернеті (рис. 1.5 та 1.6).

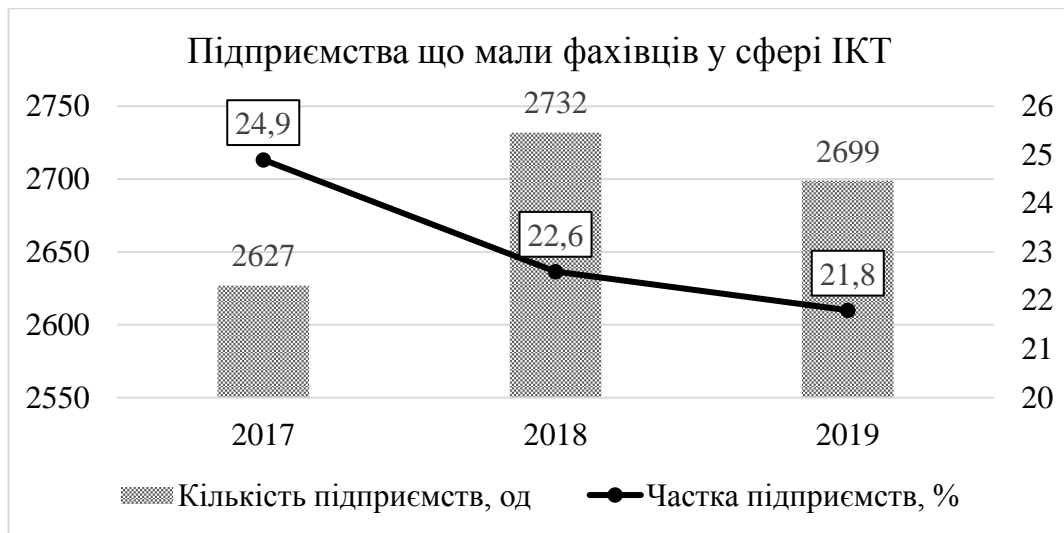


Рисунок 1.5 – Кількість та частка підприємств переробної промисловості, які мали фахівців у сфері ІКТ, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

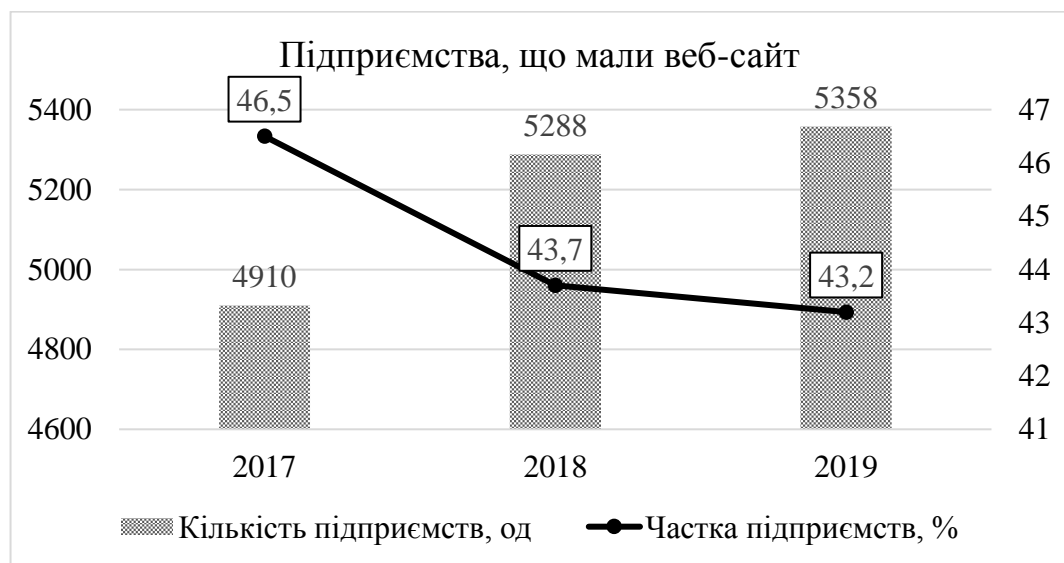


Рисунок 1.6 – Кількість та частка підприємств переробної промисловості, що мали веб-сайт, який функціонував у мережі Інтернет, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

Як бачимо з рисунків 1.5 та 1.6, знову повторюється та ж сама тенденція, яку ми спостерігали у попередніх трьох показниках у вигляді зниження частки підприємств. Частка підприємств падала як для підприємств, що мали фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій, так і для підприємств, що

мали веб-сайт, який функціонував у мережі Інтернет. При цьому абсолютна кількість підприємств із веб-сайтом зростала постійно три роки, але кількість підприємств, що мали фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій зросла у 2018 році, але впала у 2019 році, що не може не турбувати. Крім того, звернемо увагу на загальну невелику частку підприємств, що мали фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій. Очевидно, що підприємствам переробної промисловості потрібно здійснювати навчання та набір таких фахівців для того, щоб втілювати цифрову трансформацію галузі.

Останнє, що проаналізуємо для переробної галузі, це використання послуг хмарних обчислень та здійснення аналізу «великих даних» (Big Data). Відповідні показники зображені на рис. 1.7 та 1.8. Виходячи із рисунку 1.7 бачимо, що хоча абсолютна кількість підприємств, які використовували послуги хмарних обчислень, росла три роки, їх частка залишається вкрай малою і не перевищує 10%. Це говорить про необхідність підтримки з боку держави щодо залучення підприємств у використання хмарних технологій, що дозволить оптимізувати ресурси підприємств.

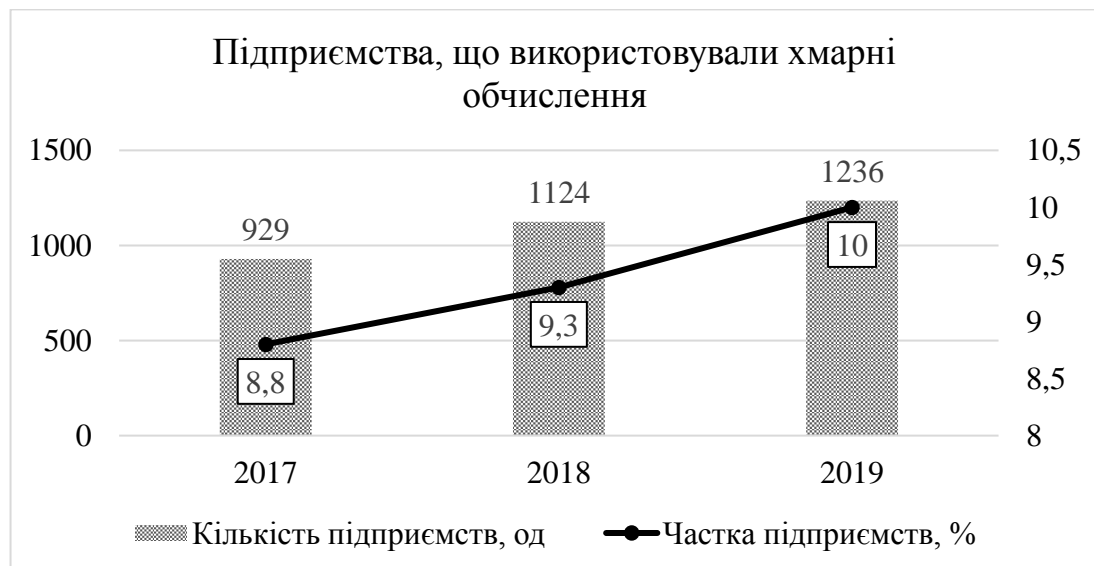


Рисунок 1.7 – Кількість та частка підприємств переробної промисловості, що використовували послуги хмарних обчислень, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]



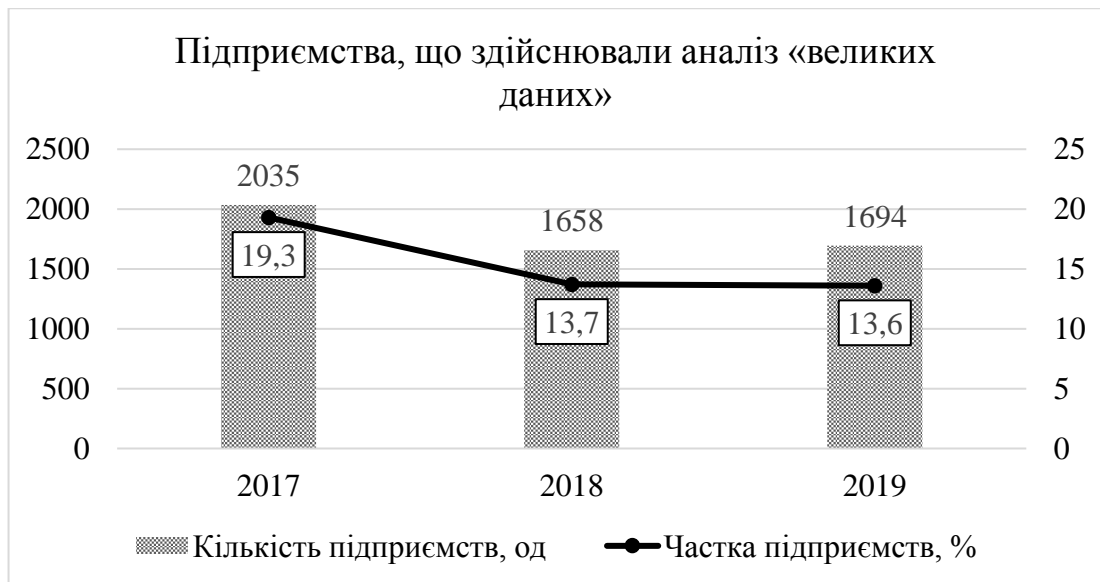


Рисунок 1.8 – Кількість та частка підприємств переробної промисловості, що здійснювали аналіз «великих даних» (Big Data), 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

Як бачимо із рисунку 1.8, відбулося зниження як кількості, так і частки підприємств, що здійснювали аналіз «великих даних». Це стосується як аналізу власними силами, так і зовнішніми постачальниками послуг. Хоча у 2019 році відбулося певне зростання у порівнянні з 2018 роком, але воно не суттєве. Мала частка таких підприємств, яка на 2019 рік не перевищує 14%, говорить про низьку залученість підприємств промислової галузі до такої перспективної сфери з точки зору цифрової трансформації економіки. Підприємства, що використовують аналіз «великих даних» отримують велику конкурентну перевагу, оскільки це дозволяє швидше приймати обґрунтовані ділові рішення. А це в свою чергу веде до підвищення прибутковості підприємств.

*Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря* є важливим сектором національної економіки, хоча і складає приблизно 4% ВВП України. Але функція забезпечення ресурсами важлива тим, що без неї не зможе функціонувати жодна інша галузь економіки. Для того, щоб краще розуміти, як у подальшому розвивати цю галузь, спочатку потрібно проаналізувати її поточні процеси по відношенню до цифрової трансформації.

Розглянемо використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах галузі (рис. 1.9).



Рисунок 1.9 – Кількість та частка підприємств галузі постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, які використовували комп'ютери, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

Як бачимо із рисунку 1.9, хоча кількість підприємств галузі постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря що використовує комп'ютери зростає кожен рік, їх частка у загальній кількості підприємств цієї галузі зменшується. Це говорить про те, що загальна кількість підприємств галузі збільшується швидше, ніж кількість підприємств, що використовує комп'ютери. Але в цілому частка велика й її потрібно доводити до 100%, оскільки використання комп'ютерів – вимога часу.

Тепер розглянемо наявність доступу до мережі Інтернет. Як бачимо із рисунку 1.10, тенденція повторюється: абсолютна кількість підприємств які мали доступ до мережі Інтернет зростає, а частка падає.



Рисунок 1.10 – Кількість та частка підприємств постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, які мали доступ до мережі Інтернет, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

В цілому частка підприємств, які мали доступ до мережі Інтернет, падає, але є великою, проте потрібно прямувати до 100%. Це зробити можливо лише після забезпечення підприємств галузі комп'ютерами.

Розглянемо тепер наявність у підприємств постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) та наявність веб-сайту, який функціонував у мережі Інтернет (рис. 1.11 та 1.12).

Як бачимо з рисунків 1.11 та 1.12, є гарна тенденція щодо підвищення частки підприємств, що мали веб-сайт, який функціонував у мережі Інтернет. Але частка підприємств, що мали фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій, падає. При цьому абсолютна кількість підприємств, що мали веб-сайт, також зростала постійно останні три роки. А кількість підприємств, що мали фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій, не мала постійного росту. Негативним фактом є також те, що частка підприємств по обом характеристикам є малою, в незалежності від того, зростає

вона, чи зменшується. Підприємствам потрібно здійснювати навчання та набір фахівців, набувати сайти для того щоб втілювати цифрову трансформацію галузі.



Рисунок 1.11 – Кількість та частка підприємств постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, які мали фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

Проаналізуємо для галузі постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря використання послуг хмарних обчислень та здійснення аналізу «великих даних» (Big Data). Відповідні показники зображені на рис. 1.13 та 1.14.

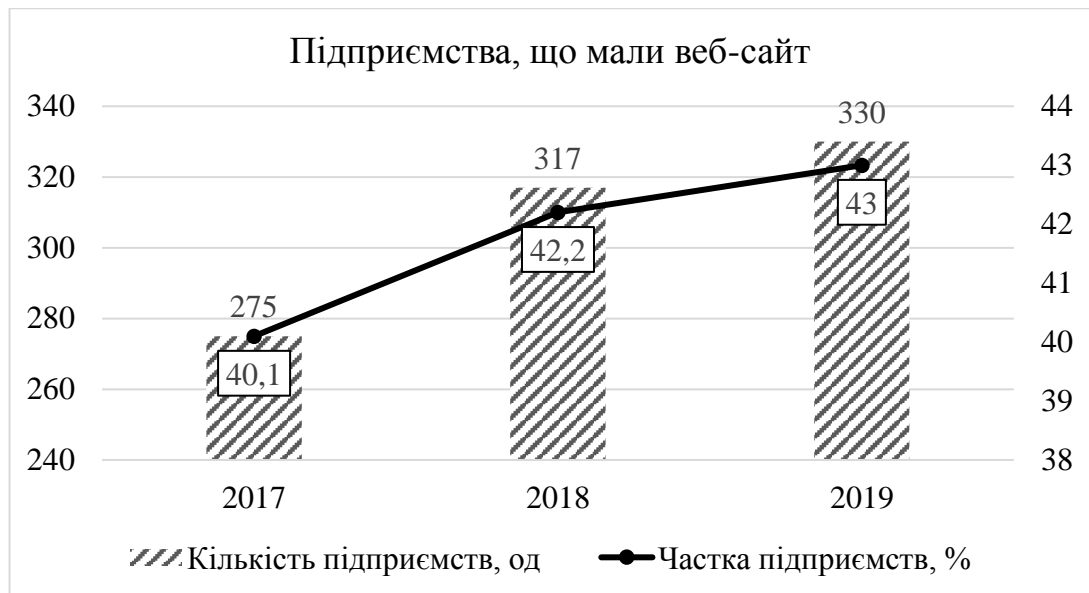


Рисунок 1.12 – Кількість та частка підприємств постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, що мали веб-сайт, який функціонував у мережі Інтернет, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

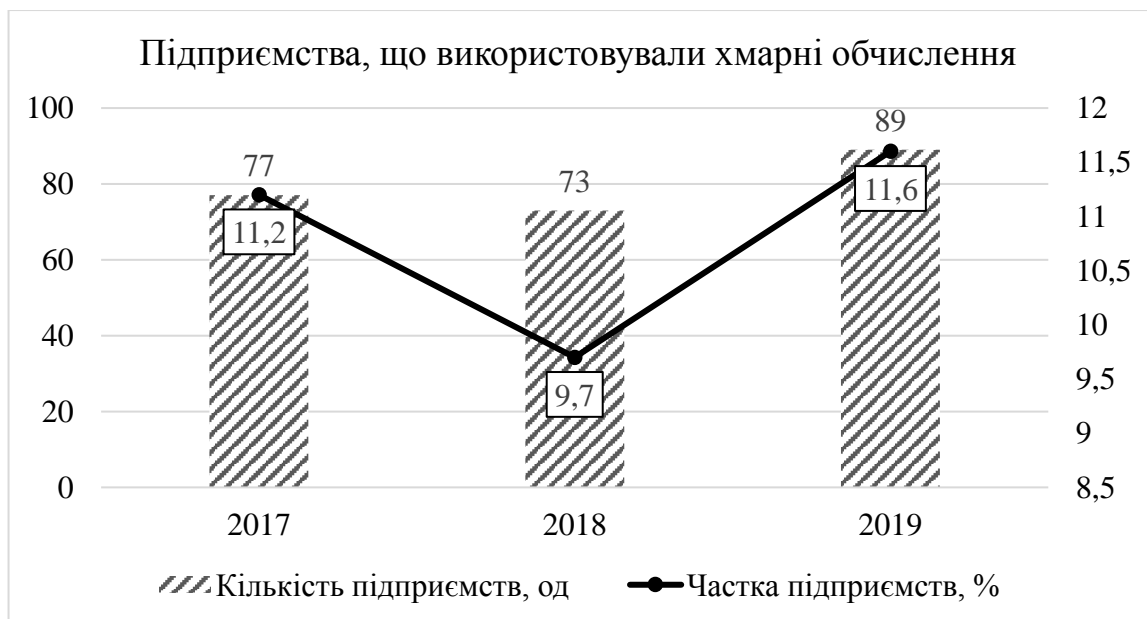


Рисунок 1.13 – Кількість та частка підприємств постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, що використовували послуги хмарних обчислень, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

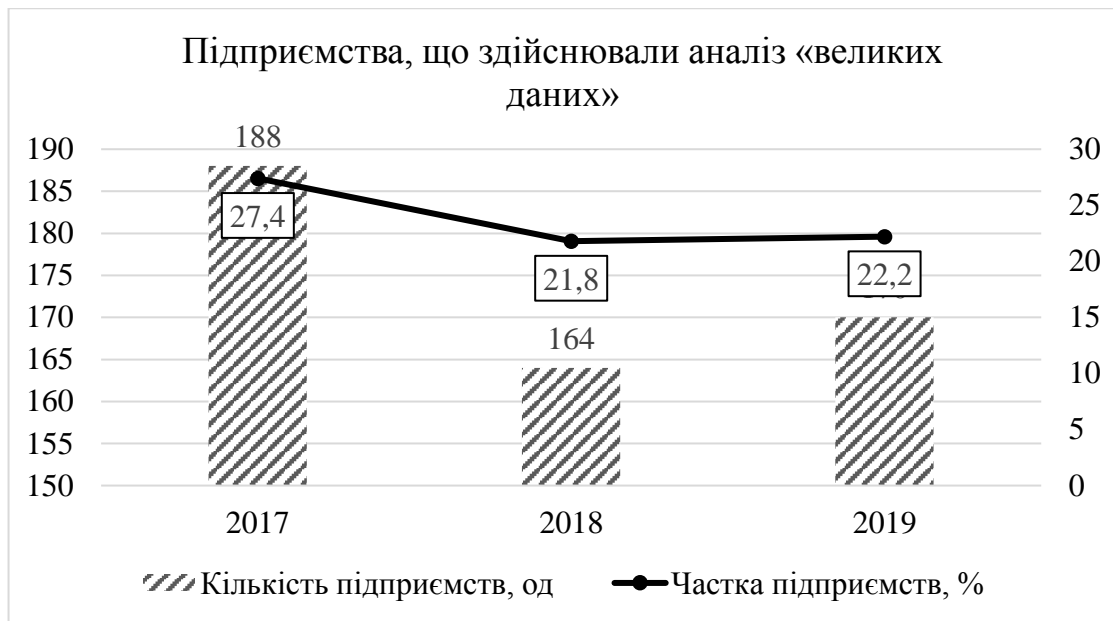


Рисунок 1.14 – Кількість та частка підприємств постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, що здійснювали аналіз «великих даних» (Big Data), 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

Виходячи із рисунку 1.13 бачимо, що хоча абсолютна кількість підприємств, які використовували послуги хмарних обчислень зростає у 2019 році, їх частка залишається малою і не перевищує 12%. Це говорить про необхідність підтримки державою залучення підприємств до використання хмарних технологій. Як бачимо із рисунку 1.14, відбулося падіння як кількості, так і частки підприємств, що здійснювали аналіз «великих даних». Хоча у 2019 році відбулося певне зростання у порівнянні з 2018 роком. Мала частка таких підприємств, що на 2019 рік не перевищує 23%, говорить про низьку залученість підприємств галузі до аналізу «великих даних».

*Будівництво* становить зараз 2,2% ВВП України [12]. Не зважаючи на незначну долю у ВВП, будівництво виконує дуже важливу роль в економіці. Воно забезпечує замовленнями понад 30 суміжних галузей. Значна доля сектору – це малий та середній бізнес [12]. Розглянемо стан цифрової трансформації будівельного сектору. Першим, що розглянемо, буде використання комп'ютерів на підприємствах цього сектору (рис. 1.15).



Рисунок 1.15 – Кількість та частка підприємств галузі будівництва, які використовували комп'ютери, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

Як бачимо із рисунку 1.15, кількість підприємств будівельної галузі, які використовували комп'ютери, значно зросла за три роки, але при цьому частка таких підприємств впала більше ніж на 10%. Тому для цифрової трансформації потрібно проводити повну комп'ютеризацію цього сектору.

Розглянемо наявність доступу до мережі Інтернет (рис. 1.16).

Рисунок 1.16 також демонструє підвищення кількості підприємств будівельної галузі, де почали використовувати Інтернет, при цьому спостерігається та ж сама тенденція зменшення частки таких підприємств. Можливо, нові підприємства, що виникають у цій галузі не одразу починають проводити цифровізацію своєї діяльності.

Розглянемо наявність у будівництва фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) та наявність веб-сайту, який функціонував у мережі Інтернет (рис. 1.17 та 1.18).

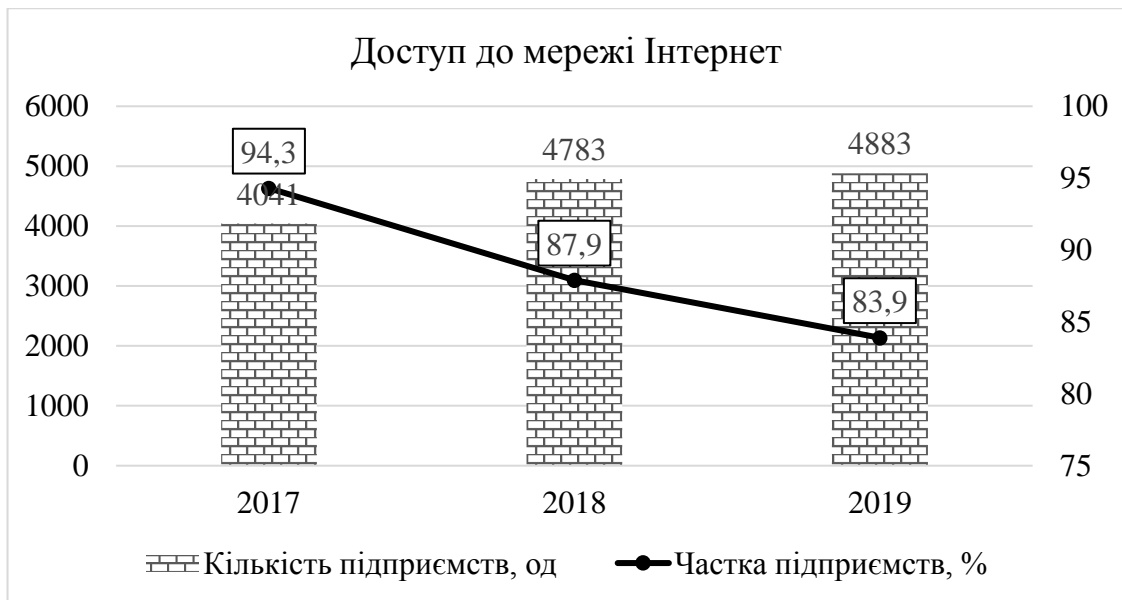


Рисунок 1.16 – Кількість та частка підприємств галузі будівництва, які мали доступ до мережі Інтернет, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

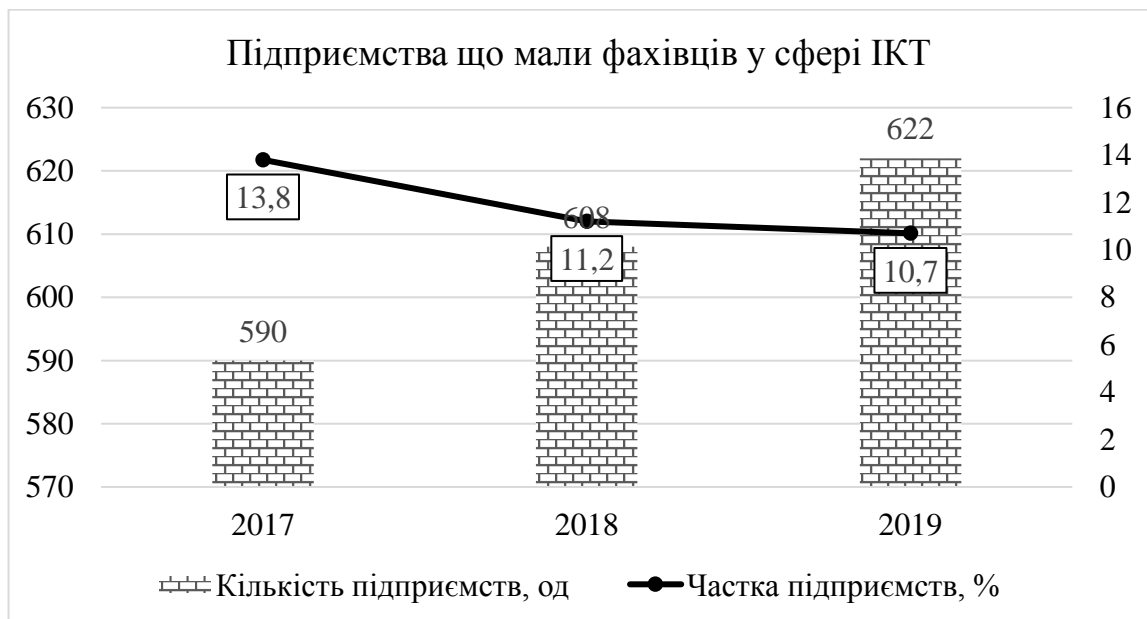


Рисунок 1.17 – Кількість та частка підприємств будівництва, які мали фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

Як бачимо з рисунків 1.17 та 1.18, позитивним моментом є зростання кількості підприємств будівельної галузі, що мали фахівців у сфері



інформаційно-комунікаційних технологій та мали веб-сайт, який функціонував у мережі Інтернет. З іншого боку, частка підприємств за обома параметрами падала й була в цілому досить малою для обох випадків. Підприємствам потрібно здійснювати навчання та набір фахівців, розробляти власні сайти для реалізації цифрової трансформації галузі.



Рисунок 1.18 – Кількість та частка підприємств будівництва, що мали веб-сайт, який функціонував у мережі Інтернет, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

Проаналізуємо для галузі будівництва використання послуг хмарних обчислень та здійснення аналізу «великих даних» (рис. 1.19, 1.20).

Із рисунку 1.19 бачимо, що було незначне зростання кількості підприємств, що використовували послуги хмарних обчислень, при цьому трохи впала частка таких підприємств, хоча останні два роки вона стабільна. Рисунок 1.20 демонструє, що за три роки суттєво зросла як кількість, так і частка підприємств будівництва, що здійснювали аналіз «великих даних». Це є позитивним фактором, хоча за останній рік частка впала на 0,8%, але загальна тенденція є позитивною.



Рисунок 1.19 – Кількість та частка підприємств будівництва, що використовували послуги хмарних обчислень, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

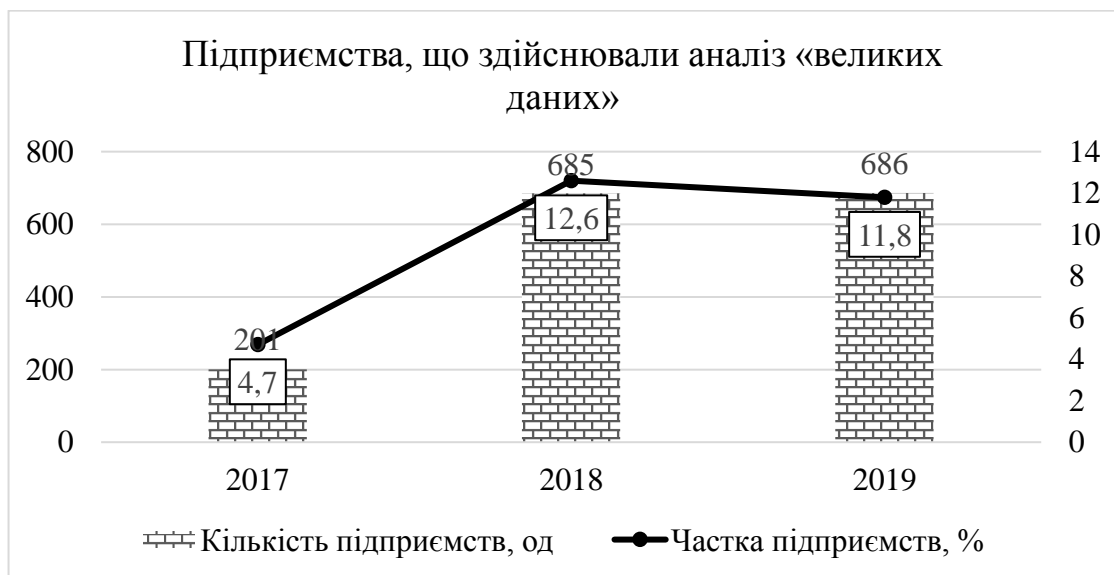


Рисунок 1.20 – Кількість та частка підприємств будівництва, що здійснювали аналіз «великих даних» (Big Data), 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

*Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів* є великим сектором національної економіки та складає приблизно 14,4% ВВП України. Останнім часом ця галузь бурхливо розвивалась в Україні,

що позитивно впливало на добробут суспільства. Особливістю цієї галузі є те, що вона активно використовує цифровізацію для підвищення ефективності. Проаналізуємо її поточні процеси цифрової трансформації. Розглянемо використання комп'ютерів на підприємствах галузі (рис. 1.21). Як видно із рисунку 1.21, в цій галузі кількість підприємств, що використовували комп'ютери, зростала за три роки, але частка суттєво падала.

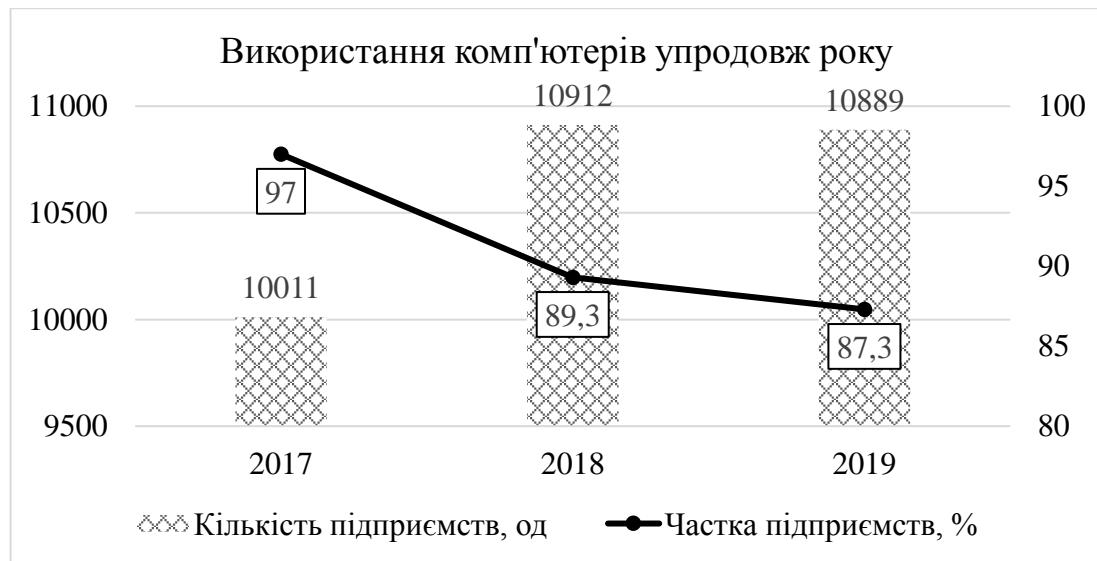


Рисунок 1.21 – Кількість та частка підприємств галузі оптової та роздрібної торгівлі; ремонту автотранспортних засобів і мотоциклів, які використовували комп'ютери, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

Розглянемо наявність доступу до мережі Інтернет у підприємств галузі. Як бачимо із рисунку 1.22, частка таких підприємств падає. А загальна кількість зросла і залишалась стабільною останні 2 роки.

Розглянемо наявність у галузі оптової та роздрібної торгівлі; ремонту автотранспортних засобів і мотоциклів фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) та наявність веб-сайту (рис. 1.23 та 1.24).

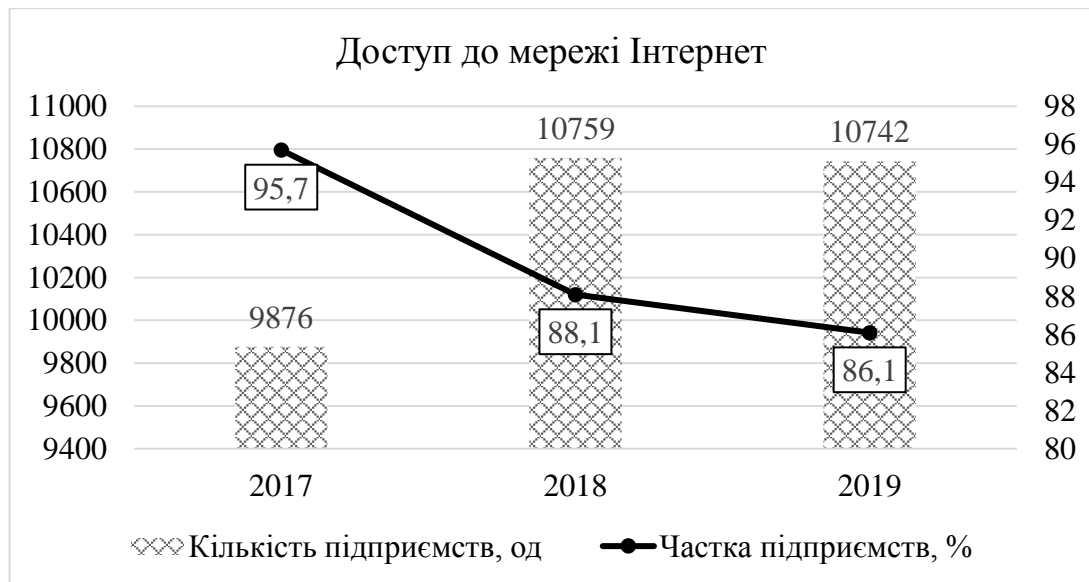


Рисунок 1.22 – Кількість та частка підприємств галузі оптової та роздрібної торгівлі; ремонту автотранспортних засобів і мотоциклів, які мали доступ до мережі Інтернет, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]



Рисунок 1.23 – Кількість та частка підприємств галузі оптової та роздрібної торгівлі; ремонту автотранспортних засобів і мотоциклів, які мали фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]



Рисунок 1.24 – Кількість та частка підприємств галузі оптової та роздрібної торгівлі; ремонту автотранспортних засобів і мотоциклів, що мали веб-сайт, який функціонував у мережі Інтернет, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

Як бачимо з рисунків 1.23 та 1.24, гарним моментом є зростання кількості підприємств галузі оптової та роздрібної торгівлі; ремонту автотранспортних засобів і мотоциклів, що мали фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій та веб-сайт. Частка підприємств падала за двома параметрами. Відзначимо той факт, що хоча частка підприємств і падала, вона є вищою, ніж у підприємств інших галузей. Це пов'язано із виробничою необхідністю підприємств галузі мати як фахівців ІКТ, так і власний веб-сайт.

Проаналізуємо для галузі оптової та роздрібної торгівлі; ремонту автотранспортних засобів і мотоциклів використання послуг хмарних обчислень та здійснення аналізу «великих даних» (рис. 1.25, 1.26).

Із рисунку 1.25 бачимо, що кількість підприємств зростала, але несуттєво. Частка також зростала несуттєво. В цілому і кількість і частка є малою, що, можливо, пояснюється специфікою діяльності цієї галузі. Галузь оптової та роздрібної торгівлі; ремонту автотранспортних засобів і мотоциклів не є вимогливою щодо інформаційних обчислень, тому хмарні технології у ній використовують не часто.

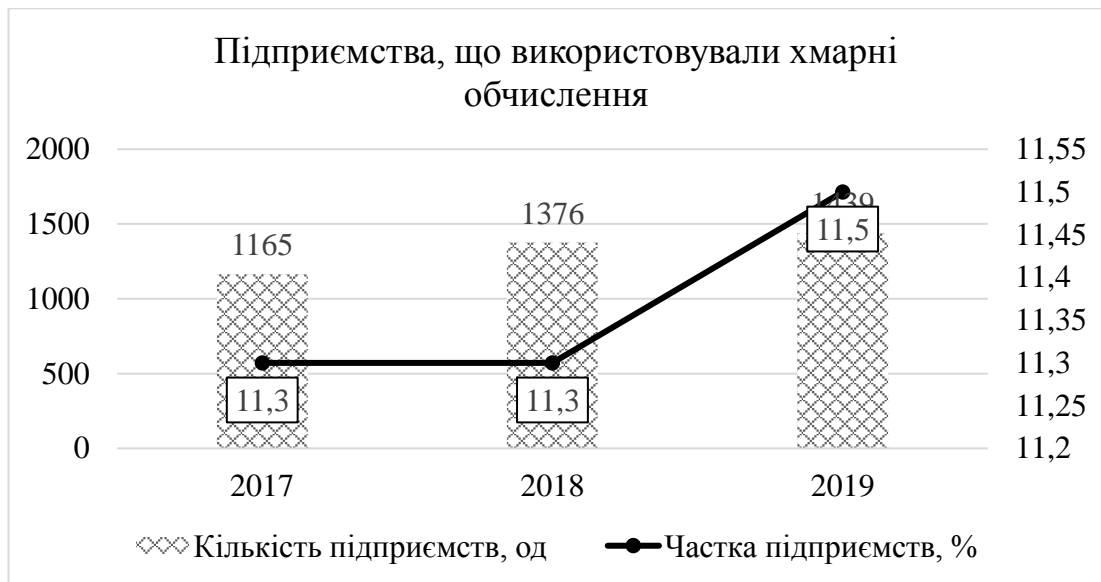


Рисунок 1.25 – Кількість та частка підприємств галузі оптової та роздрібної торгівлі; ремонту автотранспортних засобів і мотоциклів, що використовували послуги хмарних обчислень, 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

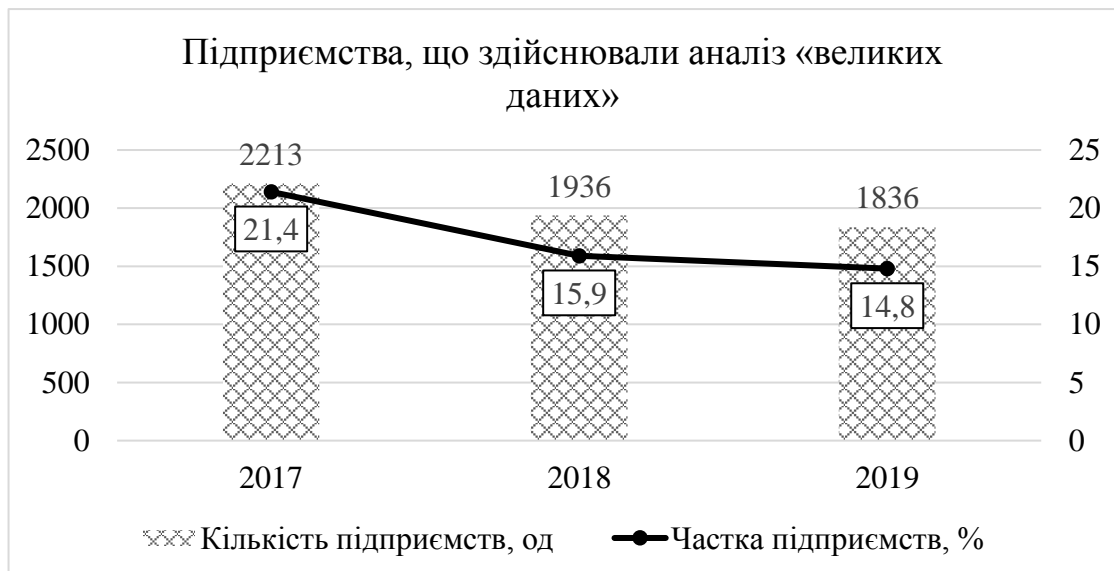


Рисунок 1.26 – Кількість та частка підприємств галузі оптової та роздрібної торгівлі; ремонту автотранспортних засобів і мотоциклів, що здійснювали аналіз «великих даних» (Big Data), 2017-2019 рр. Джерело: розраховано та побудовано авторами на основі даних [11]

Із рисунку 1.26 можна побачити, що як кількість, так і частка підприємств галузі оптової та роздрібною торгівлі; ремонту автотранспортних засобів і мотоциклів, що здійснювали аналіз «великих даних» падали за останні три роки. Це може свідчити про те, що більшість підприємств даної галузі – малі підприємства, які не займаються аналізом великих даних. Але для цифрової трансформації країни потрібно залучати й малі підприємства до цих процесів, включаючи форму співпраці із зовнішніми постачальниками послуг обчислень.

Тепер проаналізуємо всі інші сектори економіки України, які не ввійшли до детального аналізу. Це водопостачання, каналізація, поводження з відходами; транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність; тимчасове розміщування й організація харчування; інформація та телекомунікації; операції з нерухомим майном; професійна, наукова та технічна діяльність; діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування.

*Водопостачання, каналізація, поводження з відходами* є сектором забезпечення діяльності інших секторів економіки. Проаналізуємо стан цифрової трансформації цієї галузі (табл. 1.1).

Як бачимо із таблиці 1.1, кількість підприємств, що використовували комп'ютери у своїй діяльності та мали доступ до мережі Інтернет впала не суттєво. Також впала часта таких підприємств. Такі тенденції не є позитивними, й навіть якщо зменшується кількість підприємств цієї галузі, необхідно намагатися підвищувати їх загальну частку у цифровізації.

Кількість та частка підприємств, що мали фахівців у сфері ІКТ, змінювались несуттєво у бік падіння. Проте, виросла як кількість так і частка тих, хто мав веб-сайт у мережі Інтернет, що є гарним фактором цифрової трансформації. Але частка 25% є малою й її потрібно підвищувати.

Зросла кількість і частка підприємств, що використовували послуги хмарних обчислень, по аналізу «великих даних» відбулось зменшення по обом показникам. В цілому, як кількісний показник, так і відсотковий є дуже малими, що може пояснюватися відсутністю значної необхідності у таких обчисленнях.

Таблиця 1.1 – Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах водопостачання, каналізації, поводження з відходами, 2017-2019 рр.

| Підприємства                              | Кількість, одиниць |      |      | Частка, % |      |      |
|---|--------------------|------|------|-----------|------|------|
|   | 2017               | 2018 | 2019 | 2017      | 2018 | 2019 |
| Використовували комп'ютери                | 1065               | 1147 | 1152 | 97,4      | 95,2 | 93,6 |
| Мали доступ до мережі Інтернет            | 1053               | 1130 | 1138 | 96        | 93,8 | 92,4 |
| Мали фахівців у сфері ІКТ                 | 197                | 209  | 203  | 18        | 17,3 | 16,5 |
| Мали веб-сайт у мережі Інтернет           | 253                | 275  | 308  | 23        | 22,8 | 25   |
| Використовували послуги хмарних обчислень | 86                 | 85   | 108  | 8         | 7,1  | 8,8  |
| Здійснювали аналіз «великих даних»        | 201                | 184  | 181  | 18,3      | 15,3 | 14,7 |

Джерело: розраховано авторами на основі даних [11]

*Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність* відноситься до забезпечуючих галузей і має велике значення для національної економіки. Тому цифрова трансформація цієї галузі має особливе значення. Проаналізуємо її (табл. 1.2).

Як бачимо із таблиці 1.2, відбулося збільшення кількості підприємств галузі транспорту, складського господарства, поштової та кур'єрської діяльності, що використовували комп'ютери, але впала частка таких підприємств. Те ж саме стосується підприємств, що мали доступ до мережі Інтернет. Частка підприємств, що використовували комп'ютери та мали доступ до Інтернету висока, але не перевищує 90%.



Таблиця 1.2 – Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах транспорту, складського господарства, поштової та кур'єрської діяльності, 2017-2019 рр.

| Підприємства                              | Кількість, одиниць |      |      | Частка, % |      |      |
|---|--------------------|------|------|-----------|------|------|
|   | 2017               | 2018 | 2019 | 2017      | 2018 | 2019 |
| Використовували комп'ютери                | 3287               | 3542 | 3626 | 94,6      | 89,9 | 89,7 |
| Мали доступ до мережі Інтернет            | 3215               | 3462 | 3553 | 93,5      | 87,8 | 87,9 |
| Мали фахівців у сфері ІКТ                 | 653                | 668  | 676  | 18,8      | 17   | 16,7 |
| Мали веб-сайт у мережі Інтернет           | 845                | 882  | 893  | 24,3      | 22,4 | 22,1 |
| Використовували послуги хмарних обчислень | 274                | 296  | 327  | 7,9       | 7,5  | 8,1  |
| Здійснювали аналіз «великих даних»        | 740                | 678  | 678  | 21,3      | 17,3 | 16,8 |

Джерело: розраховано авторами на основі даних [11]

Кількість підприємств галузі, що мали фахівців ІКТ, збільшилась, але частка зменшилась і залишається в межах 17%, що є низьким показником. Тому частку підприємств, що не мають своїх фахівців ІКТ потрібно зменшувати за рахунок залучення та навчання нових фахівців.

Що стосується використання послуг хмарних обчислень, то в цьому аспекті цифрової трансформації галузі є тренд на збільшення як абсолютної кількості підприємств, так і їх частки. Трохи гірша ситуація зі здійсненням аналізу «великих даних». Впала кількість таких підприємств та частка, але не суттєво. Враховуючи те, що підприємства зазначеного сектору працюють з великими обсягами даних, аналіз «великих даних» стає все потрібніше.

*Тимчасове розміщення й організація харчування* також відноситься до забезпечуючих галузей. Проаналізуємо її (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах тимчасового розміщування й організації харчування, 2017-2019 рр.

| Підприємства                              | Кількість, одиниць |      |      | Частка, % |      |      |
|---|--------------------|------|------|-----------|------|------|
|   | 2017               | 2018 | 2019 | 2017      | 2018 | 2019 |
| Використовували комп'ютери                | 1207               | 1312 | 1286 | 90,8      | 83,5 | 78,8 |
| Мали доступ до мережі Інтернет            | 1178               | 1279 | 1261 | 88,6      | 81,4 | 77,2 |
| Мали фахівців у сфері ІКТ                 | 220                | 226  | 222  | 16,5      | 14,4 | 13,6 |
| Мали веб-сайт у мережі Інтернет           | 554                | 584  | 601  | 41,7      | 37,2 | 36,8 |
| Використовували послуги хмарних обчислень | 118                | 131  | 155  | 8,9       | 8,3  | 9,5  |
| Здійснювали аналіз «великих даних»        | 101                | 218  | 217  | 7,6       | 13,9 | 13,3 |

Джерело: розраховано авторами на основі даних [11]

Як бачимо із таблиці 1.3, у 2018 році відбулося збільшення кількості підприємств тимчасового розміщування й організації харчування, що використовували комп'ютери, але вона трохи впала у 2019 році. Частка ж таких підприємств впала за три роки більше ніж на 10%. Аналогічна картина по підприємствам, що мали доступ до мережі Інтернет.

Кількість підприємств, що мали фахівців у сфері ІКТ залишалась майже незмінною, при цьому трохи впала частка таких підприємств. Кількість підприємств, що мали веб-сайт збільшилась при зменшенні їх частки. Зріс обсяг підприємств, що використовували послуги хмарних обчислень та здійснювали аналіз «великих даних». Частка таких підприємств також зросла. Такі тенденції щодо характеристик використання інформаційно-комунікаційних технологій вказують на позитивний тренд в цифровій трансформації галузі тимчасового розміщування й організації харчування.

*Інформація та телекомунікації* є сектором національної економіки, який як раз і забезпечує цифрову трансформацію країни. Тому природньо, що цей сектор має найбільші відсотки щодо використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах порівняно з іншими галузями. Дані представлені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах інформації та телекомунікації, 2017-2019 рр.

| Підприємства                              | Кількість, одиниць |      |      | Частка, % |      |      |
|---|--------------------|------|------|-----------|------|------|
|   | 2017               | 2018 | 2019 | 2017      | 2018 | 2019 |
| Використовували комп'ютери                | 1804               | 1962 | 1961 | 97,8      | 90,6 | 89,9 |
| Мали доступ до мережі Інтернет            | 1785               | 1949 | 1946 | 96,7      | 90   | 89,2 |
| Мали фахівців у сфері ІКТ                 | 1172               | 1274 | 1282 | 63,5      | 58,8 | 58,8 |
| Мали веб-сайт у мережі Інтернет           | 1175               | 1242 | 1275 | 63,7      | 57,4 | 57,1 |
| Використовували послуги хмарних обчислень | 285                | 334  | 381  | 15,4      | 15,4 | 17,5 |
| Здійснювали аналіз «великих даних»        | 143                | 370  | 377  | 7,7       | 17,1 | 17,3 |

Джерело: розраховано авторами на основі даних [11]

Із таблиці 1.4 бачимо, що кількість підприємств, які використовували комп'ютери зросла за останні три роки, але їх частка впала. Те ж саме стосується підприємств, що мали доступ до мережі Інтернет. Наразі частка підприємств по обом характеристикам не перевищує 90%, що є високим показником. Але виходячи з того, що це сектор інформації та телекомунікації, відсоток повинен прямувати до 100. Поточний стан може пояснюватися тим, що деяким підприємствам просто не потрібні власні комп'ютери та Інтернет.

Кількість підприємств, які мали веб-сайт у мережі Інтернет, використовували послуги хмарних обчислень та здійснювали аналіз «великих

даних» зросла за останні роки. Зростала і частка таких підприємств, окрім тих, хто мав веб-сайт у мережі Інтернет. Частка таких підприємств зменшилась.

*Операції з нерухомим майном* є сектором національної економіки, що забезпечує галузь будівництва. Тому цей сектор є другорядним, але він має важливе значення для цифрової трансформації економіки країни в цілому. Подивимось, що відбувається з цифровою трансформацією галузі (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах операцій з нерухомим майном, 2017-2019 рр.

| Підприємства                              | Кількість, одиниць |      |      | Частка, % |      |      |
|---|--------------------|------|------|-----------|------|------|
|   | 2017               | 2018 | 2019 | 2017      | 2018 | 2019 |
| Використовували комп'ютери                | 2615               | 2787 | 2763 | 93,9      | 90,5 | 88,4 |
| Мали доступ до мережі Інтернет            | 2250               | 2704 | 2697 | 91,5      | 87,8 | 86,3 |
| Мали фахівців у сфері ІКТ                 | 543                | 546  | 546  | 19,5      | 17,7 | 17,5 |
| Мали веб-сайт у мережі Інтернет           | 697                | 719  | 764  | 25        | 23,4 | 24,5 |
| Використовували послуги хмарних обчислень | 183                | 209  | 208  | 6,6       | 6,8  | 6,7  |
| Здійснювали аналіз «великих даних»        | 188                | 395  | 364  | 6,7       | 12,8 | 11,6 |

Джерело: розраховано авторами на основі даних [11]

Як бачимо, по всіх характеристикам відбувається збільшення кількості підприємств, що є позитивним фактом. Збільшення частки відбувалось лише по підприємствах, що використовували послуги хмарних обчислень та здійснювали аналіз «великих даних». По всіх інших категоріям частка падала. Тому цій галузі потрібно звернути увагу на розвиток інформаційних технологій на своїх підприємствах.

*Професійна, наукова та технічна діяльність* є самостійним сектором економіки і його важливість є однією із найвищих. Ця галузь не лише є базою

для інноваційного перетворення економіки, а й є драйвером інформаційної модернізації всіх інших галузей. Розглянемо процеси, що відбуваються з приводу цифрової трансформації цієї галузі (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах професійної, наукової та технічної діяльності, 2017-2019 рр.

| Підприємства                              | Кількість, одиниць |      |      | Частка, % |      |      |
|---|--------------------|------|------|-----------|------|------|
|   | 2017               | 2018 | 2019 | 2017      | 2018 | 2019 |
| Використовували комп'ютери                | 2522               | 2688 | 2729 | 97,3      | 90,2 | 88,6 |
| Мали доступ до мережі Інтернет            | 2474               | 2636 | 2685 | 95,5      | 88,4 | 87,2 |
| Мали фахівців у сфері ІКТ                 | 927                | 954  | 936  | 35,8      | 32   | 30,4 |
| Мали веб-сайт у мережі Інтернет           | 1251               | 1331 | 1342 | 48,2      | 44,6 | 43,6 |
| Використовували послуги хмарних обчислень | 309                | 390  | 420  | 11,9      | 13,1 | 13,6 |
| Здійснювали аналіз «великих даних»        | 155                | 451  | 462  | 6         | 15,2 | 15   |

Джерело: розраховано авторами на основі даних [11]

Кількість підприємств, що використовували комп'ютери, мали доступ до Інтернету, мали веб-сайт, використовували послуги хмарних обчислень, здійснювали аналіз «великих даних» зростала за 2017-2019 рр. Падала лише кількість підприємств, що мали фахівців у сфері ІКТ. Частка підприємств падала по всім характеристикам, окрім використання послуг хмарних обчислень та здійснення аналізу «великих даних». Таким чином, для повноцінної цифрової трансформації сектору професійної, наукової та технічної діяльності необхідно збільшувати частку підприємств, на яких повинні впроваджуватись перелічені цифрові технології.

*Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування є допоміжною галуззю економіки, при цьому вона має важливе значення для*

технологічного розвитку держави. Розглянемо основні показники цифрової трансформації цього сектору (табл. 1.7).

Таблиця 1.7 – Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах сфери адміністративного та допоміжного обслуговування, 2017-2019 рр.

| Підприємства                              | Кількість, одиниць |      |      | Частка, % |      |      |
|---|--------------------|------|------|-----------|------|------|
|   | 2017               | 2018 | 2019 | 2017      | 2018 | 2019 |
| Використовували комп'ютери                | 2898               | 3052 | 3103 | 89,6      | 83   | 80,2 |
| Мали доступ до мережі Інтернет            | 2790               | 2958 | 3024 | 86,3      | 80,4 | 78,2 |
| Мали фахівців у сфері ІКТ                 | 594                | 555  | 559  | 18,4      | 15,1 | 14,5 |
| Мали веб-сайт у мережі Інтернет           | 792                | 869  | 886  | 24,5      | 23,6 | 22,9 |
| Використовували послуги хмарних обчислень | 299                | 316  | 321  | 9,2       | 8,6  | 8,3  |
| Здійснювали аналіз «великих даних»        | 212                | 525  | 523  | 6,6       | 14,3 | 13,5 |

Джерело: розраховано авторами на основі даних [11]

У сфері адміністративного та допоміжного обслуговування зростала кількість підприємств, що використовували комп'ютери, мали доступ до мережі Інтернет, мали веб-сайт у мережі Інтернет, використовували послуги хмарних обчислень та здійснювали аналіз «великих даних». Зменшалась лише кількість підприємств, що мали фахівців у сфері ІКТ. Проте по всіх характеристиках, окрім аналізу «великих даних», частка підприємств падала, що демонструє негативні тенденції у цифровій трансформації цього сектору. Тому у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування також потрібно збільшувати частку підприємств, на яких повинні впроваджуватись перелічені цифрові технології.

Останнє, що проаналізуємо, це використання інструментів електронної демократії органами державної влади та місцевого самоврядування. Державну владу та органи місцевого самоврядування можна розглядати як окремий суб'єкт цифрової трансформації національної економіки. Оскільки від рішень цих органів у багатьох випадках і залежить цифрова трансформація. Особливо важливим в цифровій трансформації суспільства займають інструменти електронної демократії (табл. 1.8).

Таблиця 1.8 – Кількість органів державної влади та місцевого самоврядування, що надають можливість використання інструментів електронної демократії, за угрупованнями установ, 2019 р.

|   | Усього | З них                  |                        |                                 |  |
|---|--------|------------------------|------------------------|---------------------------------|--|
|   |        | органи державної влади | органи судової системи | органи місцевого самоврядування | державні організації (установи, заклади) |
| Кількість установ, які мали доступ до мережі Інтернет   | 17678  | 5102                   | 695                    | 10584                           | 1297                                     |
| Частка установ, які мали доступ до мережі Інтернет, у загальній кількості установ, які взяли участь в обстеженні, %   | 94,7   | 92,5                   | 87,9                   | 96,6                            | 92,8                                     |
| Кількість установ, які надавали можливість використання інструментів електронної демократії «Е-звернення», «Е-петиція», «Е-консультація», «Бюджет участі (громадський бюджет)» та інших інструментів електронної демократії | 3853   | 1326                   | 568                    | 1818                            | 141                                      |

Джерело: розроблено авторами на основі [13]

Як бачимо із таблиці 1.8, частка установ органів державної влади та місцевого самоврядування, які мали доступ до мережі Інтернет, є високою, але не складає 100%. Тому першим завданням у цифровій трансформації органів державної влади та місцевого самоврядування є забезпечення доступу до мережі Інтернет всіх державних установ.

Підбиваючи підсумки щодо існуючого стану цифрової трансформації у секторах національної економіки, висновком є те, що загальною тенденцією у всіх галузях є зростання загальної кількості підприємств та організацій, які залучаються до цифрової трансформації, але при цьому падає частка таких підприємств. А саме частка вказує на якісну характеристику цифрової трансформації. Тому для її успішного проведення необхідно нарощувати не лише кількісні показники, а й якісні.

## **1.2 Закордонний досвід формування цифрової економіки як основи для сестейнового розвитку**

Наразі в Україні є декілька проєктів щодо цифрової трансформації економіки, серед них, наприклад, «Цифрова Адженда 2020», «Стратегія розвитку промисловості України» та «Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України». Всі вони направлені на формування нової цифрової економіки, що повинна забезпечити сталий (сестейновий) розвиток у довгостроковій перспективі. Але, як ми побачили з аналізу стану цифрової трансформації у секторах національної економіки, в Україні є певні проблеми у цьому напрямі. Тому доречно скористатись досвідом інших країн у формуванні цифрової економіки. Проаналізуємо цей досвід.

У Європейському Союзі (ЄС) формування цифрової економіки відбувається через впровадження в країнах ЄС відповідних стратегій. Усі стратегії спрямовані на формування єдиного цифрового ринку в межах Союзу. Є також і загальні стратегії для ЄС. До них, наприклад, відноситься стратегія «Європа 2020», згідно з якою прийнятий «Цифровий порядок денний для



Європи», де зазначено, що в кожній країні ЄС повинні впроваджуватись інтернет-технології. Порядок містить перелік із 100 конкретних дій для розвитку єдиного цифрового ринку, довіри і безпеки користувачів онлайн-транзакцій, підвищення електронних навичок, використання інформаційних технологій для вирішення соціальних проблем, стимулювання наукових досліджень та інновацій [14]. Особливістю цифрової трансформації в ЄС є те, що там тяжіють більше до економічних, а не адміністративних методів на цьому шляху. Основний напрям – стимулювання інвестицій у цифрову економіку. Не менше уваги приділяється усуненню торгівельних бар'єрів між країнами ЄС, спрощенню правових умов реєстрації відповідного бізнесу, обмеженню ліцензійних та дозвільних бар'єрів.

Особливу увагу в ЄС приділяють цифровій трансформації галузей промисловості. Це відбувається у вигляді спеціальних програм впровадження та використання цифрових технологій. Серед найголовніших слід виділити «Цифрове виробництво», «Відкрите виробництво», «Цифрове перетворення промисловості», «Фабрики Майбутнього», «Розумне виробництво», «Інтернет у промисловості» та «Industry 4.0». Тобто в ЄС прийняли власні ініціативи цифрового розвитку та визначили, конкретизували стратегії та проекти цифрового розвитку та цифровізації економіки у руслі сучасних трендів промислових революцій [15]. Окрім промисловості, в ЄС також розвивають цифрове підприємництво. Європейська Комісія серед основних напрямів цифрового підприємництва виділяє: розвиток цифрових знань та ринку; створення цифрового бізнес-середовища; спрощення доступу до фінансів для бізнесу; формування та розвиток цифрових навичок працюючих; створення підтримуючої культури [15]. Прийнята в ЄС «Стратегія розбудови єдиного ринку цифрових технологій» направлена на забезпечення вільного доступу споживачів до цифрового ринку, цифрових мереж та технологій. Звісно, такий підхід вимагає активного втручання держави, тому були розроблені стратегії для регулювання такого доступу. Основною є «Стратегія державного

регулювання розвитку сектору цифрової економіки, впровадження процесів цифровізації та процесів еволюціонування економіки».

Європейська Комісія опікується проєктом «Передові технології для промисловості». Даний проєкт повинен сприяти створенню конкурентоспроможної європейської промисловості та створений для того, щоб належним чином підтримувати впровадження політики та ініціатив, робити систематичний моніторинг технологічних тенденцій та мати надійні, актуальні дані про передові технології [16].

Для оцінювання правильності руху у напрямку цифрової трансформації та промислових революцій, розроблені спеціальні індекси, що характеризують формування цифрової економіки. Серед таких індексів можна виділити «Індекс цифрової економіки та суспільства», «European Innovation Scoreboard», «The European Digital Social Innovation Index» та ін.

Створення розглянутих інституційних та нормативно-правових підвалин формування цифрової економіки в ЄС необхідні для ефективного процесу цифровізації всіх сфер господарства і для підвищення конкурентоспроможності країн ЄС. Окрім розглянутих механізмів, велике значення також мають закони та нормативні акти, оскільки вони регулюють відносини у сфері цифровізації і забезпечують сприятливі умови для цифрової трансформації. До них відносяться правові акти з приводу захисту інтелектуальної власності, система ліцензування та патентування.

Оскільки ЄС є союзом багатьох держав, постає питання, як уніфікувати цифрові та правові стандарти, які дуже часто відрізняються для різних країн. Для цього у ЄС пішли на формування єдиного цифрового ринку, що полягає у формуванні єдиних стандартів для всіх країн ЄС. Окрім стандартів, також уніфікують цифрові протоколи та інтерфейси. Для України потрібно виходити із існуючої логіки та рухатися у бік прийняття єдиних із ЄС стандартів, оскільки це полегшить процеси інтеграції та забезпечить їх успішність.

Формування цифрової економіки як основи для сестейнового розвитку в ЄС побудовано на основі формування у суспільства STEM-навичок, що

втілюється у розвитку науки, технологій, інженерії та математики [17]. Виходячи з цього, первинним у цифровій трансформації в ЄС є підготовка суспільства до неї та формування у людей цифрових компетенцій. Подібні компетенції дозволяють формувати у суспільства запит на цифрову трансформацію. Переважна більшість населення стає мотивованою до використання цифрових технологій, тому на них зростає попит. Окрім самих цифрових технологій, також зростає попит на спеціалістів, що можуть вирішувати більш складні завдання та проблеми [18]. Запит на спеціалістів вимагає формування нової системи освіти, що також впливає на прогрес суспільства. Як наслідок, настає ефект мультиплікації, який призводить до цифрової модернізації країни та переходу її до сестейного розвитку.

Говорячи про нормативно-правове регулювання формування цифрової економіки як основи для сестейного розвитку, необхідно зазначити, що в ЄС намагаються зменшити вплив адміністративних методів, зарегульованості, бюрократизації, натомість створюють умови для економічних механізмів розвитку. До таких економічних механізмів відноситься економічне стимулювання цифровізації. Стимулювання включає податкові механізми створення сприятливих умов для розвитку, стимулювання інвестиційних процесів, державне забезпечення інвестиціями у галузь та спрощення фінансових операцій. Державне забезпечення інвестиціями в ЄС означає, що країни впроваджують програми кредитування або інші шляхи виділення коштів на формування цифрової економіки. Серед інструментів стимулювання інвестування також можна виділити політику забезпечення швидкого та легкого доступу до інформації про нормативну базу щодо інвестування. Таким чином, потенційний інвестор може швидко знайти релевантну інформацію про порядок інвестування, про процеси ведення справ, про стимулюючі міри та сприятливі умови. Звісно, це все краще робити шляхом створення порталів електронних послуг. ЄС активно розвиває електронне урядування, що значно спрощує комунікацію між всіма стейкхолдерами формування цифрової економіки. Системи електронного урядування підвищують прозорість і

публічність взаємодії, що підвищує довіру до процесів цифрової трансформації. Взагалі у світі виділяють три моделі систем електронних урядів: європейську, англо-американську та азіатську. Досить цікавим є досвід Великобританії. Великобританія створила міністерство цифрової економіки, в завдання якого входить впровадження використання хмарних обчислень, при цьому створюючи власні дата центри [19]. Не можна сказати, що Великобританія єдина країна, де було створено подібне міністерство. Зараз дуже багато таких країн, але Великобританія була одна з найперших і тепер є одним з лідерів у світі у формуванні цифрової економіки. У 1999 році була прийнята стратегія «Модернізація державної влади», згідно з якою впроваджено проекти «Великобританія онлайн» та «Прямий доступ», які були спрямовані на надання громадянам електронного доступу до державних послуг. Далі була створена комісія у Кабінеті Міністрів Великобританії для координації роботи у сфері електронного бізнесу. У 2000 році було впроваджено електронний підпис [20], тобто на 17 років раніше, ніж в Україні. Це дало поштовх на активний розвиток зручної для громадян організації роботи державних органів щодо надання послуг.

У 2010 році у Великобританії почали використовувати гнучкий підхід до розробки систем електронних державних послуг, що зараз є дуже популярним підходом в компаніях зі сфери інформаційних технологій. Гнучка розробка програмного забезпечення (англ. Agile software development) – клас методологій розробки програмного забезпечення, що базується на ітеративній розробці, в якій вимоги та розв'язки еволюціонують через співпрацю між багатофункціональними командами здатними до самоорганізації [21]. Таким чином, на момент запуску сервісів у них вже не було недоліків, що підвищило довіру громадян до цих сервісів. Наступним кроком була агрегація всіх сервісів на єдиному порталі державних послуг, що спростило роботу громадян з пошуку необхідних послуг.

У 2016 році Великобританія впровадила сервіс перевірки інформації та роботи з власним податковим рахунком. У 2017 році була представлена

«Цифрова стратегія» згідно з якою, держава повинна отримати провідну цифрову економіку. Стратегія містить 7 головних напрямів перетворень, серед яких: цифрова інфраструктура, цифрові навички та доступність, цифровий бізнес, цифрова економіка, кібербезпека, великі дані, цифровий менеджмент.

*Цифрова інфраструктура.* Створення передової цифрової інфраструктури в країні на основі новітніх технологій.

*Цифрові навички та доступність.* Створення умов для формування у громадян необхідних цифрових навичок і забезпечення вільного доступу до електронних послуг.

*Цифровий бізнес.* Забезпечення сприятливих умов для створення і розвитку цифрового бізнесу.

*Цифрова економіка.* Комплекс дій для формування цифрової економіки як основи для сестейного розвитку та промислових революцій.

*Кібербезпека.* Забезпечення безпечних умов діяльності у цифровому просторі.

*Великі дані.* Створення умов для активного використання «Великих даних» в економіці та державній практиці.

*Цифровий менеджмент.* Перебудова системи управління на основі використання цифрового інструментарію.

«Цифрова стратегія» Великобританії у вигляді перелічених 7 головних напрямів повинна забезпечити компаніям із цієї країни глобальне лідерство.

Таким чином, досвід Великобританії у формуванні цифрової економіки свідчить про успішність підходу зі створення електронного урядування. Завдяки ньому знижуються витрати часу на бюрократичні процеси, розширюється перелік послуг та покращується їх якість. Це у свою чергу підвищує ефективність державного механізму цифрової трансформації економіки.

Таким чином, ми бачимо координований підхід в ЄС та Великобританії до процесів формування цифрової економіки як основи для сестейного розвитку та успішної практики в руслі сучасної промислової революції «Індустрія 4.0»

(англ. «Industry 4.0»). «Індустрія 4.0» – четверта промислова революція, стратегії впровадження якої вже є у багатьох країнах ЄС. Недостатні темпи цифрової трансформації промислових секторів країн ЄС змусили їх йти шляхом інтернетизації промисловості. Розвинуті країни мають індивідуальні програми «Індустрія 4.0», в яких ставлять за мету провести нову промислову революцію в найкоротші терміни. В Німеччині діє проект «Індустрія 4.0», згідно з яким компанії, їх робоча сила, профспілки, асоціації, наука та політика об'єдналися для просування цифрової трансформації виробництва. Партнери платформи розглядають «Індустрію 4.0» як ключову можливість для посилення конкурентоспроможності Німеччини як місця виробництва. Для них цифрова трансформація – це процес, який впливає на суспільство в цілому та може бути успішним лише за допомогою діалогу [22]. Розглянемо ініціативи інших країн з приводу «Індустрії 4.0».

В США успішно діє «Промисловий Інтернет-консорціум» для об'єднання організацій та технологій, необхідних для прискорення зростання промислового Інтернету шляхом виявлення, збирання, тестування та популяризації найкращої практики. Члени спільно працюють над прискоренням комерційного використання передових технологій. Членство включає малих та великих технологічних новаторів, вертикальних лідерів ринку, дослідників, університети та державні організації. Проводячи різноманітні заходи та програми, «Промисловий Інтернет-консорціум» допомагає користувачам технологій, постачальникам, системним інтеграторам та дослідникам досягати відчутних результатів, коли вони прагнуть до цифрової трансформації. Ресурси консорціуму, які протягом багатьох років спільно розроблялися галузевими експертами з усього світу та з усіх галузей промисловості, дають організаціям вказівки, необхідні для стратегічного застосування цифрових технологій та досягнення цифрової трансформації [23].

Гонконг, як особливий адміністративний район Китаю, має Гонконгську федерацію інноваційних технологій та виробничої промисловості, що фінансується «Фондом підтримки розвитку малого та середнього бізнесу»

Департаменту торгівлі та промисловості Уряду Спеціального адміністративного району Гонконгу Китайської Народної Республіки. Рада з продуктивності Гонконгу реалізувала проект сприяння впровадженню «Індустрії 4.0» для малого та середнього бізнесу. Таким чином успішно реалізуються кроки для переходу до «Індустрії 4.0» [24].

В Нідерландах уряд розпочав «Програму впровадження інтелектуальної промисловості» з метою створення найбільш гнучкої та найкращої цифрової мережі виробництва. Створено майже сорок спеціальних майданчиків для розробки, тестування та впровадження рішень «Розумної індустрії 4.0», а також для навчання людей їх застосовувати. Близько треста компаній, різних інституцій знань та державних організацій вже залучені. Завдяки впровадженню розумної промисловості Нідерланди виходять за межі традиційного виробництва. Пілотні майданчики – полігон для нових технологій та розробок. Компанії та інститути знань використовують експериментальні заводи для розробки нових виробничих процесів та випробування технологічних інновацій перед їх виведенням на ринок [25].

У Швейцарії успішно діє «Швейцарська інновація», що є майданчиком для обміну інформацією між університетами та компаніями. Цей обмін між наукою та економікою дозволяє далі розвивати ідеї – створювати продукти та послуги, які можна успішно продавати. Водночас тісна співпраця в єдиному просторі прискорює процеси розвитку для всіх сторін. Це призводить до успішних інновацій. «Швейцарська інновація» формує екосистему для національних та міжнародних компаній, що дозволяє їм продовжувати свою дослідницьку діяльність у партнерстві з університетами та вищими навчальними закладами. Обмін ідеями між дослідниками, талановитими людьми та інноваційними підприємцями створює сприятливі умови для інновацій [26].

В Японії успішно впроваджена «Ініціатива промислового ланцюжка вартості», згідно з якою проводяться заходи з розробки нового суспільства, в якому інтегруються виробництво та інформаційні технології, тому відбувається спрямування змін у правильному напрямку. Учасники з виробничих

майданчиків компаній-учасників однаково беруть на себе ініціативу, виходячи з власних точок зору. Людина вбудовується у передові та високі технології в таких сферах, як Інтернет речей, технології автоматизації та мережеві технології. Розрізняючи сферу співпраці та сферу конкуренції, організовуючи та поділяючи сферу співпраці як еталонну модель, стає можливим інтегрувати систему, в якій унікальні технології компаній взаємопов'язані між собою. В результаті виробництво у широкому сенсі поєднується через кордони виробничих майданчиків, між відділами та організаціями, у компаніях, країнах та культурах, а потім цінності всіх, хто в них бере участь, взаємно зростають [27].

У Швеції запущена стратегічна інноваційна програма «Виробництво 2030» (англ. Produktion 2030) яка полягає у тому, що Швеція повинна стати однією з провідних країн світу у галузі сталого виробництва. Щоб реалізувати таке бачення, ставиться задача перетворювати ноу-хау від досліджень та розробок у комерційні інновації. Іншою задачею є збільшення та зміцнення співпраці між різними галузями. «Виробництво 2030» є платформою для зацікавлених сторін у сфері виробництва. Головна мета програми – залишити Швецію конкурентоспроможною країною-виробником. Основні етапи програми: 1) перетворити галузеві виклики на відповідні інноваційні рішення; 2) розвинути, зміцнити мережі та співробітництво як у Швеції, так і на міжнародному рівні; 3) об'єднати ідеї, гравців та можливості фінансування для створення цінних рішень для виробничої галузі майбутнього [28].

У Великобританії діє «Виробнича катапульта високої вартості», яка дозволяє подолати розрив між бізнесом та науковими колами, допомагаючи втілити чудові ідеї у реальність, надаючи доступ до науково-дослідних та дослідно-конструкторських потужностей світового рівня та досвіду, які в іншому випадку були б недоступні для багатьох підприємств Великобританії. «Катапульта» є ключовим інструментом у діапазоні інноваційної підтримки бізнесів. Кожен з них зосереджений на сфері, в якій Великобританія має потенціал для зростання на стратегічно важливих світових ринках [29].



Данія успішно запустила «Виробничу академію Данії». Це асоціація, створена для того, щоб зробити Данію провідною країною-виробником у світі. «Виробнича академія Данії» є національною інноваційною та дослідницькою платформою для промисловості. Вона була започаткована як незалежна асоціація данськими компаніями, університетами, різними асоціаціями, державними та приватними фондами. Метою є сприяння розвитку інноваційних виробничих рішень світового класу в датській промисловості, дозволяючи Данії конкурувати у всьому світі та створювати робочі місця в Данії. Досягти мети планується шляхом розвитку стратегічних партнерських відносин між науково-дослідними інститутами та промисловістю. Академія підтримує та зміцнює промисловість Данії шляхом впровадження найсучасніших технологій виробництва за допомогою прикладних промислових дослідницьких проєктів, низки різноманітних інноваційних заходів та освітніх ініціатив. Таким чином, «Виробнича академія Данії» є національним кластером із передового виробництва [30].

У Франції уряд запровадив програму «Індустрія майбутнього» під якою розуміються організаційні та технологічні інновації для підтримки економічної діяльності. Увага зосереджена на національній промисловості з метою надати найближчим до неї гравцям, керівникам підприємств, інженерам, керівникам виробництва усі рішення, доступні для сприяння модернізації інструментів промислового виробництва та підвищення конкурентоспроможності шляхом інновацій та технологічного розвитку [31]. Метою програми є підтримання компанії впровадження цифрових технологій, трансформація компаній та бізнес-моделі, а також модернізація виробничої практики [32].

В Іспанії прийнята стратегія «Підключення Індустрії 4.0», яка спрямована на оцифрування суспільства та промисловості. Це дозволило клієнтам бути більш поінформованими та мати негайний доступ до пропозицій промислових компаній у всьому світі. Тобто створюється багато можливостей для іспанських компаній. Планується створити нову промислову модель, в якій інновації є спільними, засоби виробництва пов'язані та повністю гнучкі, ланцюжки

поставок інтегровані, а канали дистрибуції та обслуговування клієнтів – цифрові [33].

В Італії реалізується проєкт «Фабрика майбутнього». Це багатоканальний комунікаційний проєкт, спрямований на всіх гравців на виробничому ринку у будь-якому секторі, який має на меті порівняти ідеї, розповісти про приклади досконалості та запропонувати конкретні рішення для компанії. Зміст проєкту спрямований на те, щоб запропонувати ключ до ознайомлення з соціально-економічними сценаріями, в яких компанія перебуває, а також презентує інструменти, за допомогою яких можна протистояти конкурентам [34].

В Китаї реалізується стратегічний план «Зроблено в Китаї 2025», розроблений з метою зменшення залежності Китаю від іноземних технологій та просування китайських виробників технологій на світовий ринок до 2025 року, тобто через 10 років з того часу, коли план почав реалізовуватися. Розвиток інновацій є явним пріоритетом Китаю, а «Зроблено в Китаї 2025» є головним елементом досягнення цього пріоритету. Метою плану є сприйняття Китаю як виробника високого класу замість виробника низького класу. Даний план є лише частиною більшої директиви щодо розвитку інноваційних технологій та мереж, яку нинішня адміністрація держави впроваджує як частину всебічної програми. Скориставшись можливістю досягнення нових джерел зростання, китайська влада сподівається збільшити виробничі можливості, щоб привести їх у відповідність з іншими розвиненими країнами. Збільшуючи технологічні можливості планується стати менш залежним від інших країн щодо передових технологій і покращити свою траєкторію руху в руслі сучасних трендів промислових революцій, що відповідає загальним цілям. Китай хоче скористатися своєю великою та потужною споживчою базою, а також позиціонувати себе як економіка з великою доданою вартістю [35].

В Індії була започаткована ініціатива «Виробляй в Індії» в рамках більш широкого набору ініціатив із розбудови нації щоб перетворити Індію на глобальний центр дизайну та виробництва. Здійснити це планується за допомогою абсолютно нової інфраструктури, включаючи спеціальну службу

довідки та веб-сайтів для телефонів. Метою є демонтаж застарілих та обструктивних рамок минулого на користь прозорої та зручної для користувача системи. Це допомогло стимулювати інвестиції, сприяти інноваціям, розвивати навички, захищати інтелектуальну власність та створювати кращу виробничу інфраструктуру [36].

В Сінгапурі вважають, що «Індустрія 4.0» не є терміном, призначеним лише для багатонаціональних виробників, і не вимагає великих капіталовкладень. Завдяки правильним технологіям, правильним рішенням та правильним партнерам будь-яке велике підприємство може бути виведено на новий рівень ефективності, продуктивності та якості на цьому надзвичайно конкурентному світовому ринку. З цією метою в Сінгапурі успішно діє «Сінгапурський виробничий консорціум», який створений щоб підняти сінгапурських виробників на новий рівень [37]. Про його успішність свідчить Індекс глобальної конкурентоспроможності 4.0, значення якого для Сінгапуру за підсумками 2019 року склало 84,8 бали зі 100, що стало найвищим значенням серед всіх країн світу [38] (табл. 1.9). Охоплюючи виробничий спектр від моніторингу та управління виробничими майданчиками за допомогою операційної платформи «Arcstone» до оптимізації енергоефективності машин, устаткування за допомогою енергоефективного двигуна «EverComm» та спеціальної платформи для управління вантажоперевезенням «Cargobase», «Сінгапурський виробничий консорціум» розроблений як універсальний ринок для виробників, які гарантують, що будь-яка проблема може бути вирішена його членами, і всі рішення працюють гармонійно, не турбуючись про інтеграцію. «Сінгапурський виробничий консорціум» присвячений тому, щоб виробники отримали найкращі перевірені рішення, для цього постійно шукаються нові члени за допомогою суворого процесу, який передбачає тестування, розгортання та перевірку всіх нових рішень для надання доступу до консорціуму новим членам. Усі нові рішення учасників інтегруються з платформами інших членів, забезпечуючи безперебійну роботу для повної

видимості та контролю виробничих операцій від сировинних до отримання готової продукції [37].

Таблиця 1.9 - Глобальний рейтинг індексу конкурентоспроможності 4.0, 2019 р.

| Позиція | Економіка      | Результат | У порівнянні з 2018 р. |           |
|---------|----------------|-----------|------------------------|-----------|
|         |                |           | Позиція                | Результат |
| 1       | Сінгапур       | 84,8      | +1                     | +1,3      |
| 2       | США            | 83,7      | -1                     | -2,0      |
| 3       | Гонконг        | 83,1      | +4                     | +0,9      |
| 4       | Нідерланди     | 82,4      | +2                     | -         |
| 5       | Швейцарія      | 82,3      | -1                     | -0,3      |
| 6       | Японія         | 82,3      | -1                     | -0,2      |
| 7       | Німеччина      | 81,8      | -4                     | -1,0      |
| 8       | Швеція         | 81,2      | +1                     | -0,4      |
| 9       | Великобританія | 81,2      | -1                     | -0,8      |
| 10      | Данія          | 81,2      | -                      | +0,6      |
| 11      | Фінляндія      | 80,2      | -                      | -         |
| 12      | Тайвань        | 80,2      | +1                     | +1,0      |
| 13      | Південна Корея | 79,6      | +2                     | +0,8      |
| 14      | Канада         | 79,6      | -2                     | -0,3      |
| 15      | Франція        | 78,8      | +2                     | +0,8      |
| 16      | Австралія      | 78,7      | -2                     | -0,1      |
| 17      | Норвегія       | 78,1      | -1                     | -0,1      |
| 18      | Люксембург     | 77,0      | +1                     | +0,4      |
| 19      | Нова Зеландія  | 76,7      | -1                     | -0,8      |
| 20      | Ізраїль        | 76,7      | -                      | +0,1      |
| 23      | Іспанія        | 75,3      | +3                     | +1,1      |
| 28      | Китай          | 73,9      | -                      | +1,3      |
| 30      | Італія         | 71,5      | +1                     | +0,8      |
| 68      | Індія          | 61,4      | -10                    | -0,7      |
| 85      | Україна        | 57,0      | -2                     | -         |

Джерело: побудовано авторами на основі даних [38]

Індекс глобальної конкурентоспроможності 4.0 (англ. The Global Competitiveness Index 4.0) розраховується у дослідженнях Всесвітнього економічного форуму для оцінювання руху країн у руслі сучасних трендів промислової революції 4.0. Покриваючи 141 економіку, Глобальний індекс конкурентоспроможності 4.0 вимірює національну конкурентоспроможність та

визначається як набір інституцій, політики та факторів, що визначають рівень продуктивності. На другому місці опинились США, які погіршили свою позицію на один пункт, оскільки у 2018 році вони були на першому місці. Не дивлячись на це, США все одно є одним із лідерів за конкурентоспроможністю. Лідерську позицію демонструє Сінгапур. Японія на шостому місці разом із Швейцарією, вони погіршили свої позиції на один пункт, що також несуттєво. Випередили їх Гонг Конг та Нідерланди, які зробили величезні кроки вперед. Але Гонг Конг є наразі частиною Китаю, тому порівнювати його можна лише як економіку. Німеччина на сьомому місці, у порівнянні з 2018 роком вона опустилась на чотири сходинки. Це не означає, що Німеччина не розвивається. Такі щільні результати говорять лише про те, що інші економіки зверху рейтингу розвивають цифрову економіку у руслі сучасних трендів промислової революції 4.0 ще активніше. Тому для того, щоб не опускатися в рейтингу і бути найбільш конкурентоспроможними у цифровій трансформації, необхідно докладати максимум зусиль у цьому напрямі.

Великобританія на дев'ятому місці, вона погіршила свою позицію на одну сходинку у порівнянні з 2018 роком. При цьому Великобританія залишається в топ-10 світового рейтингу, що є дуже гарним результатом. Франція на п'ятнадцятому місці і це краще на дві позиції, ніж у попередній рік. Франція рухається у правильному напрямку, індекс її конкурентоспроможності зріс на 0,8 балів. Те ж саме стосується Іспанії та Італії. Ці дві країни хоча і не входять в топ-10 рейтингу, але є в тридцятці найкращих, що є гарним результатом. Особливо дивлячись на те, що вони покращили свої результати у порівнянні з 2018 роком. Іспанія підвищилась на три позиції, а Італія на одну. При цьому у Іспанії індекс зріс на 1,1 балу, що є значним зростанням за один рік. При продовженні такої динаміки Іспанія може у найближчий час потрапити у топ-20 рейтингу.

Китай в рейтингу на двадцять восьмому місці. В цілому це непоганий результат, але якщо дивитись на можливості цієї країни, то тут закладений величезний потенціал щодо значного прогресу на цьому шляху. З огляду на те,

що стратегічний план «Зроблено в Китаї 2025» почав реалізовуватись у 2015 році, станом на 2019 рік ще рано підбивати підсумки. Але за результатами 2020 року потрібно буде зробити проміжний підсумок після проходження половини терміну дії програми. Особливого інтересу набуває аналіз результатів програми у 2025 році.

У Індії результат хоча і кращий за Україну, але в цілому не є лідерським, не дивлячись на ініціативи з розбудови нації щоб перетворити Індію на глобальний центр дизайну та виробництва. Шістдесят восьме місце Індії у рейтингу і падіння на десять позицій у порівнянні з 2018 роком говорить про проблеми у реалізації ініціатив, але можливо у наступні декілька років ми побачимо іншу картину й Індія почне демонструвати показники іншої якості. Адже поставлена мета у вигляді демонтажу застарілих та обструктивних рамок минулого на користь прозорої та зручної для користувача системи є серйозною заявкою на цифрову трансформацію економіки Індії у руслі промислової революції 4.0.

Таким чином, ми бачимо, що у багатьох розвинених країнах і тих, що розвиваються, є успішний досвід в руслі сучасних трендів промислових революцій, а саме «Індустрії 4.0». Україна може використовувати досвід цих країн, коригуючи при цьому деякі складові згідно з власними особливостями. У рейтингу Україна посідає вісімдесят п'яте місце, що краще, ніж у попередні роки, але при цьому набагато гірше, ніж у країн-сусідів і країн СНД. Україна погіршила своє положення у рейтингу на дві сходинки без погіршення значення індексу конкурентоспроможності 4.0. Збереження значення індексу є позитивом і негативом одночасно. Позитивом є те, що результат не погіршується. А негативом є те, що немає розвитку і руху вперед, а тільки так можна стати більш конкурентоспроможним. Випереджають Україну у рейтингу Литва (39), Латвія (41), РФ (43), Казахстан (55), Азербайджан (58), Вірменія (69), Грузія (74). Тобто це ті країни СНД, які мали подібні з Україною вихідні умови, але змогли досягти більшого прогресу. Тому Україні бажано використовувати досвід не тільки розвинених країн, а і тих, що мали подібні

вихідні умови та змогли випередити Україну. Досвід таких країн може показати, як вони вирішували подібні українським проблеми, які інструменти використовували.

Україна може використати інструменти розвинених країн, які виявились у них успішними. Серед таких інструментів можна виділити стимулювання інвестицій, в тому числі у людський капітал, технологічну інтеграцію на всіх ланках, розвиток трудових ресурсів. Необхідне підвищення продуктивності виробництва товарів та послуг, зменшення нерівності у можливостях та економічному благополуччі, стимулювання конкуренції та підвищення конкурентоспроможності українських компаній як в Україні, так і на міжнародному рівні.

У розвинених країн розвиток промислової революції 4.0 відбувається на національному рівні та розглядається керівництвом як головна складова підвищення конкурентоспроможності економіки у світі. ЄС першим почав рухатися у цьому напрямку і розробляти відповідні стратегії. Але, як бачимо, інші розвинені країни світу, хоч і почали рухатись у цьому напрямку пізніше, тим не менш, досягли проміжного успіху. Країни Азії, такі як Індія та Китай, мають на меті зробити свої економіки найбільш конкурентоспроможними, але наразі можуть похвалитись незначними здобутками, якісно розробленими програмами. Тут цікавим є те, що Індія та Китай також використовують досвід розвинених країн щодо цифрової трансформації своїх економік. З Україною спільним є те, що велике значення має державна політика щодо розвитку інноваційної діяльності та науково-технологічного прогресу. Але в Україні не вистачає конкретних ґрунтовних програм та стратегій цифрового та інноваційного розвитку. Відсутність прагматизму та тверезого погляду на стан речей в Україні не дає можливості починати вирішувати проблеми, тому держава постійно втрачає дорогоцінний час у цьому глобальному змаганні. Бо відставання збільшується вже не лише у порівнянні з розвинутими країнами, а і з сусідніми.

Цікавим є також досвід Казахстану, хоча ця країна не є сусідньою для України, але вона як і Україна є країною, що розвивається, і є членом СНД. Казахстан зробив ставку на технологічну модернізацію економіки, а саме цифрову трансформацію на основі концепту четвертої промислової революції 4.0. Для цього була прийнята стратегія розвитку «Казахстан-2050», а також державна програма «Цифровий Казахстан» на 2018-2022 роки. Ініціативною стороною виступила влада Казахстану, що демонструє необхідність зацікавленості у цифровій трансформації з боку державних органів. Тому для України такий досвід може бути корисним.

Польща у рейтингу [38] має тридцять сьоме місце і польський уряд має на меті покращити свої позиції. Щоб допомогти польській промисловості перейти на новий рівень, у 2019 році уряд запустив свою платформу «Індустрія 4.0». Мета проекту – збільшити інноваційність польських компаній, популяризувати знання про процеси 4.0 та розвивати компетенції у таких сферах, як робототехніка та автоматизація. Уряд надає ряд стимулів для підтримки передового виробництва та промислової трансформації через податкові пільги та надійну систему грантів для підтримки досліджень та інновацій навколо виробництва. Гранти надаються на підтримку галузевих досліджень та експериментальних засобів виробництва, які, ймовірно, будуть впроваджені у виробництві. Ці проекти з бюджетом у 200 мільйонів доларів США контролюються Національним центром досліджень та розробок та Агентством розвитку промисловості. Конкретні європейські проекти в рамках Оперативної програми «Інтелектуальний розвиток» також можуть бути присвячені інноваційним проектам. У 2019 році компанії могли подати заявку на суму 395 мільйонів доларів США на субвенції для інновацій у своїх компаніях, а також майже на 300 мільйонів доларів США на дослідження та розробки [40]. Досвід Польщі в цьому плані може бути корисним для України, оскільки це країна-сусідка та має схожі з Україною риси. Адже, наприклад, у рейтингу країн по глобальному індексу інновацій (англ. Global Innovation Index), Польща має тридцять восьму позицію. А Україна – сорок п'яту, тобто дуже близько. Цей



рейтинг відображає спроможність та успіх країн в інноваціях. Обчислюється шляхом взяття простого середнього з балів за двома субіндексами – субіндексу інноваційних ресурсів та субіндексу інноваційних результатів. Рейтинг глобального індексу інновацій деяких країн можна побачити в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 - Рейтинг глобального індексу інновацій, 2020 р.

| Позиція | Країна/економіка | Результат |
|---------|------------------|-----------|
| 1       | Швейцарія        | 66,08     |
| 2       | Швеція           | 62,47     |
| 3       | США              | 60,56     |
| 4       | Великобританія   | 59,78     |
| 5       | Нідерланди       | 58,76     |
| 6       | Данія            | 57,53     |
| 7       | Фінляндія        | 57,02     |
| 8       | Сінгапур         | 56,61     |
| 9       | Німеччина        | 56,55     |
| 10      | Південна Корея   | 56,11     |
| 11      | Гонконг          | 54,24     |
| 12      | Франція          | 53,66     |
| 13      | Ізраїль          | 53,55     |
| 14      | Китай            | 53,28     |
| 15      | Ірландія         | 53,05     |
| 16      | Японія           | 52,70     |
| 17      | Канада           | 52,26     |
| 18      | Люксембург       | 50,84     |
| 19      | Австрія          | 50,13     |
| 20      | Норвегія         | 49,29     |
| 28      | Італія           | 45,74     |
| 30      | Іспанія          | 45,60     |
| 38      | Польща           | 39,95     |
| 45      | Україна          | 36,32     |
| 48      | Індія            | 35,59     |
| 77      | Казахстан        | 28,56     |

Джерело: побудовано авторами на основі даних [41]

Як бачимо із таблиці 1.10, в топ-20 рейтингу знаходяться ті ж самі країни, що і в рейтингу індексу конкурентоспроможності 4.0. Сінгапур має восьме місце, тому в плані інновацій він не є світовим лідером на даний момент. Лідером є Швейцарія, яка в рейтингу індексу конкурентоспроможності 4.0 має

п'яте місце. Тобто Швейцарія є наразі найбільш інноваційною економікою у світі, тому її досвід реалізації «Швейцарської інновації» та інших програм у руслі промислової революції 4.0 може бути корисний не лише Україні, а і взагалі всім країнам. На другому місці Швеція, що говорить про поточну успішність стратегічної інноваційної програми «Виробництво 2030», тому цей досвід також буде цікавий для всіх. Швеція в рейтингу індексу конкурентоспроможності 4.0 в 2019 році мала восьме місце, і прогрес у інноваційному розвитку повинен призвести до зростання її конкурентоспроможності у недалекому майбутньому. США у рейтингу глобального індексу інновацій має третю сходинку, що є також відмінним результатом та говорить про вдале впровадження «Промислового Інтернет-консорціуму». Окрім консорціуму, в США діють інші програми і стратегії в руслі сучасних трендів промислових революцій, тому Україні потрібно розвивати відносини з цією країною не лише в політичному і безпековому плані, а й інноваційно-економічному. Стратегічне партнерство та обмін досвідом України зі США принесе користь обом сторонам співробітництва.

На четвертому місці рейтингу глобального індексу інновацій Великобританія. Це значно краща позиція, ніж у рейтингу індексу конкурентоспроможності 4.0, де Великобританія посідала дев'яте місце, що говорить про успішність «Виробнича катапульта високої вартості» в розвитку інновацій. А розвиток інновацій у результаті призведе до зростання конкурентоспроможності. На п'ятому місці Нідерланди, що майже співпадає з рейтингом конкурентоспроможності. Такі позиції говорять про стійкість розвитку цієї країни та її всеохоплююче лідерство у світі в плані розвитку. Їх «Програма впровадження інтелектуальної промисловості» на даному етапі є зразком для інших країн. Данія посідає шосте місце, що трохи краще, ніж у рейтингу конкурентоспроможності. Тобто «Виробнича академія Данії» дозволяє інноваційно розвиватись країні та мати конкурентоспроможну економіку. Фінляндія має сьоме місце, що вище за одинадцяте місце в рейтингу конкурентоспроможності. У Сінгапуру восьме місце, що є значно нижчим, ніж

у рейтингу конкурентоспроможності, хоча і в топ-10. Але головною метою все ж таки є більша конкурентоспроможність, тому «Сінгапурський виробничий консорціум» є успішною практикою з точки зору кінцевого результату. Хоча, про кінцевий результат більш доречно говорити по завершенню реалізації відповідних програм. Німеччина посідає дев'яте місце, що дуже близько до позиції в рейтингу конкурентоспроможності. Проєкт «Індустрія 4.0», який реалізується у цій країні, є зразковим для багатьох країн, в тому числі і для України, оскільки Німеччина є однією із перших країн, де сформували концепцію «Індустрії 4.0». Південна Корея має десяту сходинку та є прикладом для таких країн, як Україна, бо Південна Корея починала свій значний економічний стрибок зі схожих з Україною позицій.

Цікавою є позиція Китаю в рейтингу глобального індексу інновацій, де він посідає чотирнадцяте місце. Тому що в рейтингу конкурентоспроможності Китай на двадцять восьмій сходинці. Виявляється, що стратегічний план «Зроблено в Китаї 2025» поки що є більш успішним з точки зору розвитку інновацій. Але, як зазначалось раніше, це в кінцевому випадку повинно привести до підвищення конкурентоспроможності економіки.

Україна у рейтингу глобального індексу інновацій на три сходинки випереджає Індію та на тридцять дві – Казахстан. Тому в даному випадку, з точки зору розвитку інновацій, ці дві країни мало що можуть дати Україні, але їх досвід з підвищення конкурентоспроможності може бути цікавим.

## **2 ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ ТА КРИТЕРІЇВ ЇХ КІЛЬКІСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ДИНАМІКИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ**

### **2.1 Система показників та критеріїв для оцінювання динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем**

У 2015 році Організація Об'єднаних Націй затвердила Порядок денний сталого розвитку до 2030 року [42], що є насиченим і глобальним планом дій, орієнтований на досягнення економічного процвітання, забезпечення екологічної стійкості та соціальну інтеграцію. У даному Порядку міститься сімнадцять цілей у галузі сталого розвитку, серед них ціль номер 9 – створення стійкої інфраструктури, сприяння всеосяжній та стійкій індустріалізації та інноваціям, що включають цифрову трансформацію соціально-економічних та екологічних систем. Тобто від цифрової трансформації країни залежить досягнення нею сталого розвитку.

Значення ефекту від цифрової трансформації визначається швидкістю поширення нових технологій. Наприклад, стрімка заміна застарілих приладів дає можливість заощаджувати ресурси, нарощувати якість товарів та послуг, зменшувати забруднення навколишнього середовища. Поява на ринку нової продукції стимулює зміни кон'юнктури цін, галузевої структури виробництва, піднесення рівня життя населення. Крім того, цифрова трансформація стимулює створення нових знань, нової інформації, що також відповідає цілям сталого розвитку.

На даний момент дуже багато країн у світі мають проблеми з цифровою трансформацією. Тому актуальним питанням стає формування такої моделі управління в цих країнах, яка б переорієнтувала локальні суб'єкти господарювання від традиційного до інформатизованого виробництва. Ті кризові явища, які зараз спостерігаються в глобальній економіці, є

підтвердженням тези про необхідність переходу до нової економіки, що зорієнтована на інноваційний розвиток та цифрову трансформацію.

Окрім значної кількості досліджень цифрової трансформації як фактору сталого розвитку, основна їх частина спрямована на розробку відповідних інструментів, засобів активізації цифрової трансформації та пошуків шляхів інноваційного розвитку країн. Велике значення на цьому шляху має цифрова трансформація соціально-економічних та екологічних систем, оскільки від цього залежить успіх досягнення відповідних цілей сталого розвитку всієї країни. Тобто цифрова трансформація країни щільно пов'язана з наявністю відповідних внутрішніх можливостей і ресурсів у соціально-економічних та екологічних систем.

Динаміка цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем залежить від якості управління трансформацією. Результати управління цифровою трансформацією відображаються на конкурентоспроможності країни. Тому для того, щоб приймати вдалі управлінські рішення, необхідно мати якісний інструментарій оцінювання динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем у вигляді відповідної системи показників та критеріїв. Проблемним є те, що проводити оцінювання іноді складно через специфіку окремо взятих систем, їх різних розмірів та особливостей. Тому є певна недостатність показників та критеріїв для оцінювання динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, що мають різні характеристики.

У світі застосовують різні методи оцінювання динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, які в більшості випадків базуються на оцінюванні структурних складових цифрової трансформації. Існує багато способів оцінювання цих складових на макрорівні, на основі яких складаються рейтинги інноваційного розвитку країн. Існуючі системи показників в основному включають валові показники продукту чи інвестицій у цифрову трансформацію. До таких систем відноситься *Global Innovation Index* [43], що є дуже потужним інструментом оцінювання

цифрового розвитку країн. Окрім Global Innovation Index, є значна кількість інших методів оцінювання цифрової трансформації країн, серед яких можна виділити Technology Achievement Index [44], The European Digital Social Innovation Index [45] та ін.

Багато країн у світі має певні проблеми у динаміці цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем. Дуже часто це відбувається через те, що мало уваги приділяється економіці знань, інвестуванню в інновації. Вирішення таких проблем примножує результати господарської діяльності набагато більш ефективно, ніж застосування будь-якого іншого виробничого фактору. Використання цифрової трансформації в економіці забезпечить довгострокове стійке економічне зростання.

До країн, в яких цифровій трансформації приділяється недостатня увага, відноситься і Україна. Одним з маркерів є недостатнє правове забезпечення цифрової трансформації, до якого можна віднести Закон України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» і Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року».

Враховуючи вектор наукового пошуку у вигляді існуючих показників та критеріїв для оцінювання динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, та виходячи із важливості дослідження динаміки цифрової трансформації через специфічний характер кожної системи, у даній роботі розроблена система відповідних показників та критеріїв. На основі них можна оцінювати цифрову трансформацію соціально-економічних та екологічних систем і враховуючи те, що дані системи змінюються з часом, можна оцінювати також динаміку цифрової трансформації. Це, у свою чергу, дозволяє розробити рекомендації для управління цифровою трансформацією систем.

Оцінювати динаміку цифрової трансформації соціально-економічних систем пропонується за допомогою наступної системи двох груп річних

показників. До першої групи входять абсолютні показники, до другої – відносні.

*Перша група річних показників (абсолютні показники)*

1.  $U_i$  – кількість державних установ, які мають доступ до Інтернету, од.

Цей показник дозволяє оцінювати соціальну складову цифрової трансформації. Для повноцінної цифрової трансформації всі державні установи повинні мати доступ до мережі Інтернет.

2.  $U_d$  – кількість державних установ, які дають можливість користування інструментами електронної демократії, од.

Цей показник також демонструє прогрес соціальної складової цифрової трансформації. Але інструменти електронної демократії також впливають на всі інші сфери життєдіяльності населення, включаючи економічну систему.

3.  $P_m$  – кількість підприємств, які здійснюють електронну торгівлю, од.

Даний показник демонструє цифровізацію торгівлі, тобто є показником трансформації економічних систем, що впливає також на соціальні і екологічні системи.

4.  $O_n$  – обсяг реалізованої продукції шляхом електронної торгівлі, тис. грн.

Даний показник є логічним продовженням попереднього показника і демонструє якісну сторону цифровізації торгівлі. Він вимірюється в грошових одиницях і є складовою частиною ВВП країни.

5.  $P_i$  – кількість підприємств, які мають доступ до Інтернету, од.

Цей показник дозволяє оцінювати соціально-економічну складову цифрової трансформації. Для повноцінної цифрової трансформації всі підприємства повинні мати доступ до мережі Інтернет.

6.  $P_c$  – кількість підприємств, що мають свій сайт, од.

Наявність сайту на підприємстві спрощує його роботу і створює його цифровий облік. Хоча вже зараз наявність сайту і не дає конкурентних переваг, але його відсутність знижує конкурентоспроможність будь-якого підприємства.

7.  $P_k$  – кількість підприємств, які використовують комп'ютери, од.

Комп'ютер – інструмент, без якого вести господарську та будь-яку діяльність у теперішній час вкрай складно. А з точки зору цифрової трансформації це найперший необхідний атрибут будь-якого підприємства.

8.  $P_{60}$  – кількість підприємств, що проводять аналіз «великих даних», од.

Цей показник на сьогоднішній день має все більше значення для цифрової трансформації соціально-економічних систем, оскільки демонструє прогрес у наступному після інформатизації етапі розвитку суспільства.

9.  $P_{60}$  – кількість підприємств, які надають рахунки-фактури в електронному вигляді, од.

Даний показник демонструє наскільки цифровізувалась діяльність підприємств, адже перехід від паперового документообігу в цифровий спрощує цей процес та дає нові можливості.

10.  $P_{iii}$  – кількість підприємств, які використовували широкопasmовий доступ до Інтернету, од.

Одного використання Інтернету недостатньо для повноцінної діяльності соціально-економічних систем, тому потребується широкопasmовий доступ до Інтернету для активізації цифрової трансформації. Даний показник надає необхідну інформацію.

#### *Друга група річних показників (відносні показники)*

1.  $Ч_7$  – частка державних установ, які мають доступ до Інтернету, у загальній кількості установ, %.

Цей показник дозволяє якісно оцінювати соціальну складову цифрової трансформації. Для повноцінної цифрової трансформації 100% державних установ повинні мати доступ до мережі Інтернет.

2.  $Ч_m$  – частка підприємств, які здійснюють електронну торгівлю, %.

Даний показник якісно демонструє цифровізацію торгівлі, тобто є якісним показником трансформації економічних систем, що впливає на соціальні і екологічні системи.

3.  $Ч_{m6}$  – частка підприємств, які здійснюють електронну торгівлю через сайти або вебдодатки, у загальній кількості підприємств, %.



Цей показник якісно демонструє перехід соціально-економічних систем на цифрову систему торгівлі, що підвищує їх ефективність. Але він не є самостійно вичерпним. Його доповнюють декілька наступних показників.

4.  $Ч_n$  – частка обсягу реалізованої продукції шляхом електронної торгівлі, %.

Даний показник є логічним продовженням попереднього якісного показника і демонструє відсоток цифровізації торгівлі. Він є долею ВВП країни.

5.  $Ч_{\text{до}}$  – частка підприємств, що проводять аналіз «великих даних», %.

Цей якісний показник має велике значення для цифрової трансформації соціально-економічних систем, оскільки показує частку тих підприємств, що перейшли до наступної стадії цифрової трансформації.

6.  $Ч_{\phi}$  – частка підприємств, що наймають фахівців інформаційно-телекомунікаційних технологій, у загальній кількості підприємств, %.

Даний показник демонструє долю підприємств, що йдуть шляхом залучення фахівців, необхідних для цифрової трансформації своєї діяльності. Рівень компетентності на таких підприємствах стосовно цифрової діяльності зростає.

7.  $Ч_{3Д}$  – частка підприємств, що використовують 3-Д друк, у загальній кількості підприємств, %.

3-Д друк має величезне значення для четвертої індустріальної революції і напряму впливає на цифрову трансформацію не тільки соціально-економічних а й екологічних систем. Але тут важливо відокремити сектор виробництва та інші сектори, тому що 3-Д друк потрібен не у всіх галузях.

8.  $Ч_{\text{фд}}$  – частка підприємств, які використовують фіксований доступ до Інтернету, %.

Цей показник дозволяє якісно оцінювати соціально-економічну складову цифрової трансформації. Для повної цифрової трансформації 100% підприємств повинні мати фіксований доступ до Інтернету.

9.  $Ч_{\text{св}}$  – частка підприємств, що мають свій сайт, %.

Частка підприємств, що мають свій сайт, спрощують свою роботу. Але важливо не лише 100% покриття підприємств сайтами, а й забезпечення сайтів необхідним функціоналом для ведення своєї діяльності.

10.  $Ч_{xo}$  – частка підприємств, що купують послуги хмарних обчислень, у загальній кількості підприємств, %.

Використання хмарних обчислень має велике значення на даний час, оскільки дозволяє вирішувати все більш складні задачі, не маючи для цього необхідних ресурсів. Даний показник демонструє наскільки далеко просунулись підприємства у свої соціально-економічній цифровізації.

Всі показники повинні прямувати кожен рік до збільшення, що буде характеризувати позитивну динаміку цифрової трансформації соціально-економічних систем. Перша група краще характеризує кількісну сторону цифрової трансформації, а друга група – якісну сторону. Показники можна визначати як за адміністративним принципом, так і для окремих територій. Порівнюючи значення показників між собою та за змінами у часі можна визначити як здійснюється цифрова трансформація. Також на основі даних показників можна оцінювати прогрес у інноваційній діяльності.

Для оцінювання того, як змінюється динаміка цифрової трансформації соціально-економічних систем, пропонується розраховувати розроблені динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних систем, що є спеціальними динамічними показниками для кожного із показників першої і другої групи. Оптимальний напрямок зміни цих показників – зростання.

Критерієм оцінювання динаміки цифрової трансформації соціально-економічних систем є значення динамічних показників більше 1. Динамічні показники розраховуються на основі відносних приростів річних показників першої і другої групи за формулами (2.1, 2.2):

$$D_{1i} = \sqrt[N-1]{\prod_{n=1}^{N-1} \left( \frac{A_{1i\{n+1\}}}{A_{1i\{n\}}} \right)}, \quad (2.1)$$

$$D_{2i} = \sqrt[N-1]{\prod_{n=1}^{N-1} \left( \frac{B_{2i\{n+1\}}}{B_{2i\{n\}}} \right)}, \quad (2.2)$$

де  $D_{1i}$  – динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних систем для першої групи (абсолютних) показників;

$D_{2i}$  – динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних систем для другої групи (відносних) показників;

$A_{1i}$  –  $i$ -тий показник першої групи (абсолютний показник);

$B_{2i}$  –  $i$ -тий показник другої групи (відносний показник);

$N$  – кількість років, за якими здійснюється аналіз;

$n$  – позначення номера року.

Перша і друга групи запропонованих показників розроблені таким чином, щоб бути достатньо компактними і простими, в той же час охоплювати основні сфери цифрової трансформації соціально-економічних систем. Відносні показники більш співставні, при цьому масштаб абсолютних значень їх складових мало впливає на показники. Показники є достатньо універсальними, що дозволяє їх використання для різних країн за умови урахування їх особливостей.

Оцінювати динаміку цифрової трансформації екологічних систем пропонується за допомогою наступної системи двох груп річних показників. До третьої групи входять абсолютні показники, до четвертої – відносні.

*Третя група річних показників (абсолютні показники)*

1.  $B_n$  – витрати на охорону атмосферного повітря і клімату, тис. грн.

Цифрова трансформація екологічних систем не можлива без витрат на охорону навколишнього середовища. Дані витрати забезпечують ресурсом необхідну охорону атмосферного повітря і клімату.

2.  $B_o$  – витрати на очистку зворотних вод, тис. грн.

Цей показник демонструє наскільки приділяється увага водним системам, а саме їх охороні від забруднення.

3.  $B_6$ – витрати на поводження з відходами, тис. грн.

Відходи – це наслідки господарської діяльності людини. Правильне поводження з ними та утилізація залежать від величини витрат на такі цілі. Але з іншого боку цифрова трансформація передбачає перехід на безвідходну життєдіяльність суспільства. Тому дані витрати повинні направлятися саме на такий перехід.

4.  $B_3$ – витрати на захист і реабілітацію ґрунту, водних об'єктів, тис. грн.

Захист і реабілітація ґрунту, підземних і поверхневих вод напряму залежить від витрат на таку діяльність.

5.  $B_6$ – витрати на охорону біологічного різноманіття, тис. грн.

Даний показник показує зусилля суспільства щодо збереження біорізноманіття. При цифровому переході такі витрати мають велике значення.

6.  $B_p$ – витрати на захист від радіації, тис. грн.

Цей показник демонструє рух суспільства в напрямку забезпечення безпеки виробництва електроенергії на атомних електростанціях. А для України він також включає витрати пов'язані з минулими аваріями на атомних об'єктах.

7.  $B_n$ – витрати на науково-дослідні роботи щодо охорони природи, тис. грн.

Даний показник в контексті динаміки цифрової трансформації екологічних систем має важливе значення, оскільки науково-дослідні роботи спрямовані саме на цифровізацію господарської діяльності і зменшення негативного впливу на довкілля.

8.  $E_e$ – загальний виробіток енергії гідроелектростанціями, тис. т н.е.

Даний показник демонструє рух на шляху до продукування альтернативної енергетики у господарстві, що прямим чином впливає на якість екологічних систем.

9.  $E_6$ – загальний виробіток енергії від біопалива та відходів, тис. т н.е.

Виробіток первинної енергії від енергетики біопалива та відходів також є показником генерації енергії з альтернативних джерел і має пряме відношення до цифрової трансформації екологічних систем.

10.  $E_c$  – загальний виробіток енергії від вітрової та сонячної енергетики, тис. т н.е.

На відміну від попередніх двох показників, даний показник демонструє найбільш перспективну галузь виробництва енергії з альтернативних джерел та слугує основою для цифрової трансформації як екологічних, так і соціально-економічних систем.

#### *Четверта група річних показників (відносні показники)*

1.  $C_{es}$  – співвідношення кількості підприємств, що здійснюють електронну торгівлю та викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря стаціонарними джерелами.

Якісний відносний показник, що враховує одночасно два абсолютні показники. Причому кількість підприємств, які здійснюють електронну торгівлю повинна прямувати до збільшення, а викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення повинно прямувати до зменшення.

2.  $C_{pe}$  – співвідношення обсягу реалізованої продукції шляхом електронної торгівлі та загального кінцевого споживання енергії.

Це також відносний показник, який повинен прямувати до збільшення. Загальне кінцеве енергоспоживання повинно зменшуватись, за рахунок чого відносний показник повинен збільшуватись.

3.  $C_{in}$  – співвідношення кількості підприємств, які мають доступ до Інтернету та викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами.

Цей показник є співвідношенням кількісних показників, який демонструє якісні цифрові трансформації екологічних систем.

4.  $C_{ke}$  – співвідношення кількості підприємств, які використовують комп'ютери та загального постачання первинної енергії.

В даному показнику у знаменнику стоїть кількість загального постачання первинної енергії, який за умов цифровізації повинен зменшуватись. А числівник у вигляді кількості підприємств, які використовують комп'ютери, повинен прямувати до збільшення.

5.  $C_{de}$  – співвідношення кількості державних установ, які мають доступ до Інтернету та енергоємності.

Енергоємність – це величина спожитої енергії на одиницю виробленої продукції або послуг. Чим менша енергоємність, тим ефективніше працюють соціально-економічні та екологічні системи. А сам показник співвідношення кількості державних установ, які мають доступ до мережі Інтернет та енергоємності повинен прямувати до збільшення.

6.  $C_{dd}$  – співвідношення кількості державних установ, які дають можливість користування інструментами електронної демократії та кількості утворених відходів I-III класів небезпеки.

Для динаміки цифрової трансформації екологічних систем дане співвідношення має велике значення, оскільки стосується багатьох аспектів цифрової трансформації.

7.  $C_{ad}$  – співвідношення кількості підприємств, що проводять аналіз «великих даних» та надходження парникових газів у атмосферне повітря.

Цей якісний показник має велике значення для цифрової трансформації екологічних систем, оскільки одночасно враховує кількість підприємств, що перейшли до наступної стадії цифрової трансформації та викиди парникових газів, які повинні зменшуватись.

8.  $Ch_2$  – частка виробітку енергії гідроелектростанціями, %.

Даний якісний показник демонструє рух на шляху до збільшення доли альтернативної енергетики у господарстві, що впливає на якість екологічних систем.

9.  $Ch_6$  – частка виробітку енергії від енергетики біопалива та відходів, %.

Частка загального постачання енергії від біопалива та відходів є якісним показником генерації енергії з альтернативних джерел і описує цифрову трансформації екологічних систем.

10.  $Ч_c$  – частка виробітку енергії від вітрової та сонячної енергетики, %.

Цей якісний показник демонструє долю виробництва енергії з альтернативних джерел, які є основою для цифрової трансформації як екологічних, так і соціально-економічних систем.

Для оцінювання того, як змінюється динаміка цифрової трансформації екологічних систем, пропонується розраховувати розроблені динамічні показники цифрової трансформації екологічних систем, що є спеціальними динамічними показниками для кожного із показників третьої і четвертої групи. Оптимальний напрямок зміни цих показників – зростання.

Критерієм оцінювання динаміки цифрової трансформації екологічних систем є значення динамічних показників більше 1. Динамічні показники розраховуються на основі відносних приростів річних показників третьої і четвертої групи за формулами (2.3, 2.4):

$$D_{3i} = \sqrt[N-1]{\prod_{n=1}^{N-1} \left( \frac{A_{3i\{n+1\}}}{A_{3i\{n\}}} \right)}, \quad (2.3)$$

$$D_{4i} = \sqrt[N-1]{\prod_{n=1}^{N-1} \left( \frac{B_{4i\{n+1\}}}{B_{4i\{n\}}} \right)}, \quad (2.4)$$

де  $D_{3i}$  – динамічні показники цифрової трансформації екологічних систем для третьої групи (абсолютних) показників;

$D_{4i}$  – динамічні показники цифрової трансформації екологічних систем для четвертої групи (відносних) показників;

$A_{3i}$  –  $i$ -тий показник третьої групи (абсолютний показник);

$B_{4i}$  –  $i$ -тий показник четвертої групи (відносний показник);

$N$  – кількість років, за якими здійснюється аналіз;

$n$  – позначення номера року.

Третя і четверта групи запропонованих показників розроблені таким чином, щоб бути достатньо компактними і простими, в той же час охоплювати основні сфери цифрової трансформації екологічних систем. Відносні показники більш співставні, при цьому масштаб абсолютних значень їх складових мало впливає на показники. Показники є достатньо універсальними, що дозволяє їх використання для різних країн за умови урахування їх особливостей.

Кожна група показників містить десять показників оцінювання динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем. Сама динаміка цифрової трансформації оцінюється за допомогою показників динаміки для кожної групи відповідно. Тобто показники динаміки розраховуються для кожного із показників оцінювання динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем. Критерієм оцінювання динаміки цифрової трансформації екологічних систем є значення динамічних показників більше 1. Це означає, що якщо динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем після розрахунку виходять більше одиниці, цифрова трансформація соціально-економічних та екологічних систем по відповідному показнику відбувається у правильному напрямку і вказує на позитивну динаміку, тобто зміну у часі. Якщо значення динамічних показників дорівнюють 1, це означає, що не відбувається позитивних змін у часі, але і негативних змін у часі також немає. Динаміка цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем у цьому випадку демонструє незмінність у часі. Якщо ж значення динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем менше 1, то це означає регрес у цифровій трансформації і системи потребують швидкого втручання заради збереження можливості якісної цифрової трансформації у майбутньому.

Тепер розглянемо додаткові показники для оцінювання динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем. Вони складаються з двох груп: п'ятої та шостої. П'ята група є групою абсолютних показників, а шоста – відносних показників.



*П'ята групарічних показників (абсолютні показники)*

1.  $V_{um}$  – величина вкладень у цифрову трансформацію, включаючи сферу інформаційних технологій, тис. грн.

Даний показник демонструє обсяг інвестицій у цифрову трансформацію як держави, так і приватних підприємств, що у результаті повинно призводити до якісної побудови цифрових мереж.

2.  $V_{op}$  – внутрішні витрати на дослідження і розробки в організаціях сектору ІКТ, тис. грн.

Цей показник демонструє наскільки сектор, що є одним з драйверів цифрової трансформації, розширює свої можливості щодо загальної цифрової трансформації держави.

3.  $K_a$  – кількість абонентів доступу до Інтернету, одиниць.

Даний показник дозволяє побачити, наскільки суспільство рухається до цифровізації і цифрової трансформації. Зрозуміло, що даний показник залежить як від можливості мати доступ, так і від бажання населення.

4.  $O_i$  – обсяг товарів і послуг сектору ІКТ, тис. грн.

Це дуже важливий показник з точки зору того, наскільки розвинутий сектор, що є найголовнішим у цифровій трансформації. Суспільство повинно рухатись у бік збільшення значень даного показника.

5.  $O_p$  – обсяг внутрішнього ринку сектору ІКТ, тис. грн.

На відміну від попереднього показника, даний показник демонструє, скільки товарів та послуг сектору ІКТ реалізовано в країні. Це можуть бути товари та послуги як національних компаній, так і зарубіжних. Залучення до цифрової трансформації імпорту не є негативним фактом на початковому етапі цифрової трансформації.

6.  $E_e$  – сумарні ємності в країні для зберігання електричної енергії, кВт\*год.

Даний показник стосується проривних технологій у зберіганні електричної енергії.

7.  $P_n$  – продаж роботів за період у країні, одиниць або тис. грн.

Даний показник стосується проривних технологій, а саме у використанні роботів в економіці, що демонструє цифрову трансформацію.

8.  $P_{3d}$  – продаж 3-Д принтерів за період у країні, одиниць або тис. грн.

Даний показник також стосується проривних технологій, а саме у використанні 3-Д принтерів в економіці, що також демонструє цифрову трансформацію.

9.  $E_n$  – продаж електромобілів за період, одиниць або тис. грн.

Цей показник характеризує цифрову трансформацію суспільства у напрямку використання електромобілів.

10.  $K_{\epsilon}$  – розмір ринку криптовалют країни, тис. грн.

Такі технології, як блокчейн напряду впливають на цифрову трансформацію та є проривною технологією.

#### *Шоста групарічних показників (відносні показники)*

1.  $Ч_{es}$  – частка соціально значущих послуг, що доступні в електронному вигляді, %.

Соціальний сектор дуже важливий в контексті цифрової трансформації систем, тому даний показник має значення для аналізу переходу до цифрових послуг.

2.  $Ч_{ot}$  – частка домогосподарств, у яких є доступ до Інтернету, %.

Частка домогосподарств з доступом до Інтернету демонструє наскільки населення залучене до можливості використання цифрових послуг. Саме підключення ще не дає гарантії цифрової трансформації, але його наявність є необхідною умовою.

3.  $Ч_{in}$  – частка інноваційних товарів та послуг у загальному обсязі сектору ІКТ, %.

Цей показник слугує для аналізу діяльності сектору завдяки якому відбувається цифрова трансформація. Оскільки дана трансформація можлива лише за умови інноваційної діяльності, даний показник демонструє активність залучення сектору ІКТ до такої діяльності у вигляді готового продукту.

4.  $Ч_{IKT}$  – частка товарів і послуг сектору ІКТ в загальному випуску товарів і послуг, %.

Даний показник характеризує грошовий розмір товарів і послуг сектору ІКТ. Для швидкої цифрової трансформації цей показник повинен бути як мінімум двозначним.

5.  $Ч_p$  – частка ринку сектору ІКТ у країні, %.

Цей показник демонструє наскільки ринок ІКТ є значущим у державі. Якщо значення відносного показника невелике, це означає що провести цифрову трансформацію систем буде складно через обмеженість цифрового потенціалу країни.

6.  $Ч_{роб}$  – частка ринку роботів за період у країні, %.

Даний показник стосується проривних технологій, а саме частку роботів в економіці, що демонструє цифрову трансформацію.

7.  $Ч_{3D}$  – частка ринку що займають 3-Д принтери за період у країні, %.

Даний показник також стосується проривних технологій, а саме частку 3-Д принтерів в економіці, що також демонструє цифрову трансформацію.

8.  $Ч_{ем}$  – частка електромобілів у загальній кількості проданих автомобілів у країні за період, %.

Цей показник характеризує цифрову трансформацію суспільства, а саме частку електромобілів.

9.  $Ч_K$  – частка ринку сектору обігу криптовалют у країні, %.

Даний показник демонструє наскільки блокчейн став поширений на ринку країни.

10.  $Ч_{вр}$  – частка ринку продукції віртуальної реальності, %.

Віртуальна реальність – одна з ключових проривних технологій сучасності, тому даний показник є значущим для оцінки цифрової трансформації.

Для оцінювання того, як змінюється динаміка цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем згідно п'ятої і шостої групи показників пропонується розраховувати розроблені динамічні показники

цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, що є спеціальними динамічними показниками для кожного із показників п'ятої і шостої групи. Оптимальний напрямок зміни цих показників – зростання.

Критерієм оцінювання динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем є значення динамічних показників більше 1. Динамічні показники розраховуються на основі відносних приростів річних показників п'ятої і шостої групи за формулами (2.5, 2.6):

$$D_{5i} = \sqrt[N-1]{\prod_{n=1}^{N-1} \left( \frac{A_{5i\{n+1\}}}{A_{5i\{n\}}} \right)}, \quad (2.5)$$

$$D_{6i} = \sqrt[N-1]{\prod_{n=1}^{N-1} \left( \frac{B_{6i\{n+1\}}}{B_{6i\{n\}}} \right)}, \quad (2.6)$$

де  $D_{5i}$  – динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем для п'ятої групи (абсолютних) показників;

$D_{6i}$  – динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем для шостої групи (відносних) показників;

$A_{5i}$  –  $i$ -тий показник п'ятої групи (абсолютний показник);

$B_{6i}$  –  $i$ -тий показник шостої групи (відносний показник);

$N$  – кількість років, за якими здійснюється аналіз;

$n$  – позначення номера року.

П'ята і шоста групи запропонованих показників розроблені таким чином, щоб бути достатньо компактними і простими, в той же час охоплювати додаткові сфери цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем.

П'ята і шоста групи показників містить по десять показників, всього двадцять додаткових показників оцінювання динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем. Сама динаміка цифрової трансформації оцінюється за допомогою показників динаміки  $D_{5i}$ ,  $D_{6i}$ , для

кожної групи відповідно. Принципи і критерії оцінювання ті ж самі, що і для попередніх показників динаміки.

Цифрова трансформація передбачає цифровізацію та інтеграцію бізнес-процесів підприємств та соціально-екологічного сектору на новій інформаційно-технологічній базі. Такі процеси дозволяють покращити організацію соціально-економічних та екологічних систем, скорочувати трансакційні витрати та збільшувати відкритість держави і підприємств до суспільства. В такому процесі відбувається формування цифрової економіки, яка потім стає частиною глобальної цифрової економіки. Тому цифрову трансформацію соціально-економічних та екологічних систем потрібно розглядати комплексно, для чого і покликані запропоновані показники. Дані показники дозволяють також оцінювати спрощення взаємодії між бізнесом, державою та населенням, що як зазначалося вище, призводить до зниження трансакційних витрат. Для підвищення ефективності процесу цифрової трансформації необхідний підхід державно-приватного партнерства на основі цифрових платформ.

Для оцінювання динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем потрібні не тільки відповідні показники, а й бази фактичних даних що постійно оновлюються. Ці дані можуть служити також для моніторингу цифрової трансформації. Для такого моніторингу проводиться аналіз необхідної інформації. Серед такої інформації повинно бути: інформація про цифрову трансформацію в економічній статистиці, інформація про економічні наслідки цифрової трансформації, інформація про цифрове благополуччя від технологій та інформація про підходи до збору відповідних даних.

Сам моніторинг проводиться для технологій цифрової трансформації, серед яких найголовнішими є інтернет речей, штучний інтелект та блокчейн. Самі показники стосуються таких сфер, як аналіз даних та їх потоків, навички людей і персоналу стосовно цифрових технологій, довіра в онлайн середовищі, цифрові послуги та урядування.

Моніторинг цифрової трансформації можна проводити за наступними показниками:

1. Частка виручки підприємств, отриманої по цифровим каналам, %.

Даний показник демонструє наскільки організація оцифрувала свої інструменти діяльності.

2. Частка цифрових продуктів і послуг у доході підприємств, %.

Дохід підприємства може не містити дохід від цифрових продуктів і послуг, але картина по певній території більш яскраво продемонструє процес цифрової трансформації.

3. Число фізичних осіб – користувачів цифрових послуг, одиниць.

Фізична особа – людина, яка користується цифровими послугами. Тобто, вона вже має можливість у вигляді підключення, наприклад Інтернету, а вже потім може робити вибір в бік використання відповідних послуг. Кожна фізична особа – потенціальний користувач цифрових послуг.

4. Число юридичних осіб – користувачів цифрових послуг, одиниць.

На відміну від фізичних осіб, юридичні особи більше схильні до користування цифровими послугами, оскільки від цього в багатьох випадках залежить їх конкурентоспроможність.

5. Частка цифрових бізнес-процесів у функціях підприємств, %.

Цифровізація бізнес-процесів спрощує діяльність організації і дозволяє перекинути ресурси на її діяльність, що стосується безпосередньо її функціонального профілю.

6. Частка персоналу підприємств та установ, які мають знання у сфері цифрової трансформації, %.

Це відносний показник, що демонструє цифрові навички персоналу і відповідно можливість організації проводити цифрову трансформацію. За умови низької частки необхідно наймати новий персонал, або навчати існуючий.

7. Обсяг інвестицій у цифрову трансформацію, тис. грн.

Даний показник є дуже важливим і одним з найголовніших у цифровій трансформації. Оскільки від обсягу вкладень і залежить сама трансформація. Звісно, також має значення ефективність таких вкладень.

8. Частка інвестицій у цифрову трансформацію у загальному обсязі інвестицій, %.

Цей показник демонструє спрямованість організації на цифрову трансформацію, або наскільки вона приділяє трансформації ресурсів та уваги. Малі значення частки можуть свідчити про незацікавленість, або вже про здійснену трансформацію.

9. Співвідношення інвестицій у цифрову трансформацію та виручки підприємств, %.

Даний показник повинен мати якомога більше значення, яке може дозволити собі організація. Він демонструє стратегічне бачення організації, так само як і капітальні інвестиції.

10. Частка витрат на закупівлю вітчизняної продукції ІКТ, %.

В Україні виробляється значний обсяг продукції ІКТ, проте лише мала його частка споживається вітчизняним ринком. Дуже часто це пов'язано з відсутністю в українських підприємств необхідних ресурсів на відповідну закупівлю або з відсутністю пропозиції необхідної продукції на внутрішньому ринку.

Важливими критеріями цифрової трансформації на даний момент можуть бути роботизація бізнес-процесів та застосування штучного інтелекту. Ці два напрями дуже активно розвиваються і їх впровадження суттєво впливає на цифрову трансформацію.

Цифрові технології кардинально змінюють соціально-економічні та екологічні системи. Багато компаній проводять масштабні зміни, щоб отримати переваги від цих технологій або просто не відставати від конкурентів. Успіх у цифрових трансформаціях часто виявляється невловимий. Характерні показники успіху поділяються на п'ять категорій: лідерство, розвиток здібностей, розширення можливостей працівників, оновлення інструментів і

комунікація. Ці категорії показують, де і як компанії можуть почати покращувати свої шанси на успішне впровадження цифрових трансформацій свого бізнесу. Сучасна цифрова трансформація підприємств має кілька особливостей. Підприємства схильні аналізувати себе, проводячи цифрову трансформацію. Найпоширенішою метою цифрової трансформації є оцифрування операційної моделі організації. Також метою може бути запуск нових продуктів чи послуг або взаємодія із зовнішніми партнерами через цифрові канали. Цифрова трансформація має великі масштаби. Зміни охоплюють одну або декілька функцій, або бізнес-одиниць, або все підприємство.

Для успіху у трансформації організації повинні використовувати більше цифрових технологій, ніж інші. Це може здатися нераціональним, оскільки занадто великий набір технологій може призвести до більш складного виконання ініціатив з цифрової трансформації і, що дає більшу вірогідність зазнати невдачі. Підприємства і організації з успішними трансформаціями використовують більш складні цифрові технології ширше, до яких як правило відносяться штучний інтелект, Інтернет речей та методи нейронного машинного навчання.

Під час цифрової трансформації зміни відбуваються на всіх рівнях. Тобто при оцінюванні мова йде не тільки про персонал, а і про керівництво. Бо неможливо провести якісну цифрову трансформацію, якщо керівна команда не знайома з цифровими технологіями. Також велике значення має лідерство. Гарний лідер скерує організацію чи команду в правильному напрямку. Люди на ключових ролях цифрової трансформації призведуть до успіху у більшості випадків у порівнянні з ситуацією без відповідних лідерів. Підприємства які досягають успіху у цифровій трансформації отримують лідерів, які володіють цифровими технологіями. Тому розвиток цифрових навичок, можливостей персоналу і керівництва організації є фундаментальною дією для цифрової трансформації організації й одним із його найважливіших факторів успіху. Кожен член організації повинен мати свою роль у цифровій трансформації, що



означає певний функціонал і відповідальність. Таким чином, відбувається ліквідація розривів між традиційною та цифровою частинами діяльності організації. Персонал також повинен постійно розвивати внутрішні цифрові здібності.

Внаслідок успішної цифрової трансформації організація матиме кращий фінансовий та надійніший підхід до талантів. Такий підхід спрямований на планування робочої сили та її розвиток. Крім того, змінюються критерії щодо найму персоналу в бік цифрових компетентностей.

Цифрова трансформація вимагає культурних і поведінкових змін організацій, таких як прорахування ризиків, посилення співпраці між собою та зорієнтованість на клієнтів. В першу чергу це стосується персоналу і залежить від його готовності прийняти нові зміни. Така зміна поведінки та способів роботи дозволяє проводити організаційні зміни.

Щоб змінити поведінку необхідно встановити практику роботи по-новому. Робота по-новому може означати новий спосіб роботи організації, при якому, наприклад, буде проводитись безперервне навчання персоналу, або організацію відкритого робочого середовища. Але сама цифрова трансформація не є метою, метою є її результати. Тому персонал повинен мати право голосу щодо доцільності проведення цифровізації тих чи інших процесів. Якщо персонал буде мати почуття, що від них це залежить, самі ідеї цифрової трансформації матимуть значно більшу підтримку і відповідно більшу вірогідність успіху.

## **2.2 Аналіз світових практик вимірювання індексів досягнення цифровізації суспільного життя**

Широка цифровізація змінює ділове та технологічне середовище, надаючи організаціям можливості та виклики, які можуть їх спонукати чи змінити. Фактично, за останні два десятиліття ми стали свідками появи цифрових технологічних продуктів та послуг, якими можуть користуватися

інші організації. Кілька установ, досліджень та проектів виявили широкий інтерес до обчислення індексів, що вимірюють позицію цифрової трансформації в різних країнах. У наступних розділах метою є аналіз загальних показників у літературі та вивчення їх зв'язку з ВНД на душу населення, продуктивністю праці та зайнятістю. Отже, після вивчення різних індексів, робота продовжує аналіз, вибираючи певний індекс цифрової трансформації та вивчаючи його зв'язок із обраними макроекономічними змінними за допомогою економетричних моделей.

Основаючись на практиці світових лідерів можна зауважити, що вибір інструментів для розвитку економічної політики ґрунтується на використанні провідних показників. Саме вони стають прерогативою країн при прогнозуванні розвитку економічних систем та процесів, а також є методом оцінювання динаміки цифрової трансформації як соціально-економічних, так і екологічних систем. Вітчизняні та зарубіжні економісти, впливові компанії, державні установи намагаються сформулювати набори показників для характеристики ступеня та інтенсивності трансформації цифрової економіки. Прикладами таких можуть слугувати Карлссон, Б, Суи, Д. З., Рейески, Д. У, Перронс, Д..

Одним із поширених заходів цифрової трансформації є Індекс цифрового прийняття (DAI); цей індекс всесвітньовідомий та створений на базі трьох галузевих субіндексів, кожному з яких присвоюється рівна вага: люди, уряд та бізнес, саме цей загальний показник наголошує на «пропозиції» цифрового усиновлення. Загальний DAI обчислюється як три субіндекси. Кожен підіндекс – це просте середнє значення, яке включає технологічні вимоги, необхідні для сприяння цифровому розвитку, підвищення продуктивності та сприяння зростанню бізнесу на широкій основі [46].

За допомогою такої людини як Ейлер Гермес був створений у 2018 Індекс сприяння цифровізації (EDI). Його впровадили більше ніж у 115 країнах та мали на меті підтримати традиційний бізнес, а також зрівняти можливості керувати цифровими. Показник дає оцінку країнам в залежності від їх

підтримки цифровізації, таким чином можна їх класифікувати відповідно до цифрового регулювання різними аспектами [47]. Через що, індекс зосереджується на організаційному та сприятливому середовищі цифрової трансформації всередині країни та на підтримці, яку уряд спрямовує на заохочення технічних інновацій.

Подібним чином, Індекс цифрової економіки та суспільства (DESI) - це складений індекс, розроблений Камарою, і щороку публікується Європейською комісією з 2014 року. Він зосереджений на країнах ЄС, зокрема, для вимірювання кроків та процедур, які ці країни здійснюють у напрямку сприяння розвитку цифрової економіки та суспільства. Він побудований з відповідних показників поточної європейської цифрової політики. DESI включає п'ять основних політик: зв'язок, людський капітал, використання Інтернет-послуг, інтеграція цифрових технологій та цифрових державних послуг [48].

Іншим індексом є DiGiX, який є складеним індексом із 18 субіндикаторів, розрахованих для 99 країн світу. Він має на меті виміряти ступінь оцифрування в цих країнах шляхом збору та класифікації інформації, пов'язаної з трьома сторонами: умовами постачання (інфраструктура та витрати), умовами попиту (технічне прийняття в суспільстві та урядом) та інституційним середовищем (регулювання та логістика) [49].

У подібному контексті DEI – це загальна оцінка прогресу цифрової економіки в 60 країнах, що об'єднує понад 100 різних показників за чотирма ключовими рушіями: умови пропозиції, умови попиту, інституційне середовище та інновації та зміни. Отже, індекс відображає як поточну ситуацію з цифровою трансформацією всередині країни, так і темп прогресу, на якому країна покращується. Це може виявити та забезпечити відповідні наслідки для інвестицій та інновацій. Воно досягається в результаті взаємодії чотирьох драйверів:

- цифрова інфраструктура країни;
- попит на технології;

- інституційне середовище; і
- інновації та розвиток.

Він також надає основні відомості про зростаючі ризики та виклики, пов'язані з постійною залежністю від цифрових технологій [50].

Через доступність даних та відповідність обрано аналіз трьох індексів цифрової трансформації, які охоплюють різні виміри цифрової трансформації та є одночасно доступними для країн, що розвиваються. Цими індексами є DEI, EDI та DAI. Вважається, що використання єдиного складеного індексу, який охоплює ці різні виміри цифрової трансформації та одночасно стандартизований для різних країн, може показати відповідні та обґрунтовані результати.

**Підключення.** Зв'язок у наш час став визначальною рисою сучасної економіки та однією з важливих тенденцій 21 століття. Існує велика кількість визначення поняття підключення, але невід'ємною його характеристикою є синонімічність із словом мережа, яка в свою чергу слугує сукупністю взаємопов'язаних вузлів. Вузли розглядаються теж різні: може бути людина, фірма, місто, країна або інша просторова сутність.

Виходячи з поняття вказаного вище, можна виокремити декілька підходів кількісної оцінки зв'язку. Вже створено надійний набір інструментів, який дасть конкретну оцінку. Розмір підключення DESI, розрахований як середньозважене середнє значення п'яти підвимірностей: 1a Фіксоване широкопasmугове використання (25%), 1b Фіксоване широкопasmугове покриття (25%), 1c Мобільна широкопasmугова мережа (35%) та 1d Індекс цін на широкопasmуговий доступ (15%).

Не кожна людина має доступ до підключення у системну мережу. Згідно статистики у глобальному масштабі 29 % молодих людей у віці 15-24 роки – приблизно 346 мільйонів «не знаходяться онлайн». Найкритичніша ситуація у Африканському континенті, де із цифри у 346 мільйонів непідключених близько 60 відсотків, порівняно з 4 відсотками в Європі це багато. Якщо у когось немає зв'язку із цифровим світом, це велика проблема позбавлення

можливостей навчатися, спілкуватися, розвиватися та критично мислити. Наслідком цього є занепад економіки, відсталість країни та суспільства від загального потоку. Відповідно протилежністю до цього є розширення цифрових зв'язків, що прискорить економічне зростання. Зростання відсотка підключення країни допоможе молодим людям повною мірою використати позитивні аспекти Інтернету, направляючи їх, як правильно переглядати веб-сторінки та користуватися ними, використовуючи безліч можливостей, що охоплюють світ. Такими можливостями можуть бути працевлаштування, залучення громадян та не тільки.

Згідно оцінки Світового банку, збільшення відсотка підключеного до Інтернету населення приблизно від 48 % до 75 % надасть до світового ВВП 2 трильйони доларів на рік і допоможе створити 14 мільйонів робочих місць. Але реалії не такі перспективні як вважалося з першого погляду: сьогодні лише 40 % населення (3,2 мільярда) мають стабільне підключення [51].

**Людський капітал.** Дані людського капіталу створені для підкреслення та оцінки результатів, які покажуть як покращення освіти, охорони здоров'я вплинуть на продуктивність праці наступного покоління, паралельно враховуючи всі можливі ризики що пов'язані зі здоров'ям та включені у віковий діапазон дитини протягом 18 років. Назва цього індексу ототожнена з одиницею виміру, а саме кількість людського капіталу кожної країни втраченої внаслідок відсутності освіти та здоров'я. За допомогою цього індексу можливо визначити які країни найкраще мобілізують професійний та економічний потенціал громадян.

Насьогодні ситуація з покращенням цього показника. Усім відомо що COVID-19 вплинув на економіку як України, так і країн Європи. Людський капітал теж постраждав за часи пандемії. Блокування робочих місць, поставок, що були введені для затримки зараження створили неабиякі труднощі для доходів сімей. Додатковою проблемою стали збої в роботах освітніх послуг та медицини, що, ймовірно, матимуть тяжкі наслідки в майбутньому на накопичення людського капіталу.

**Користування Інтернетом.** Показник залишається головним аспектом у цифровізації економіки. Важко уявити світ без телекомунікацій та широкосмугового Інтернету, який змінив наше життя у таких деталях, як спосіб спілкування, здійснення покупок, планування відпусток та інше. Нарешті, саме мережа Інтернет відіграє значну роль в підвищенні ефективності операцій, частки ринку фірм і конкурентну перевагу. Хоча передові інформаційні та комунікаційні технології примушують Інтернет працювати, політичні та економічні запити повинні вирішуватися для сприяння розвитку, розширення галузі Інтернету. Тому додавання цього індексу за для вираження динаміки цифровізації економічних та інших систем є доцільним.

Щоб виміряти даний індекс існує декілька можливих підходів. Одним із таких є побудова набору даних про глобальний потік, який точно відстежує географічні початкові та кінцеві точки, а додатково важливі точки на шляху. Також до методу побудови можна включили наступні додаткові дані:

- фактичні дані про дорожній рух, як сукупні, так і за певними підкатегоріями;
- подальший потік даних від фірм;
- інформація про розташування сайтів .com;
- інформація про розташування ключових сайтів ЦОД та їх пропускну здатність;
- інформація про бар'єри для потоків даних, яка буде використана для побудови проксі для цілей моделювання.

Інший підхід базується на визначенні гарячих точок інтенсивності потоку даних і накладання їх на дані, що відображають інтенсивність та значення різних змінних економічної ефективності (зв'язок з інноваціями, підприємством, торгівлею, продуктивністю тощо). Існують додаткові дані для визначення цим методом:

- Щільність інфраструктури даних: щільність та склад гравців на IXP; щільність взаємозв'язку угоди на IXP; пропускна здатність на IXP; розгортання IPv6 за регіонами;

- Аналіз доданої вартості певних видів діяльності, пов'язаних з Інтернетом, подібно аналізу торгівлі доданою вартістю (TiVA)

**Інтеграція цифрових технологій** Даний індекс вимірює використання різного виду цифрових технологій на рівні фірм. Інтеграція цифрових технологій охоплює «оцифрування бізнесу» та «електронну комерцію». Ці значення мають додаткові показники, які допоможуть при вимірі цього індексу. «Оцифрування бізнесу» має п'ять показників та визначається у відсотках від використаної фірми: соціальні медіа, хмарні рішення, обмін електронною інформацією, ідентифікація радіочастот, е-рахунки. До електронної комерції також відносять три показники: відсоток малих та середніх підприємств, що продають через Інтернет, відсоток МСП, що продають через Інтернет та оборот електронної комерції, як відсоток загального обороту МСП.

Північні країни продовжують бути провідними в інтеграції цифрових технологій.

**Цифрові державні послуги.** Що стосується цифрових технологій у формуванні державних послуг, то вони допомагають створювати більше вимог та очікувань до державного сектору. Урядові організації розуміють цей виклик та приймають потенціал технологій. Лише ефективний електронний уряд зможе забезпечити належний розмір спектру переваг, які включають також економію та нові можливості як для підприємства, так і для держави. Щоб визначити цей індекс, потрібно знати декілька індикаторів: відсоток користувачів електронного уряду, оцінка попередньо заповнених форм, оцінка завершеності онлайн-сервісів, цифрові державні послуги для бізнесу (включаючи у цей пункт внутрішні та транскордонні послуги), відкриті дані.

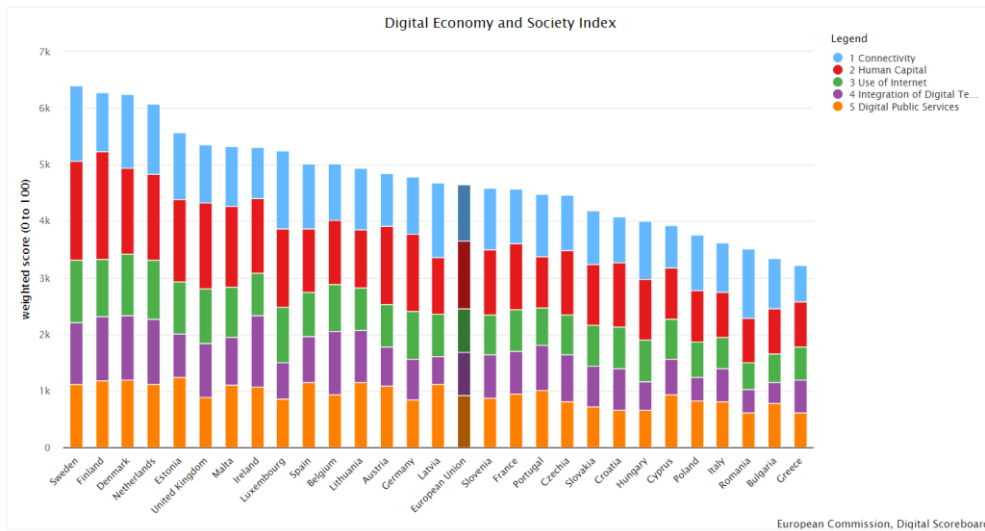


Рисунок 2.1 – Індекс цифрової економіки та суспільства за 2018 рік

Джерело: [52]

Згідно графіку по індексам цифрової економіки представленої на рисунку 1 за 2018 рік, найрозвинутішими країнами в ЄС стають Швеція, Фінляндія, Данія та Нідерланди. Мають перспективи, але не такі успішні – Великобританія, Мальта, Люксембург, Іспанія, Бельгія та інші. Болгарія та Греція мають найнижчі показники. Найбільш впливовішим індексом на стан країни став людський капітал, який займає більше 25% від усього значення у рейтингу.

Індексація стала поштовхом для відкриття нових цифрових технологій, які б допомогли країнам вирішувати більшість своїх проблем. Саме так ми наразі можемо отримати досвід, який сприяє виставленню завдань та пріоритетів у розвитку цифрової держави. Закордонний досвід формування сучасної економіки з географічної сторони базується на двох країнах: США та Китай. Ці економічні гіганти займають 90% капіталізації цифрового значення.

Китай у складі частки Азії посідає 22%, а США у Північній Америці 68%. Для достовірності інформації проаналізовано додаткова значимість цифрових технологій у економіці світу та підтверджено зростанням сегменту ВВП на 20%, в розвинених цей показник значно менший, а саме до 7%. При таких



показниках, розглядаючи окремо за 2019 рік частка цифрової економіки у ВВП Китаю складала від 6% до 30%, а у США від 6,9% до 21,6%[53].

Цифрова траєкторія економіки є певною функцією двох факторів: темпу оцифрування в часі і поточного стану. Залежно від цього кожна країна має певний номер у рейтингу, по якому можна зрозуміти її рівень цифрової еволюції. При повному аналізі DigitalPlanet [54] створив порівняння економік країн, як лідерів, так і аутсайдерів.

**Сповільнюючі.** Для цього типу зон характерно демонструвати повільний імпульс, але виходити за рахунок високого цифрового прогресу. До таких країн можна віднести більшу частину ЄС. Вони не прагнуть впроваджувати іноземні технології, а притримуються вітчизняного розвитку. Щоб повернути високий темп розвитку, цим державам слід перейти на такі задачі:

- За рахунок реформування імміграційної системи, долучати та утримувати професіоналів з навичками у ІТ-індустрії
- Регулювання інструментів по захисту споживачів від кібератак, але при цьому залишати доступність послуг на тому самому рівні, як і раніше
- Змінити цільове інвестування до ринку капіталу, щоб у подальшому підтримувати інновації країни

**Лідери.** У цій категорії держави охоплюють дві функції одразу. Тому вони є цифрово-передовими та демонструють високий імпульс. У цій зоні особливо можна виділити 4 точки: Сінгапур, США, Гонконг та Південну Корею. Економіки цих та інших країн зони досягли такого результату вибравши правильні пріоритети.

- Підтримка стартапів зв'язаних з ІТ-індустрією,
- Залучення на навчання та підтримка у майбутньому ІТ-кадрів
- Цифрові інструменти у споживанні. Наприклад, цифрові платежі, розваги чи торгівля.
- Просування цифровізації в університетський, шкільний та державні процеси
- Доступний та швидкий інтернет, на який не впливає місце використання

**Проблемні.** Найгірша зона, яка показує низькі результати як в області оцифрування, так і рівня імпульсу. До цієї категорії увійшли держави Азії, Африки, Європи та Америки, які ще не вирішили для себе остаточних пріоритетів у розвитку, але мають надію рівнятися на економіку лідерів та перспективних країн. Щоб вийти з такого становища рекомендовано триматися таких настанов:

- Створення та підтримка будь-яких ініціатив з розвитку додатків, які допоможуть вирішити проблеми регіону
- Інвестування у проблеми інфраструктури, які у майбутньому допоможуть тримати цифровий прорив країн.
- Підтримка державою цифрового доступу у населення, особливу увагу звертаючи на віддалені регіони

**Перспективні.** Мають низький бал у своїх поточних станах цифровізації, але з позитивних зрушень – це швидкий розвиток. Якщо переглянути діаграму, можна виділити ТОП 3 країни, які лідують у цій зоні: Китай, Індонезія та Індія. Україна теж входить до числа перспективних країн та займає середину списку, що можна вважати непоганим результатом на теперішній час. Щоб триматися на рівні, економіки цих держав ставлять у пріоритет та виконують такі задачі:

- Покращення якості та доступності інтернету для ширшого його впровадження у регіони
- Надання інвестування у цифрові підприємства, створюючи робочі місця та навчаючи ІТ-кадри.
- Створення гідного законодавства зі включенням туди розвиток будь-яких цифрових технологій

Країни-лідери найперспективніші у розвитку та дають великий поштовх до просування цифрових технологій у економіку.

Частка бюджету на розвиток інформаційно-комунікаційного простору в багатьох країнах незмінно зростає. Однак підходи до трансформації істотно відрізняються. Це обумовлено спочатку різним доробком у розвитку інформаційних технологій, різницею в рівнях ВВП, культурними

відмінностями і іншими факторами. Слід розглядати особливості підходів до цифровізації та шляхи розвитку ІТ-індустрії країн лідерів, що вже мають певний досвід у цій галузі. Всі досягнення продемонстровано на таблиці 2.1.

Не дивлячись на відмінності підходів до цифровізації, практично всі країни об'єднує розуміння неминучого переходу до ІТ-технологій, а також перспективи розвитку у цьому напрямку. Деякі країни вибирають шлях власних розробок, інші ж впроваджують зусилля мігрантів або схильні до імпорту своїх цифрових досягнень. При всіх цих підсумках, можна вважати, що темпи зростання економіки не є домінуючим фактором, який може визначити наскільки розвинута країна у ІТ-сфері. Тому цілком можливо, що пріоритети та розстановка сил з кожним роком буде змінюватися. Але роль цифровізації у економіці будь-якої країни залишається невід'ємною і скоро стане тенденцією.

Таблиця 2.1 – Досягнення у формуванні цифрової економіки на прикладі 4-х країн-лідерів

| Сінгапур  | США  |
|---|--|
| <p>Країна вважає, що шлях до закладання міцних основ цифрової економіки можливо через інвестування в цифрову інфраструктуру, зміцнення цифрових можливостей людей та підприємств, а також вільне управління потоком інформації. Наразі на запуск інновації у 5G виділено більше ніж 40 мільйонів доларів. Крім цього запуснені нові проєкти «AI», «IoT». Це допоможе поліпшити рівень життя та продуктивність роботи підприємств, що в свою чергу відобразиться на економіці Сінгапуру</p> <p>Сінгапур став першим прибічником угод про цифрову економіку. На 2021 рік вже підписані договори з Австралією, Новою Зеландією та Чилі. Планується підписання з Південною Кореєю [55].</p> | <p>Рівень проникнення Інтернету в країні дуже високий - майже 88% населення є його користувачами. Найбільші транснаціональні компанії в сфері ІКТ мають американське походження. У 2012 р як пілотний проєкт був відкритий Національний інститут інноваційних адитивних виробництв. Уже в 2016 р мережа складалася з уже десяти інститутів, і планувалося відкрити ще шість. З 2016 року США була анонсована програма «Повістка у цифрову економіку». У документі підкреслюється, що зростання економіки і конкурентоспроможності Америки повністю залежить від розвитку цифрової економіки. У 2016 р Д. Трамп змінив американську зовнішню і внутрішню політику. Його протекціонізм привів стану до ускладнень в цифрову економіку[56].</p> |

Продовження табл. 2.1.

| Китай   | Південна Корея  |
|---|---|
| <p>З періоду початку в Китаї політики реформ і відкритості 1978 р у сфері інформаційно-комунікаційних технологій країни пройшов величезний прорив. Починаючи з розвитку мікроелектроніки і появи ЕОМ в 1980-ті рр., в мережі Інтернет в 1990-і, в 2000-х рр. з'являється робототехніка, штучний інтелект, технології «блокчейн», «біг дата». В останні роки в Китаї спостерігається зростання цифровізації економіки, переважно в таких сферах, як електронна торгівля, фінансові технології, сфера виробництва. Елементи цифрової економіки все більше присутні у повсякденному житті громадян.</p> <p>Уряд Китаю прийняв такі документи, як Національна середньострокова програма розвитку науки і технологій (2006-2020 рр.), Державна стратегія щодо розвитку інформатизації (2006-2020 гт.), Програма «Цифрова економіка - 2020: план дії для китайських підприємств». План «Цифровий Китай» (2016-2021 рр.), В рамках якого реалізуються дві програми - «Зроблено в Китаї - 2025», завдання якої полягає в підвищенні продуктивності з використанням цифрових технологій і «зелених» стандартів, і «Інтернет плюс» - трансформація промисловості з використанням цифрових технологій, мобільного інтернету, проведення 2025 р комп'ютеризації всіх наявних на території КНР підприємств [56].</p> | <p>Південна Корея прихильник просування ІКТ, як інструмент національного розвитку. Під впливом цього було впроваджено такі програми як «Кібер-Корея 21», «е-Корея», «у-Корея». Вони націлені на узгодження уряду, бізнесу та спільнотами з дослідження цифрових технологій.</p> <p>Оприлюднився план реакції економіки на 4-ту промислову революцію країни, яка несе за собою хмарні технології, інтернет та мобільні послуги. Планом було встановлено чотири ключові цілі:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— сприяти розвитку надійних флагманських галузей та створення широкого спектру нових галузей за допомогою інтелектуальних інновацій;</li> <li>— покращити якості життя людей шляхом вирішення хронічних соціальних проблем;</li> <li>— посилити мережі соціального захисту шляхом створення якісних робочих місць;</li> <li>— забезпечити особисте користування світовими інтелектуальними технологіями, даними та мережами [57].</li> </ul> |

Джерело: розроблено авторами

Індекс цифрової економіки допомагає кожному та не залежить від кваліфікації споживача. Компанії можуть розуміти, як вплинуть їх стратегії на ринок і знайти відповідну, для відображення своєї фірми у світових тенденціях. Політики за допомогою розрахунку показників мають змогу розробити плани, засновані на онлайн-можливостях для регіону, сільської та міської місцевості. Споживачі дивлячись на цифри можуть дізнатися найкращий час для

придбання товарів, як електроніка, телевізори, продовольчі товари тощо. Саме глобальний вплив цифровізації на країну допоможе вирішити велику частину питань, які важко спрогнозувати на майбутнє та піднятися у міжнародному рейтингу, щоб стати провідною і створювати вже тенденції самостійно.

Аналізуючи закордонний досвід формування цифрової економіки, Україні потрібно зрозуміти, що для сучасності ІТ-індустрія відкриває багато можливостей та шляхів розвитку. Це може бути як збільшення конкурентоспроможності на ринку, так і збільшення добробуту населення. Наразі у нашій країні існує проблема нестачі кваліфікованого заселення з питань інформаційних технологій, які зможуть повністю управляти високорозвиненими технологіями. Якщо інвестувати більшу частку коштів держави до цифровізації, це стане наслідком стійкої конкурентоспроможності та гарної позиції на міжнародних рейтингах. На теперішній стан розвитку України, доцільно прийняти такі рішення: 1) Прийняття відповідних договорів та законів, а в цілому просто створити гарну нормативно-правову базу, яка б могла надати можливості для формування інфраструктури цифрової економіки; 2) щоб підняти кваліфікацію населення та обізнаність у інформаційних технологіях, слід щомісяця проводити конференцію на місцевому рівні. Наприклад взяти навчальні заклади, державні установи; 3) використовувати зарубіжний досвід країн-лідерів та країн які мають високий міжнародний рейтинг для формування цифрової економіки; 4) Розширення цифрових інструментів у споживанні. Особливо звернути увагу на масштабні інтернет сайти, які є всьому світі, але недоступні для України (Amazon, Ebay); 5) Контроль діяльності по впровадженню ІТ-технологій у галузі економіки

### **2.3 Теоретико-методологічне підґрунтя обґрунтування забезпечення сестейнового розвитку та ресурсної безпеки шляхом урахування впровадження проривних технологій та цифрової трансформації**

Сучасний етап суспільного розвитку характеризується загостренням та подальшим наростанням протиріч між станом глобальної економічної системи та станом навколишнього природного середовища. Проявами таких протиріч стають екологічні кризи, кризи в інших сферах, різного роду незбалансованість та нестійкість у процесах суспільного перетворення як у коротко-, так і в довгостроковій перспективі.

У процесі світової еволюції поступово зростала значущість матеріальної основи прогресу суспільства, природні фактори враховувались тільки у прагматичних цілях та формувалась егоцентрична позиція по відношенню до довкілля. У результаті світова цивілізація зіткнулась з глобальними проблемами людства, зокрема, з проблемою нестачі природних ресурсів, з проблемою забруднення навколишнього природного середовища тощо. Ці проблеми містять у собі потенціал природних катастроф планетарного масштабу. Прогнози науковців з подальшого планетарного розвитку є невтішними. Наявні протиріччя розвитку суспільства, глобальні проблеми людства, на вирішення яких спрямовані Цілі сталого розвитку ООН, обумовлюють значні складності досягнення сестейнового, комплексного, системного розвитку теперішнього та наступних поколінь. Тому важливим завданням постає не тільки реалізація Концепції сталого розвитку, але і правильна її реалізація. Впровадження ідей системності у комплексні плани суспільного розвитку, впровадження нових технологій на основі цілісного розвитку суспільних процесів є єдино правильним шляхом подальшого суспільного розвитку.

Важливим завданням також є комплексний аналіз здобутків науково-технічного прогресу, розгляд шляхів їх системного впровадження у

суспільному відтворенні, а також активізація інших напрямів суспільного прогресу.

Характерні риси суспільного прогресу свідчать про розбалансованість розвитку. Мова йде, насамперед, про відчуження суспільства від природної основи існування. Це призводить до стійкого неврівноваженого стану соціально-економічних систем. За цих умов основоположним завданням є зміна парадигми суспільного розвитку. Зміна та впровадження нової парадигми розвитку суспільства дозволить реалізувати ідеї сталого розвитку на системній основі.

За цих умов виникає проблема забезпечення сталого розвитку на системній основі з урахуванням досягнення екологічної та економічної безпеки. Розвиток як такий завжди передбачає структурну перебудову, впровадження якісно нових основ функціонування. Тому при вирішенні завдання забезпечення сталого розвитку важливе значення має використання сучасних виробничих та інформаційно-комунікаційних технологій. При цьому вихід на траєкторію екологічно сталого розвитку передбачає досягнення екологічної, зокрема ресурсної безпеки.

На сьогодні надзвичайної важливості набувають системні дослідження законів і закономірностей розвитку, ідентифікація фундаментальних засад розвитку, а також формування нового теоретико-методологічного взірця (парадигми) розвитку. Поряд з цим завданням, важливим є забезпечення механізму реалізації нової парадигми розвитку, з конкретизацією організаційних форм, методів та інструментів цього механізму за всіма рівнями глобальної економічної системи. Глобальною метою людства у сучасних умовах є забезпечення основ довгострокового (у контексті розгляду його етапу для наступних поколінь) сестейневого, тобто системного, збалансованого за критеріями розвитку природної та господарської системи.

Впровадження ідей сталого розвитку передбачає не лише екологізацію суспільних процесів. Для комплексної характеристики сукупності процесів забезпечення сталого розвитку існує поняття сестейнізації. За визначенням

автора [58], сестейнізація означає процес формування цілісної системи, що включає не тільки процеси трансформації виробничих систем, соціуму з метою зменшення негативного впливу на довкілля, але і процеси гуманізації, дематеріалізації тощо. Тобто важливими стають не тільки матеріалістичні основи розвитку, але і ідеалістичні його начала.

У джерелі [59] сестейнова економіка називається також новоіндустріальною. Автори пов'язують її розвиток з утворенням просторових бізнес-екосистем. У статті також згадується про платформну економіку, що, передусім, передбачає прозоре залучення ресурсів у господарський обіг.

Одними із критеріїв управління впровадженням ідей сталого розвитку у суспільні процеси є досягнення екологічної, ресурсної, як її складової, та економічної безпеки, конкурентоспроможності економічних систем різних рівнів. При цьому конкурентоспроможність нами розглядається як рівноважний динамічний стан системи у довгостроковій перспективі.

Значний внесок у вирішення проблеми досягнення екологічної безпеки зробили вчені, як Є.П. Буравльов [60], Л.Д. Гармідер [61], В.А. Голян [62], Б.М. Данилишин [62], А.Б. Качинський [63], Н.С. Макарова [61], Л.В. Михальчук [61], М.А. Хвесик [62] та багато інших. Дослідження питань забезпечення довгострокового розвитку, конкурентоспроможності (як критерію розвитку) соціально-економічних систем та досягнення екологічної безпеки не мають цілісного характеру. При цьому існує багато різних поглядів вчених щодо сталого розвитку, конкурентоспроможності на еколого-безпечних засадах. На сьогодні у теорії та практиці відсутній достатній рівень обґрунтування взаємозв'язку між екологічною, зокрема ресурсною безпекою, конкурентоспроможністю економічних систем (як критерію економічної безпеки та розвитку у довгостроковій перспективі) та сталим розвитком. Тому метою дослідження є виявлення та систематизація основних завдань досягнення ресурсної безпеки України у процесі її довгострокового розвитку та конкурентоспроможності. Мета дослідження передбачає і розроблення методологічних засад сестейнового розвитку на основі технологічної та



цифрової трансформації суспільства. Розроблення методологічних засад сестейнового розвитку має з необхідністю ґрунтуватися на використанні ідей системності та принципів системного підходу. Для забезпечення сестейнового розвитку важливим є використання базових положень та ідей системної методології розвитку.

Методологічною основою дослідження є концепції еволюціонізму, теорія самоорганізації та системний підхід. У процесі дослідження також були використані методи аналізу, синтезу, аналогії та абстракції, а також окремі положення конкуренції та конкурентоспроможності.

Науково-технічний прогрес та інформатизація суспільства є передумовою транснаціоналізації економіки, її глобалізації та розвитку. За цих умов зростає і глобальна конкуренція. Конкуренцію у якості стимулу і критерію розвитку потрібно розглядати, виходячи з її фундаментальної сутності (базовим рівнем конкуренції є природний рівень).

Сестейновий розвиток неможливий тільки за досягнення цілей сталого розвитку, важливо забезпечити стійкість отриманих результатів у часі, яку і може забезпечити врахування системних основ розвитку. Важливо інтегрувати ідеї сталого розвитку у систему функціонування і розвитку систем різних рівнів, враховуючи їх матеріальні та нематеріальні складові. Для цього потрібно визначити критерії системного і довгострокового розвитку для досягнення сестейнового розвитку. Такими критеріями, насамперед, виступають екологічна безпека та конкурентоспроможність. При цьому екологічна безпека постає у якості системоутворюючого фактору, як стан рівноваги, а конкурентоспроможність є системною характеристикою об'єкта, що забезпечує динамічну рівновагу у зовнішньому середовищі.

Досягнення екологічної безпеки систем різних рівнів стає одним із найважливіших науково-практичних завдань у сучасних умовах екстенсивного розвитку суспільства. Екстенсивний розвиток зумовлює вичерпання природно-ресурсного потенціалу, а також високий рівень забруднення навколишнього середовища. Екологічно стійкий розвиток має стати головним імперативом

суспільних процесів. Оскільки, як зазначає автор [64], захист природного середовища створює передумови збереження основ життєдіяльності людства. Крім того, важливим елементом екологічно сталого розвитку є економічний розвиток, який передбачає матеріальне, соціальне та духовне благополуччя суспільства. Досягнення екологічної безпеки є пріоритетним напрямом державної політики з національної безпеки. Згідно із Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» [65], досягнення екологічної безпеки передбачає і економічну безпеку. Тому довгостроковий розвиток має ґрунтуватися на досягненні екологічних та економічних критеріїв у їх діалектичній єдності. Інструментом досягнення екологічної безпеки є екологізація суспільних процесів. Інструментом забезпечення економічної безпеки виступає конкурентоспроможність. Результати досліджень у галузі досягнення екологічної безпеки у тих чи інших її аспектах, екологізації економіки викладено у працях багатьох учених. Питаннями забезпечення конкурентоспроможності займалися багато вчених, але у наукових колах не сформувалося загальновизнаної концепції екологічної безпеки довгострокового розвитку економічних систем в умовах конкурентного середовища. Тому важливим є обґрунтування необхідності досягнення екологічної безпеки для забезпечення довгострокового розвитку, систематизація необхідних передумов для цього. Р.А. Фатхутдінов [66] вводить поняття комплексної безпеки організації внаслідок забезпечення її розвитку та конкурентоспроможності. При цьому вчений не доводить роль екологічної складової у досягненні комплексної безпеки організації. На нашу думку, комплексну безпеку слід розглядати з погляду досягнення екологічної безпеки довгострокового розвитку економічних систем.

Процес довгострокового розвитку економічної системи – це фаза її життєвого циклу, у якій система має можливість продовжити своє існування та передбачає проходження нею послідовності етапів формування якісно нових основ розвитку. Слід зазначити, що ці основи формуються не стихійно, а

враховують потенційні можливості системи у рамках структури, що склалася у результаті її проектування та еволюції.

Для досягнення довгострокового розвитку необхідно забезпечити його пропорційність у просторі та в часі. Пропорційність у часі означає раціональне використання максимальних потенційних можливостей системи, а також їх збільшення у результаті формування якісно нових основ розвитку. Пропорційність розвитку у просторі означає конкретизацію кожного елемента структури системи у процесі формування якісно нових основ розвитку. Ці основи створюються внаслідок інноваційної діяльності, технологічного розвитку, а також у процесі безперервного моніторингу та передбачення майбутнього стану середовища функціонування.

Важливо розуміти, що етапи розвитку системи мають природний базис та обумовлені екологічними факторами. Оскільки система споживає природні ресурси; функціонує, перш за все, у природному середовищі; містить технічну та соціальну складові, остання з яких складається з біологічних систем, якими є люди, та є невід'ємною частиною природи. Тому екологічну безпеку економічної системи слід розглядати, виходячи з положень системного та комплексного підходів (рис. 2.2).

З урахуванням принципів системного підходу, екологічна безпека розвитку визначається як динамічний стан еколого-економічної рівноваги за етапами розвитку економічної системи на визначеному проміжку часу. У контексті вищезазначених проблем важливо розглядати період довгострокового та віддаленого розвитку. На кожному етапі розвитку системи при формуванні її якісно нових основ необхідним є системний аналіз впливу системи на довкілля, а також умов забезпечення еколого-економічної рівноваги.



Рисунок 2.2 – Системний ефект незбалансованості еколого-економічних відносин. Джерело: розроблено авторами

Основними передумовами екологічної безпеки та ресурсної безпеки, як її складової, за умов довгострокового розвитку економічних систем є такі:

- 1) формування еколого-економічних критеріїв екологічно безпечного довгострокового розвитку на кожному ієрархічному рівні світової економічної системи;
- 2) розробка універсального дієвого механізму реалізації концепції сталого розвитку світової та національних економік;
- 3) об'єднання зусиль країн шляхом міжнародних угод про інтеграцію за цим напрямом;
- 4) проектування, нормування та стандартизація структур, факторів та ресурсів довгострокового розвитку інтегрованих структур;

- 5) формування стратегії національної безпеки країн;
- 6) екологізація національних економік;
- 7) реформування існуючих механізмів господарювання країн;
- 8) проведення реструктуризації, зокрема, промислового комплексу країн;
- 9) стимулювання технологічних розробок на державному рівні;
- 10) вертикальна інтеграція у межах галузевих циклів природокористування, їх оптимізація.

Екологічна та ресурсна безпека економічних систем має розглядатися у контексті їх економічного зростання та розвитку.

У контексті розгляду економічного розвитку важливим завданням є забезпечення конкурентоспроможності економічних систем. Характер конкурентних відносин має особливе значення. А тому набуває ознак дієвої основи розповсюдження і впровадження світоглядних ідей нової парадигми розвитку в умовах зміни пріоритетів конкурентних відносин.

Нову парадигму розвитку необхідно формувати, виходячи із системних засад в умовах великої кількості та різноманітності суспільних відносин, багатофакторності розвитку та ймовірнісного характеру прийнятих рішень щодо розвитку економічних систем різних рівнів. Ймовірнісний характер розвитку обумовлений не тільки конкуренцією, але й відсутністю системного знання щодо природних та суспільних законів існування. При цьому неоднорідність, багат шаровість та динамічність зовнішнього середовища є джерелом невизначеності та обумовлює необхідність ймовірнісних оцінок явищ та процесів. Використання системного підходу дозволить структурувати зовнішнє середовище для забезпечення ефективності управління економічними системами.

При цьому важливим є усвідомлення кінцевої мети глобальної конкуренції. Ідеальним станом світової економіки за цих умов є забезпечення усталених основ наддовгострокового розвитку. При цьому національні економіки мають реалізувати концепцію сталого розвитку і конкуренція змінює свою природу.

Важливим завдання є впровадження системи стратегічного управління з точки зору багаторівневості управління та економічної системи, а також побудова загальної стратегії розвитку країни, яка б інтегрувала цілі сталого розвитку, цілі соціально-економічного розвитку та стратегічні цілі за іншими сферами функціонування суспільства (цілі у науково-технічній сфері, в освітній сфері тощо). Критично важливо досягати забезпечувати технологічний розвиток з позицій системності, тобто не тільки шляхом формування нового технологічного укладу, але реалізувати це завдання у комплексі з іншими завдання сестейнізації.

Дослідження механізмів розвитку та конкуренції на світовому рівні з урахуванням мегамети наддовгострокового існування людства має зв'язок із комплексом науково-практичних завдань теоретико-методологічного, науково-методичного, прикладного характеру:

- 1) дослідженням процесів глобалізації, завданнями забезпечення їх пропорційності для досягнення гармонійного розвитку;
- 2) вирішенням світоглядних проблем щодо розуміння випадковості та необхідності, детермінованості та стохастичності факторів розвитку;
- 3) природничими дослідженнями фундаментальних основ розвитку суспільства, завданням побудови наукової картини світу та її довгострокового прогнозування;
- 4) дослідженнями системних та синергетичних засад сталого розвитку людства, окремих країни;
- 5) формуванням концептуальних засад методології розвитку;
- 6) формуванням уніфікованих теоретичних основ розвитку, конкуренції, конкурентоспроможності економічних систем різних рівнів та з іншими системами.

Для забезпечення сестейного розвитку країни важливим завданням постає розгляд її зовнішнього середовища (системи глобального розвитку) з позицій системної та синергетичної методологій розвитку.

На даному етапі дослідження синергетичних основ забезпечення конкурентоспроможності економічних систем різних рівнів мають фрагментарний характер. Тим часом світова економічна система розвивається в умовах глобальної конкуренції. Тому для урахування основ усталеного наддовгострокового розвитку важливим завданням постає дослідження економічних процесів, виходячи із основ синергетики, впровадження результатів досліджень у практику конкурентних відносин та забезпечення якісно нових основ конкурентоспроможності систем різних рівнів. Зміна пріоритетів та природи конкуренції має відбуватися на фоні реформування суспільних відносин і формування нової суспільної свідомості на гуманістичних началах.

Дослідження будь-яких відносин у суспільстві мають ґрунтуватися на світоглядних уявленнях, у чому може допомогти використання системного та синергетичного підходів. У сучасних умовах світ, як зазначав І. Р. Пригожин, потрібно розглядати як неупорядковане середовище, що може стати упорядкованим цілим внаслідок дії одного елемента. І.Р. Пригожин стверджував, що порядок і хаос співіснують як два аспекти цілого і дають нам різне бачення світу.

О.Г. Пугачова [67] відзначає, що хаос має складну і непередбачувану форму порядку. Тому є інструментом, що передбачає знання закономірностей, за якими одна подія спричиняє якісно нові зміни усієї структури.

У цьому контексті доцільно зазначити про поняття події, яку ввів І.Р. Пригожин [68]. Вчений зазначав, що деякі події здатні змінити хід еволюції. При переході від рівноважного стану до нерівноваженого має місце унікальне явище.

Як зазначає І.Р. Пригожин, за умов нерівноважності системи можуть мати місце незвичайні події, випадкові відхилення у процесі функціонування системи тощо. При цьому має місце збільшення масштабів функціонування системи і підвищується її чутливість до зовнішнього середовища. У результаті

цього виокремлюється перспектива розвитку системи, що передбачає появу якісних змін та нових форм функціонування.

Слід зазначити, що синергетика є міждисциплінарним науковим напрямом, який, хоча і є не новим, але на теперішньому етапі розвитку набуває важливого значення у системних дослідженнях та практичній діяльності.

Г. Хакен [69] вважає, що об'єкт не може просто перейти у новий рівноважний стан. Для забезпечення рівноваги важливою є колективна взаємодія, зокрема, увага має надаватися дослідженню зв'язків в економічних системах.

Глобально-економічний аспект синергетики, як зазначає І.О Крюкова [70], виявляється у взаємозв'язку національних економік у процесі перерозподілу між країнами виробничих ресурсів та уможлиблює їх комбінацію, що змінює потенціал світового виробництва.

Отже, світова економіка формується стихійно, перебуває у численних локальних точках стану невірноваженості, проте не досягає своєї збалансованості, яка б ґрунтувалася на фундаментальних основах усталеного наддовгострокового розвитку.

Систематизуємо ідеї системності та синергетичності розвитку у контексті сестейнізації суспільних процесів.

У контексті розгляду системного підходу важливо розглянути дві парадигми, які містять світоглядні аспекти, а саме: відповідь на питання щодо того, як потрібно будувати картину світу, якими мають бути погляд на світ та світорозуміння. Картина світу, тобто наша уява і розуміння про світ, у якому ми живемо, ґрунтується на науковій картині світу.

Наукова картина – це систематизовані знання (теорії) про світ, включаючи матеріальні і інформаційні аспекти. Матеріальна частина картини світу передбачає розгляд фізичних, хімічних, біологічних теорій тощо. Інформаційні аспекти картини світу містять і інший аспект світогляду – релігійний, тобто крім наукових теорій, сюди відносяться і твердження, що базуються на вірі. Певне співвідношення розуму і віри буде присутнім завжди у повній картині



світу, що включає і наукову (усі наявні знання людей про світ). Наука постійно розвивається, тобто людство невпинно робить нові відкриття і наукова картина удосконалюється. Крім цього, знаходяться нові методи для пізнання речей, які складно перевірити за допомогою використання традиційних методів науково пізнання, включаючи науковий експеримент.

На сьогодні виділяють дві парадигми світосприйняття у контексті розгляду системного підходу, системного мислення та теорії систем: суб'єктивна і об'єктивна. Суб'єктивна парадигма спрямовує застосування системного підходу з точки зору цілеспрямованого розвитку системного мислення людини. Саме характеристики системного мислення визначають так звану системність світу. Об'єктивна парадигма спрямовує людину на те, що світ апіорі є системою систем. Наука пропонує низку теорій, що є підтвердженням цьому. Системність є іманентною характеристикою світу. Є вчені, які називають світ багаторівневою системою систем. Згідно з цією парадигмою вважається, що розгляд світу у якості системи систем спрямовує методологію дослідження у правильне русло з точки зору достовірних наукових досліджень об'єктів навколишньої дійсності.

Низка фундаментальних відкриттів, що на сьогодні становлять наукову картину світу, є підтвердженням факту системності світу. Використання ідеї апіорної системності світу є надійною методологічною основою досліджень у різних галузях знань.

При цьому подальшим розвитком ідеї системності світу є ідея самоорганізації всіх процесів на землі у живій та неживій природі. Ідеї самоорганізації описуються спеціальною теорією, яка має назву синергетики. Синергетика є також міждисциплінарним методологічним напрямом у науці, що є продовженням пояснення системності. Синергетичність об'єктів дозволяє глибше досліджувати об'єкти навколишньої дійсності.

Самоорганізація об'єктів живої і неживої природи, штучних систем, що визначає глибинні властивості об'єктів з точки зору системного підходу,

означає спонтанні самоускладення структур об'єктів, а також їх багатоальтернативність. Остання має фундаментальне та об'єктивне підґрунтя.

Загальноприйнятим є твердження, що головним критерієм розвитку економічної системи є її конкурентоспроможність. Для забезпечення довгострокового розвитку важливо забезпечити нову її основу. Виходячи з цього, категорію конкурентоспроможності економічних систем різних рівнів у найбільш загальному випадку необхідно інтерпретувати з позицій синергетичного та системного підходів як усталений закономірний стан системи, що містить вирішальні для неї елементи, які впливають на неї у цілому із визначеною закономірністю, а відтак – система рухається за однією з можливих траєкторій розвитку у певний проміжок часу. Можливі траєкторії розвитку ґрунтуються на внутрішньому потенціалі системи. Зовнішні можливості розширюють число цих можливих траєкторій.

В умовах відкритості до взаємодії із зовнішнім середовищем система накопичує резервну енергію і може переходити у якісно нові стани. У процесі такого переходу вирішальну роль відіграє провідний елемент системи, який вплинув на неї в умовах позитивних і негативних зворотних зв'язків, а також внутрішні механізми, потенціал розвитку системи. Нові ендогенні та екзогенні фактори розвитку, багатоваріантність розвитку, структурні трансформації у системі з урахуванням впливів факторів розвитку системи може обумовити досягнення нового ступеня структурної раціональності, потенціалу та масштабів функціонування. Тому, на наш погляд, потрібно характеризувати конкурентоспроможність системи, враховуючи вищенаведені положення, розглядаючи конкурентоспроможність як комплексний критерій сестейного, системного розвитку. З точки зору врахування факторів зовнішнього середовища, альтернативності розвитку конкурентоспроможність розглядається у просторовому аспекті. У цьому контексті набуває ефективності застосування такого принципу системного підходу, як принцип комплексності врахування факторів впливу на систему, принцип всебічності тощо. Розглянемо і часовий вимір конкурентоспроможності системи, а також екологічної, економічної

безпеки її функціонування і в результаті – її сестейного розвитку. Процес впливу факторів на систему, трансформації системи, зміни її структури та потенціалу, а також переходу системи у якісно нові стани, на нові траєкторії розвитку характеризує конкурентоспроможність, безпеку, сестейний розвиток у часовому вимірі. Конкурентоспроможність з точки зору системної та синергетичної методологій розвитку є іманентною властивістю економічних систем, внутрішньо обумовленою особливостями та порядком її проектування. При цьому можна стверджувати, що конкурентоспроможність економічної системи є водночас її закономірним станом, оскільки структура системи формується і досліджується в межах системної та синергетичної методологій розвитку, а також враховує фундаментальні закони і закономірності суспільного розвитку. В умовах розгляду системи як відкритої, враховуючи усю сукупність її явних та неявних зв'язків із зовнішнім середовищем, конкурентоспроможність стає характеристикою системою. Таке визначення та розуміння сутності конкурентоспроможності економічних систем має стати основою подальших досліджень.

Нами запропоновано такі принципи положення дослідження конкуренції на різних рівнях функціонування надсистем та досягнення конкурентоспроможності окремих систем з урахуванням базових положень синергетичного та системного підходів:

1. Конкурентоспроможність економічних систем є просторово-часовою характеристикою економічних систем. Конкурентоспроможність необхідно розглядати як комплексний критерій розвитку, враховуючи, що усю сукупність взаємозв'язків, явних і неявних. Кожне управлінське рішення та наслідки його реалізації можуть мати віддалені у часі та комплексні, складні результати. Постає завдання передбачення цих наслідків на основі висування суджень, наукових припущень та їх спростування чи доведення. Кількісно оцінити ці явища, тобто прогнозувати їх, не завжди можливо. Важливо оцінювати у повній мірі локальні зміни, оскільки вони нарощують власний потенціал. Логічною основою його виявлення та врахування у діяльності є аналіз глобальних

причинно-наслідкових зв'язків. З точки зору часового виміру стан розглядається за етапами її формування, функціонування розвитку.

2. Конкурентоспроможність економічних систем різних ієрархічних рівнів необхідно розглядати, враховуючи, що глобальна економічна система перебуває у стані неупорядкованості та невірноваженості. При цьому подальші дослідження цього явища дозволяють зрозуміти, що застосування положень синергетичної та системної методологій дозволяють зняти цю видимість. Теорія самоорганізації (синергетика) передбачає існування визначених передумов та закономірностей трансформації економічних систем, зміни їх структур для переходу на якісно нові етапи функціонування. Провідні (критичні) фактори розвитку, якими є природа окремих елементів системи, їх власний потенціал та механізми розвитку у цілісній сукупності зв'язків, є базисом для визначення альтернативних напрямів розвитку системи. Аналіз впливів зовнішнього середовища дозволяє обрати альтернативу розвитку системи.

Слід зазначити, що таке розуміння конкурентного середовища, хоча і в значно меншому просторовому масштабі та часовому вимірі, простежується у працях відомого американського вченого у галузі забезпечення конкурентних переваг М. Портера [71]. Вчений розглядає такий механізм впливу на галузевому рівні, коли дії однієї компанії можуть змінити всю структуру галузі.

3. В основі забезпечення конкурентоспроможності є мультиструктурність при масштабуванні системи та розгляді її надсистем, а саме: різноманітність та кількість елементів систем вищих рівнів ієрархії, що в умовах невірноваженості зовнішнього середовища може створювати передумови до переходу на нові траєкторії розвитку у результаті стрибкоподібних змін, явищ самоорганізації, значних якісних змін та структурної трансформації систем.

4. Система забезпечення конкурентоспроможності економічних процесів різних ієрархічних рівнів знаходиться у стані динамічної невірноваженості. Системи конкурентоспроможності розрізняються за рівнями функціонування окремих систем, а також масштабом, ступенем неоднорідності, тобто кількістю

врахованих факторів, що повинні мати системний характер чи містити потенціал системоутворюючого чинника.

5. Конкурентоспроможність економічних систем необхідно розглядати у контексті процесу розвитку, оскільки вона виступає як стан нової упорядкованості, яка може бути як якісно новою, так і містити часткові зміни. Стан конкурентоспроможності у просторово-часовому сенсі, ступінь її досягнення є ступенем самоорганізації економічної системи.

6. При розгляді конкурентоспроможності потрібно враховувати існування глобального тренду розвитку. При цьому динамічної рівноваги на локальному рівні досягти простіше, ніж на вищих рівнях ієрархії, тобто важливим завданням є розгляд і стійкості цієї рівноваги. При прийнятті рішень щодо розвитку системи важливо передбачати просторово-часову організацію процесу його реалізації, що має форму причинно-наслідкового ланцюга, масштабованого за рівнями ієрархії (надсистемами) розглядуваної системи.

Для забезпечення системного розвитку, забезпечення надійного його базису і дійсного суспільного прогресу необхідно на основі застосування принципів системного підходу представити наукову картину світу. Побудова картини світу має міждисциплінарне підґрунтя і допомагає упорядкувати та систематизувати знання та інформацію про глобальну багаторівневу систему. Наступним етапом є зміна парадигми суспільного розвитку, як зазначалося вище. У межах нової парадигми формується нове інформаційне поле конкурентоспроможності та розвитку розглядуваної системи. На основі дослідження цього поля виявляється тенденція та проектується траєкторія довгострокового розвитку розглядуваної системи. Конкурентоспроможність системи при цьому розглядається у якості критерію розвитку на певній його фазі, витку тощо. Конкурентоспроможність системи у довгостроковому періоді є кумулятивною сумою пофазових величин сукупного потенціалу системи. Теоретичні засади збалансованого суспільного розвитку представлені на рисунку 2.

Система управління конкурентоспроможністю має бути комплексним утворенням, своєрідною «надбудовою» над матеріальними складовими існування, функціонування і розвитку. Важливою задачею постає еволюційне перетворення системи управління у систему управління конкурентоспроможністю, об'єктом якої є структура, сутнісні основи та процеси розвитку системи, а предметом – науково-методичні підходи щодо аналізу економічних й організаційних законів і закономірностей та адаптації процесів діяльності систем до цих законів. Метою системи забезпечення та збереження конкурентоспроможності є досягнення стратегічної (довгострокової) конкурентоспроможності системи у континуумі її короткострокових конкурентних переваг.

Отже, лише концептуальна єдність світу, зміна парадигми суспільного прогресу, формування нової системи забезпечення конкурентоспроможності та розвитку створить передумови сестейнового і екологічно безпечного розвитку систем різних рівнів.

Синергетичний підхід, що ґрунтується на теорії самоорганізації, дозволяє визначити сутнісні та закономірні основи розвитку об'єкта, котрий розглядається як система. У сучасних умовах синергетика стає інструментом осмислення людством результатів своєї діяльності у рамках нової наукової картини світу – універсального (глобального) еволюціонізму.

На рисунку 2.3 представлена логічна модель забезпечення конкурентоспроможності системи як критерію розвитку з використанням основних положень синергетичної та системної методологій розвитку.

Основними принципами забезпечення сестейнового розвитку з позицій синергетичної та системної методології розвитку є, на наш погляд, такі:

1. Принцип закономірності еволюційних процесів.
2. Принцип обґрунтованої складності системи, обумовленої неоднорідністю внутрішніх елементів, їх чисельності, а також кількості зв'язків між елементами та підсистемами.

3. Принцип вертикального зв'язку між системами та надсистемами, враховуючи масштаб їх функціонування.
4. Принцип рівноваги життєвого циклу системи.
5. Принцип синхронності розвитку системи у часі і просторі (урахування динамічності та комплексності факторів розвитку).
6. Принцип інваріантності систем нижчих рівнів ієрархії по відношенню до їх надсистем.
7. Принцип ідентичності внутрішньої тенденції розвитку системи та вектору її розвитку.
8. Принцип кумулятивності розвитку.
9. Принцип систематизації матеріальних, інформаційних та енергетичних потоків системи.
10. Принципи системного підходу (динамічності, комплексності, системоутворюючих відносин, передбачення майбутніх теплів розвитку, цілісності та інтегративності).

У таблиці 2.2 систематизовано основні положення системного та синергетичного підходів до забезпечення сестейнового розвитку з урахуванням критеріїв рівноважності (конкурентоспроможності та екологічної безпеки) у довгостроковій перспективі.

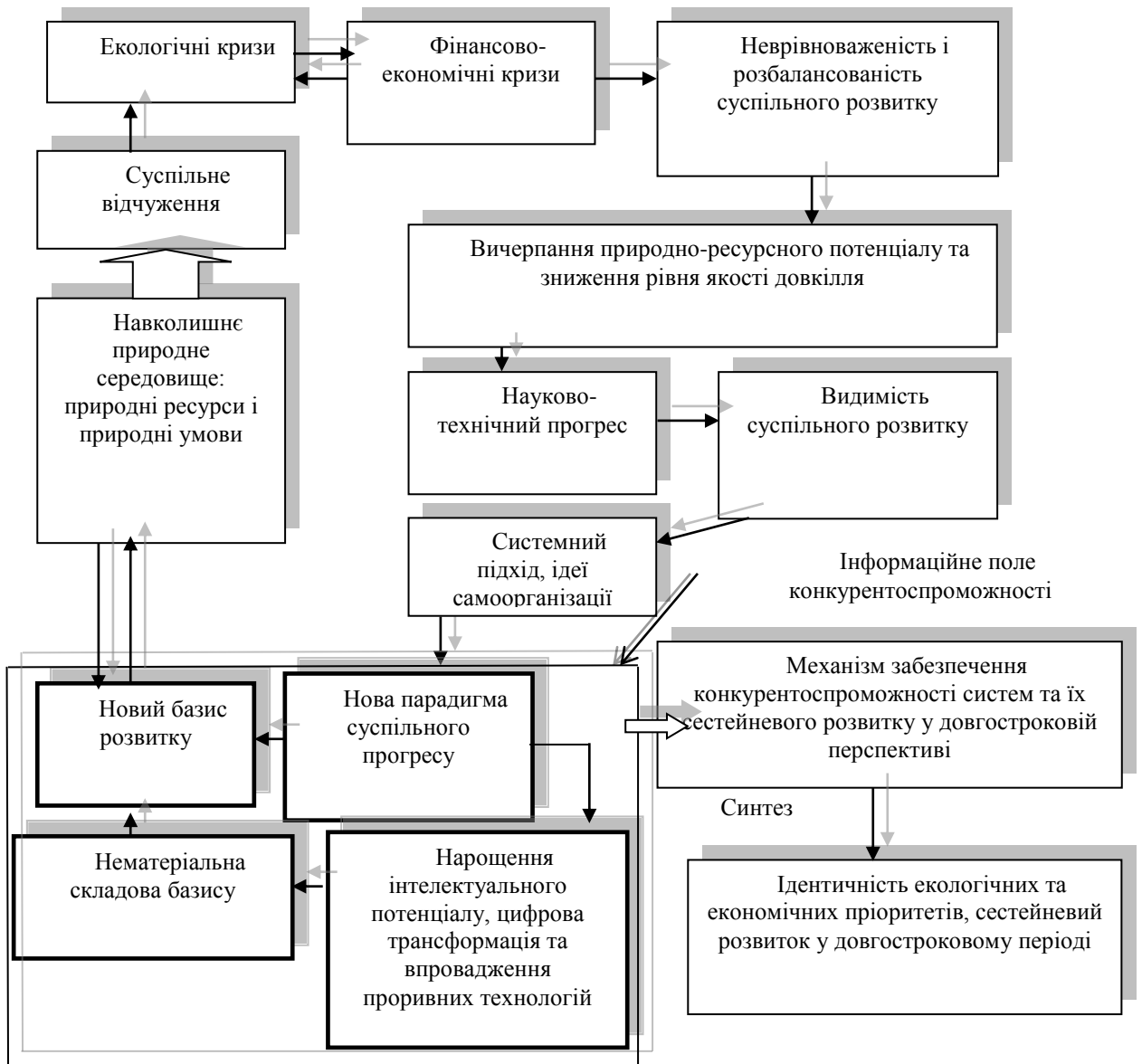


Рисунок 2.3 – Науково-теоретичні основи збалансованого за еколого-економічними критеріями суспільного розвитку. Джерело: розроблено

авторами



Таблиця 2.2 – Концептуально-методологічні засади конкурентоспроможності, безпеки та сестейнового розвитку систем на засадах синергетичного та системного підходів

| Фундаментальні положення синергетичного та системного підходів  | Синергетичні та системні засади конкурентоспроможності, безпеки та сестейнового розвитку  |
|---|---|
| 1   | 2   |
| <b>Основні положення синергетичного підходу</b>   |   |
| Універсальний еволюціонізм на рівні глобальної багаторівневої ієрархічної системи   | Врахування закономірностей еволюції глобальної соціо-природної системи та принципів сталого розвитку у процесі забезпечення екологічної безпеки та конкурентоспроможності системи   |
| Складність структури системи і наявність «природного» темпу та спрямованості еволюції   | Проведення аналізу складності системи, що передбачає дослідження підсистем та елементів, взаємозв'язків між ними, типу структури, різномірності елементів, їх динамічності  |
| Зміни у системах нижчих рівнів можуть приводити до непередбачених наслідків функціонування систем вищих рівнів ієрархії у просторово-часовому аспекті розгляду  | Побудова причинно-наслідкових ланцюгів у процесі реалізації управлінських рішень щодо функціонування та розвитку системи; відображення результатів побудови причинно-наслідкових ланцюгів у Концепції соціальної відповідальності, політиці, стратегіях, планах, програмах тощо   |
| Рівновага системи у процесі її функціонування та розвитку (наявність з точки зору динаміки сукупності допустимих станів системи, тобто її фазового простору та траєкторій розвитку). При цьому траєкторії розвитку ґрунтуються на внутрішніх і зовнішніх тенденціях розвитку, а також на внутрішніх механізмах і потенціалі системи | Планування показників функціонування та розвитку системи для етапів її життєвого циклу з урахуванням їх динамічності, тобто кожен етап життєвого циклу, починаючи від проектування системи і закінчуючи припиненням її функціонування, а також етапом якісно нових засад розвитку, що може йти, наприклад, за банкрутством підприємства, визначаються показники, які характеризують фазовий простір системи, тобто сукупність її допустимих станів за певний проміжок часу (наприклад, за етап життєвого циклу); стан системи оцінюється комплексним параметром або системою параметрів |
| Обґрунтований рівень складності системи, упорядкованість її зв'язків, збалансованість та синхронність розвитку  | Аналіз та раціоналізація структури системи за критерієм цілісності. Аналіз показників пропорційності та синхронності процесів у системі.  |
| Інваріантність систем нижчих рівнів у контексті розгляду систем вищих рівнів ієрархії   | Систему та її надсистеми потрібно розглядати, користуючись принципами системного підходу, методами системного аналізу. Враховуючи також міждисциплінарну сутність системного підходу, його положення будуть справедливими для системи різних типів та класів, а також масштабів. Це становить основу для врахування усіх закономірностей розвитку системи   |

## Продовження табл. 2.2.

| 1  | 2  |
|--|--|
| <p>Новий порядок (властивості самоорганізованої системи), обумовлений раціональністю структури, обраним вектором розвитку, який корелює із внутрішньою тенденцією розвитку системи та характером врахування нею ефектів зовнішніх енергетичних потоків</p> | <p>Потенціал самоорганізації, а також її результат значною мірою обумовлюється раціональністю структури системи, наявністю інтелектуальних можливостей, керування принципами системного підходу. У результаті проектування системи, дослідження її структури у всіх аспектах розгляду (матеріальний, інформаційний, енергетичний) та її покращення можна виявити внутрішню тенденцію розвитку. Внутрішня тенденція з урахуванням факторів зовнішнього середовища, альтернативності напрямів розвитку трансформується у вектор розвитку системи</p>   |
| <p>Наявність негативних та позитивних зворотних зв'язків системи</p>   | <p>В умовах розгляду економічних систем як відкритих, важливим завданням постає ідентифікація та систематизація наявних зв'язків системи із зовнішнім середовищем, їх аналіз, можливо, розширення. При цьому важливо класифікувати зв'язки на прямі та зворотні, а зворотні – на негативні та позитивні.</p> <p>Соціально-економічні системи є відкритими, оскільки споживають ресурси, виготовляють продукцію чи надають послуги споживачам (як елементу зовнішнього середовища)</p>  |
| <p>Кумулятивний характер розвитку, що обумовлює його логічність та не виключає якісно нових змін</p>   | <p>Усі якісні та структурні зміни у системі у процесі її розвитку накопичуються позитивними ефектами, нові структури та об'єкти зазнають необоротних змін.</p> <p>Існує також поняття пам'яті системи</p>  |
| <p>Необхідність аналізу матеріальних, інформаційних, а також енергетичних процесів у системі з урахуванням її відкритості</p>  | <p>У контексті розгляду об'єкта у якості системи важливо розглядати усі аспекти її структури, враховуючи види фундаментальних потоків (речовинні (матеріальні), інформаційні та енергетичні)</p>   |
| <p>Самоорганізація системи за етапами її життєвого циклу, внутрішніми і зовнішніми тенденціями розвитку, накопичення потенціалу системи для переходу на нову траєкторію розвитку з урахуванням ідеї спіралеподібності розвитку</p>                         | <p>Прогнозування, оцінювання та моніторинг показників самоорганізації економічної системи у розрізі її станів фазового простору на певному часовому проміжку та у межах етапів життєвого циклу. Визначенню та прогнозуванню показників самоорганізації системи передують аналіз структури та визначення потенціалу системи, внутрішніх механізмів її розвитку, а також внутрішньої тенденції розвитку.</p> <p>Після визначення показників самоорганізації системи потрібно виявити та оцінити альтернативи розвитку системи, обрати вектор розвитку на основі внутрішньої тенденції розвитку. У результаті цих операцій необхідно побудувати траєкторію розвитку системи в рамках її життєвого циклу</p> |

Продовження табл. 2.2.

| 1  | 2   |
|--|---|
| <b>Основні положення системного підходу</b>  |   |
| Власна внутрішня логічна тенденція розвитку систем, яка ґрунтується на внутрішніх механізмах та потенціалі розвитку  | Важливим і водночас складним завданням є розуміння внутрішніх механізмів розвитку системи та ідентифікація її внутрішньої тенденції розвитку. Тенденція є логічною основою визначення та спрямування реалізації сукупного потенціалу системи  |
| Комплексний розгляд критичної маси зовнішніх факторів розвитку з урахуванням їх взаємопов'язаності, рухливості та динамічності, а також різномірності  | Ідентифікація релевантних факторів у процесі функціонування та розвитку системи. Систематизація факторів у контексті розглядуваних надсистем для комплексного аналізу їх взаємозв'язку. При цьому важливим є прогнозування і передбачення зміни факторів, побудова сценаріїв їх зміни |
| Урахування динамічності внутрішніх факторів розвитку   | Планування, прогнозування та моніторинг показників, що характеризують стан системи у її фазовому просторі за етапами життєвого циклу  |
| Аналіз цілісності та інтегративності елементів системи   | Проведення синтезу структури системи. Визначення ступеня інтегративності системи. Передбачення такої побудови структури, щоб усі елементи у процесі функціонування приводили систему до бажаного стану у фазовому просторі на певному етапі життєвого циклу                           |
| Передбачення майбутніх етапів розвитку системи   | Планування показників стану системи за етапами її життєвого циклу, виходячи з її внутрішньої тенденції та механізмів розвитку. Прогнозування зміни зовнішніх факторів розвитку у їх взаємозв'язку   |
| Визначення порядку у системі (типу структури, порядку горизонтальних та вертикальних зв'язків у системі, ієрархічності внутрішніх елементів та підсистем, а також у контексті існування надсистем) | Визначення типу структури системи та її аналіз. Потрібно також визначити особливості ієрархічних відносин усередині системи та за її межами у контексті розгляду надсистем системи  |
| Ідентифікація системоутворюючих факторів системи   | Важливим завданням є встановлення цілей та їх декомпозиція. Серед інших важливих системоутворюючих факторів важливо розглянути функціональну спеціалізацію систему, тобто її функції, а також охарактеризувати стан рівноваги   |

Джерело: розроблено авторами

Загальний вигляд функції сестейнового розвитку має такий вигляд:

$$F(x) = \int_0^T f(x) dx \rightarrow \max \quad (2.7)$$

де  $F(x)$  – функція сестейнового розвитку системи, основними складовими якої у процесі подальшого математичного моделювання є функції технологічного розвитку, самоорганізації, реалізації зовнішнього потенціалу системи, а також функція екологічної безпеки розвитку системи;

$T$  – період функціонування та розвитку системи в межах її життєвого циклу.

Основною ідеєю сестейнового розвитку є забезпечення еколого-економічної рівноваги у процесі проходження системою своїх етапів життєвого циклу.

Зміна парадигми розвитку, ефективне застосування синергетичного та системного підходів на практиці обумовлює впровадження і нових методів практичної діяльності у цілому та проривних технологій, зокрема. Проривні технології мають інноваційний характер та спрямовані на підвищення якості життя населення, технологічний рівень економіки. При цьому подібні технології мають неоціненне значення для зменшення або навіть усунення залежності господарської системи від невідновлюваних ресурсів. Проривні технології за своєю сутністю втілюють ідею системності, оскільки вони можуть стати основою нових технологічних укладів. Саме поняття «технологічний уклад» має системну основу, оскільки є цілісним поєднанням технологій і виробництв, підвищує організаційно-технічний рівень економічних систем. Ці технології і виробництва є домінуючими у певній економіці та є системним явищем. Важливим завданням є системне впровадження проривних технологій в межах зміни технологічних укладів країн. Массачусетський технологічний інститут у поточному році систематизував головні проривні технології на сьогодні [72]: літій-металеві батареї, дата-трасти, «зелений» водень тощо. Таким чином, основою сестейнового розвитку є системне впровадження проривних технологій, зміна технологічних укладів в рамках зміни парадигми суспільного розвитку.

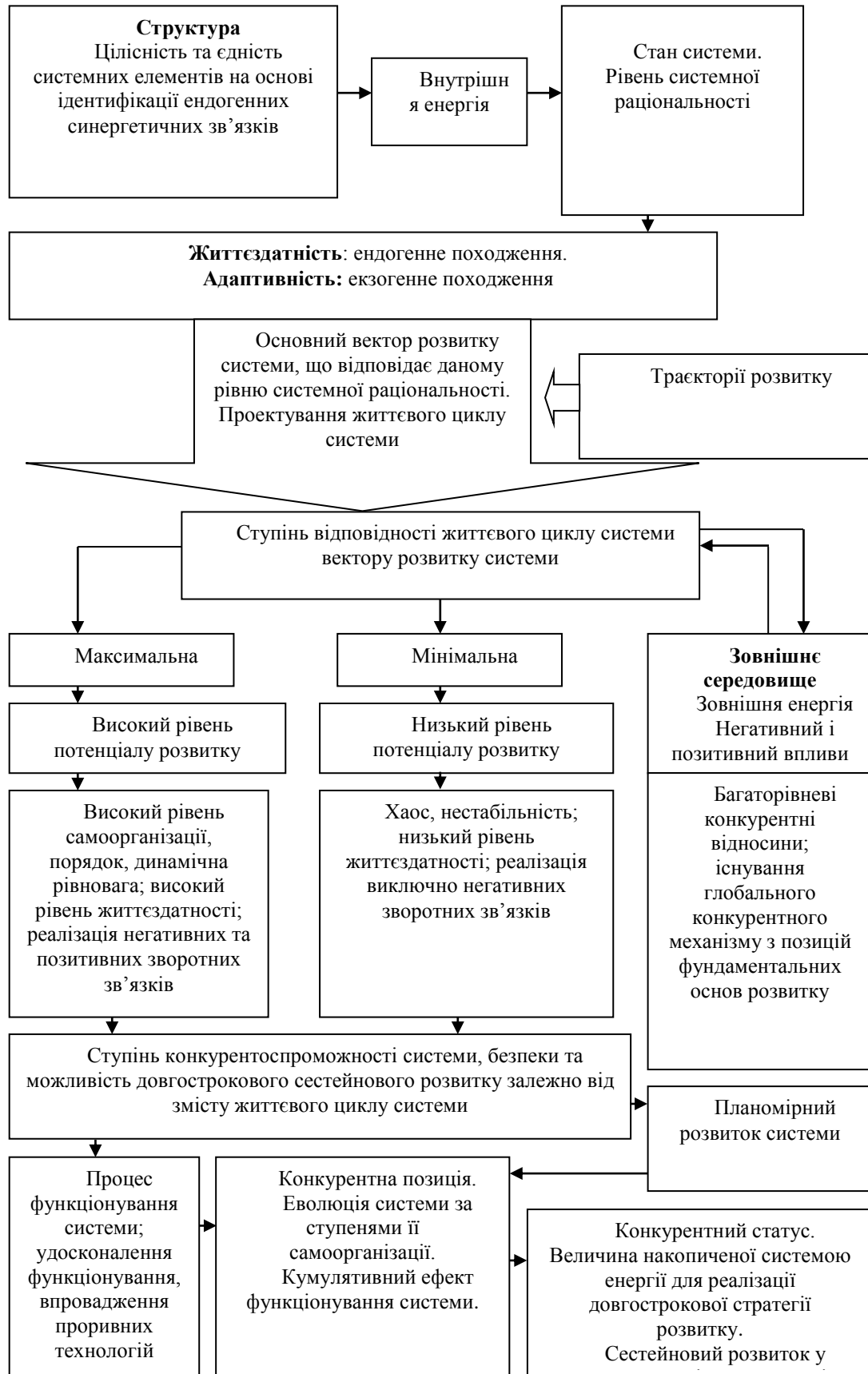


Рисунок 2.4 – Теоретична модель конкурентоспроможності, безпеки та сестейнового розвитку системи на основі використання синергетичного та системного підходів

### **3 МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЕСТЕЙНОВОГО РОЗВИТКУ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ**

#### **3.1 Методика оцінки ефективності цифрових трансформацій щодо забезпечення сталого розвитку**

Перехід до сталого розвитку в сучасних умовах важко здійснити без цифрової трансформації глобальної економіки. У 2015 році Генеральна асамблея ООН схвалила 17 Цілей сталого розвитку, що включають реалізацію 169 таргетів та 304 індикаторів [73]. Дані цілі є глобальними та універсальними, а їх імплементація сприятиме просуванню сталого (сестейнового) розвитку в різних країнах світу. Цифрові трансформації непрямо стосуються всіх Цілей сталого розвитку, оскільки є ефективним допоміжним засобом їх впровадження. Особливу роль цифровізація має для Цілей, вказаних у таблиці 3.1.

Основними технологіями, що забезпечують цифровізацію різних сфер суспільного життя, є віртуальна та доповнена реальність, адитивні технології, штучний інтелект, блокчейн, Інтернет речей тощо. На важливості цифрових трансформацій наголошує у власному звіті й Світовий банк: «Економічне зростання, нові робочі місця та послуги – найважливіші переваги інвестування в діджитал-технології. Вони допомагають бізнесу бути більш продуктивним, людям знайти роботу й розширити власні можливості, урядам – надавати якісніші публічні послуги всім громадянам» [74].

Щоб залишатися конкурентоспроможними в епоху цифрових змін, підприємствам необхідні нові підходи та позитивні практики щодо інноваційного розвитку як ключового аспекта функціонування бізнесу. Цікавими у контексті поширення цифрових трансформацій серед бізнес-спільноти є результати опитування, проведеного McKinsey&Company [75]. Воно демонструє вплив пандемії COVID-19 на впровадження цифрових технологій у бізнес-процеси підприємств у всьому світі. Так, під час пандемії

споживачі почали набагато більше використовувати цифрові додатки для купівлі товарів та послуг. Загальносвітові показники (у відсотковому співвідношенні) кількості взаємодій компаній з клієнтами засобами онлайн-зв'язку зросли з 36% у 2019 р. до 58% у 2020 р. (зростання в 1,61 рази) (рис. 3.1).

Таблиця 3.1 – Цілі сталого розвитку та цифрові трансформації

| Ціль сталого розвитку   | Таргети та індикатори  |
|---|--|
| Ціль 4. Якісна освіта (забезпечення інклюзивної та доступної якісної освіти та просування можливостей освіти впродовж життя)                | Таргет 4b. Суттєво розширити обсяг стипендіального забезпечення для країн, що розвиваються, для забезпечення доступу до вищої освіти, професійно-технічної освіти, навчання <i>інформаційно-комунікаційним технологіям</i> , розширити кількість наукових програм<br>Індикатор 4.4.1. Підвищення рівня <i>цифрової грамотності</i> серед молоді та дорослого населення |
| Ціль 5. Гендерна рівність (досягнення гендерної рівності та дотримання прав жінок та дівчат)  | Таргет 5b. Використати існуючі <i>технології</i> , особливо <i>інформаційно-комунікаційні</i> , для просування гендерної рівності  |
| Ціль 9. Інновації та інфраструктура (побудувати стійку інфраструктуру, просувати інклюзивну та сталу індустріалізацію, розвивати інновації) | Таргет 9c. Значно підвищити доступ <i>інформаційних та комунікаційних технологій</i> , зокрема забезпечити універсальний і доступний за ціною доступ до <i>мережі Інтернет</i> у найменш розвинених країнах  |
| Ціль 17. Партнерство заради стійкого розвитку   | Таргет 17.8. Повністю впровадити в практику <i>онлайн-сервіси</i> (зокрема, онлайн-банкінг) та інші <i>інформаційно-комунікаційні технології</i>   |

Джерело: розроблено авторами на основі аналізу [73]

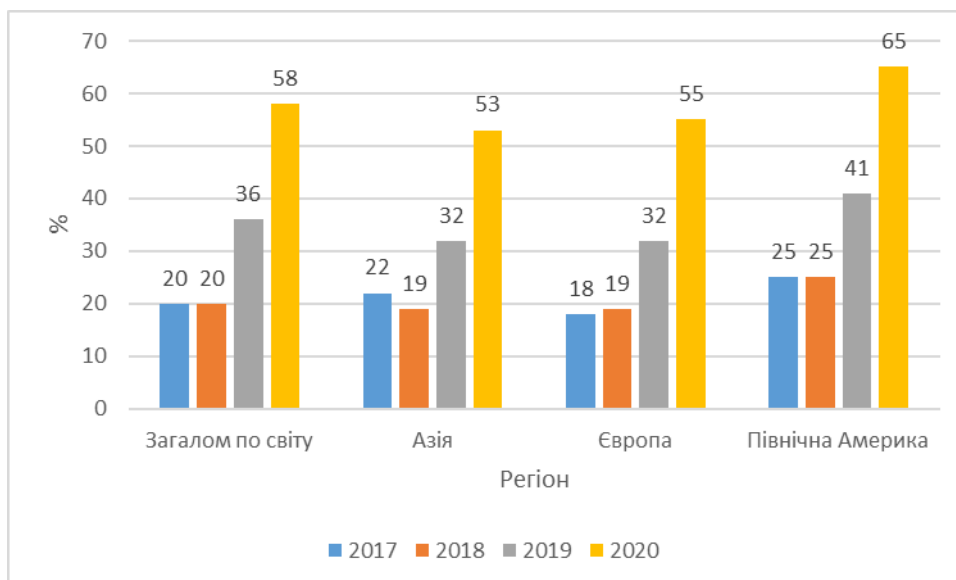


Рисунок 3.1 – Кількість взаємодій з клієнтами засобами онлайн-зв'язку  
Джерело: складено авторами на підставі аналізу [75]

Схожим показником, який демонструє роль карантинних обмежень, пов'язаних з пандемією, є кількість товарів і послуг, які частково чи повністю цифровізувалися. Глобальні показники (у відсотковому співвідношенні) цього показника зросли з 35% у 2019 р. до 55% в 2020 р. (зростання в 1,57 рази) (рис. 3.2).

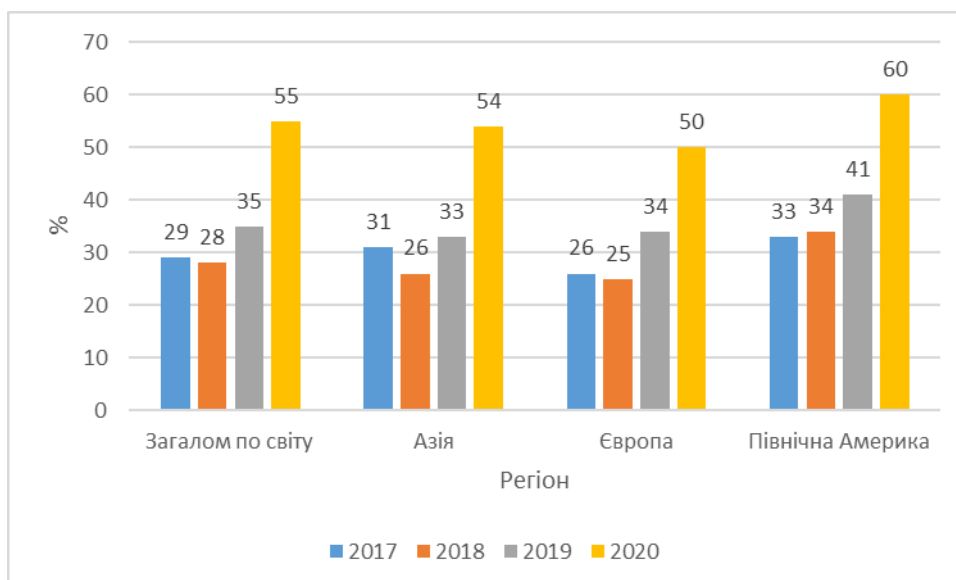


Рисунок 3.2 – Кількість товарів і послуг, які частково чи повністю цифро  
візувалися. Джерело: складено авторами на підставі аналізу [75]



Крім того, це саме дослідження показує, що більшість працівників підприємств, які цифровізували надання товарів і послуг, впевнені, що діджитал-трансформації (дистанційна робота, комунікація з клієнтами засобами онлайн-зв'язку, упровадження високих технологій) не будуть нівельовані навіть після закінчення пандемії COVID-19.

У свою чергу, Європейський центральний банк провів опитування 74 великих нефінансових компаній, половина з яких виробляла товари, інші були надавачами послуг. Метою опитування було з'ясувати, які саме цифрові технології використовують великі європейські компанії для ведення господарської діяльності. Результати продемонстрували, що більшість з опитаних підприємств широко використовують цифрові технології, серед яких чільне місце мають аналіз великих даних (big data analysis, 87%) та хмарні сховища (cloud computing, 82%). Ці технології мають першість як серед компаній-виробників товарів, так і компаній-надавачів послуг. У сегменті B2C широко вживаними є технології електронної комерції (e-commerce). У виробничому сегменті також застосовуються штучний інтелект, Інтернет речей, робототехніка та 3D-принтинг [76].

Багато вчених досліджували взаємозв'язок між цифровізацією та сестейним розвитком. Так, С. Бутані та Я. Палівал сформулювали модель «5CsofInclusiveSustainableGrowth», сутність якої полягала в характеристиці цифрових технологій, необхідних для переходу до сталого розвитку. Автори також наголосили на позитивних ефектах від діджиталізації: кращі умови життя, активна публічна участь, динамічний розвиток міст, прозоре урядування та ін., що сприятиме формуванню свідомої, конкурентоспроможної особистості, яка стане «агентом змін» на шляху до сталого розвитку [77]. М. Йованович та колеги проаналізували наявні інструменти для аналізу рівня цифровізації країни (зокрема, спеціальні індекси, що публікуються міжнародними організаціями). Вони зазначили, що діджиталізація є поштовхом для трансформації економічних процесів як на мікро-, так і на макрорівні [78]. Українські вчені Н. Давидова та ін. охарактеризували сталий розвиток

підприємств з урахування цифровізації їх управління [79]. Однак, у науковому дискурсі недостатньо комплексних досліджень зі сформульованою методикою оцінки ефективності цифрових трансформацій щодо забезпечення сталого розвитку.

На нашу думку, методика оцінки впливу цифрових трансформацій на сталий розвиток має складатися з декількох етапів:

- 1) оцінка рівня цифрової трансформації країни.
- 2) оцінка впливу рівня цифрової трансформації країни на її економічний розвиток.
- 3) оцінка впливу рівня цифрової трансформації країни на її соціальний розвиток.
- 4) оцінка впливу рівня цифрової трансформації країни на її екологічний розвиток.

### **3.1.1 Оцінка рівня цифрової трансформації країни**

Для аналізу рівня цифрової трансформації країн можна використовувати різні показники та індекси. Так, Світовий банк виокремлює наступні показники розвитку ІКТ: кількість користувачів мобільним зв'язком (на 100 осіб), користувачів мережею Інтернет (у % від усього населення), користувачі стаціонарних телефонів (на 100 осіб), кількість захищених Інтернет-сервісів (на 1 мільйон осіб) [80].

На рисунку 3.3 відображено зростання кількості користувачів мобільним зв'язком (на 100 осіб) та користувачів мережею Інтернет (у % від усього населення) в країнах ОЕСР. Так, у 1990 р. користувачів Інтернету було 0,236%, у 2019 р. – 85,081%. Ще більш динамічним було зростання кількості користувачів мобільним зв'язком: у 1990 р. на 100 осіб таких було лише 0,956, тоді як у 2019 р. – 123,433 (відповідно до методології Світового банку це означає, що деякі користувачі мають по декілька SIM-карток.

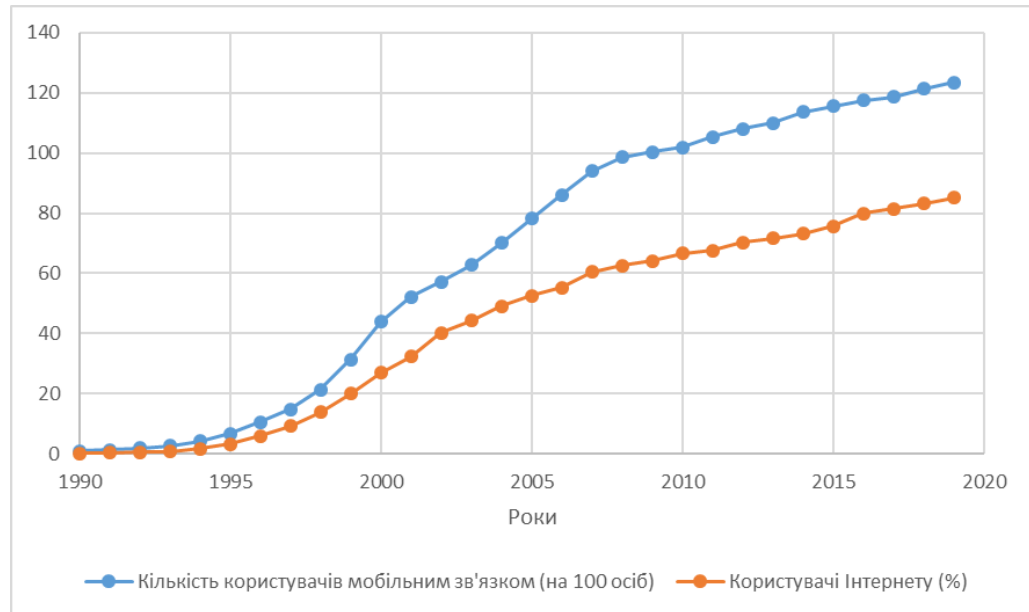


Рисунок 3.3 – Кількість користувачів мобільним зв'язком та Інтернетом  
Джерело: складено автором на підставі [80]

Непрямо рівень цифровізації економіки вимірюють Індекс електронного урядування (e-government development index), Індекс електронної участі (e-participation index) та Глобальний індекс інновацій (Global Innovation Index).

Існує Індекс цифрової економіки та суспільства (Digital Economy and Society Index, DESI), який щорічно публікується Європейською комісією [81]. Цей індекс підсумовує індикатори цифровізації країн-членів Європейського Союзу та допомагає відслідкувати прогрес цих країн у цифрових трансформаціях. Методологія рейтингу полягає в оцінці п'яти агрегованих індикаторів.

1. Зв'язок (стаціонарний та мобільний зв'язок і доступність цін на них).
2. Людський капітал (використання мережі Інтернет, розвиток базових і просунутих цифрових навичок).
3. Використання Інтернет-послуг (використання пошукових систем, месенджерів тощо)
4. Інтеграція діджитал-технологій (цифровізація бізнесу, електронна комерція).

### 5. Цифрові публічні послуги (електронне урядування, e-health).

Після оцінки кожного з індикаторів розраховується загальний показник цього індексу за формулою (3.1), де  $b_i$  – оцінка за  $i$ -ий індикатор,  $c_i$  – ваговий коефіцієнт кожного з  $i$ -их індикаторів:

$$DESI = \sum_1^5 b_i c_i \quad (3.1)$$

### 3.1.2 Оцінка впливу рівня цифрової трансформації країни на її економічний розвиток

На думку багатьох вчених, інноваційні технології є ключовим драйвером економічного зростання країн та регіонів. Технологічний прогрес дозволяє організовувати виробництво в більш ефективний спосіб та продукувати якісніші товари та послуги. Вей Жанг та інші співавтори дослідили вплив цифрової інфраструктури та діджитал-інтеграції на загальну продуктивність праці деяких регіонів у Китаї та з'ясували, що він є позитивним та статистично значущим [82]. У деяких наукових публікаціях наявний більш комплексний підхід до аналізу цих явищ, зокрема через дослідження впливу технологій на взаємозв'язок базових факторів виробництва – капіталу та праці.

Значні можливості щодо зростання економіки створюються інноваційними компаніями (такими як Airbnb та Uber), які володіють лише цифровими технологіями та мають дуже незначну частину основних засобів. GeSI зауважила, що цифровізація має можливість трансформувати бізнес у безпрецедентний спосіб.

Основним макроекономічним показником, який показує кінцеву вартість всіх товарів і послуг, вироблених національною економікою, на 1 особу, є ВВП на душу населення. Використовуючи дані Світового банку щодо економічного, соціального, цифрового розвитку країн-членів ОЕСР, оцінюємо наступну регресивну модель:

$$GDP_t = F(iiu_t, ie_t, hte_t, up_t, fdi_t, gin_t, eu_t), \quad (3.2)$$

де  $GDP_t$  – залежна (результативна) змінна, ВВП на душу населення (в постійних цінах);

$iiu_t, ie_t, hte_t, up_t, fdi_t, gin_t, eu_t$  – незалежні змінні:

$iiu_t$  – кількість користувачів Інтернетом серед усього населення (у %),

$ie_t$  – частка ІКТ в загальній структурі експорту (у %),

$hte_t$  – частка високотехнологічного експорту в загальній структурі експорту (у %),

$up_t$  – частка міського населення (у %)

$fdi_t$  – кількість прямих іноземних інвестицій (у % від ВВП)

$gin_t$  – індекс Джині

$eu_t$  – фіктивна змінна- членство у ЄС (1- член ЄС, 0- не член ЄС).

На наступних етапах дослідження потрібно провести апробацію приведеної вище методики та оцінити відповідні регресійні залежності.

### **3.1.4 Оцінка впливу рівня цифрової трансформації країни на її екологічний розвиток**

Відповідно до концепції, розробленої Організацією економічного співробітництва та розвитку, вплив цифрових трансформацій на навколишнє середовище можна поділити на такі категорії [83]:

- Прямий (ефект першого порядку) – включає безпосереднє використання природних ресурсів та викиди, спричинені виробництвом, використанням та утилізацією товарів ІКТ.

- Непрямий (ефект другого порядку) – включає застосування цифрових технологій для підвищення рівня ефективності використання ресурсів на виробництві (через оптимізацію виробничих потужностей та автоматизацію бізнес-процесів).

- Системний (ефект третього порядку) – включає зміну поведінки економічних суб'єктів та інші нетехнологічні фактори, зумовлені трендом на впровадження цифрових технологій. Більшість дослідників вважають системний вплив цифрових трансформацій перспективним, але його результати мають значний часовий лаг.

Варто зауважити, що поділ ефектів на перший, другий та третій порядок є доволі умовним, оскільки кожен з них може мати доволі суттєвий вплив на довкілля.

Науковцями були проведені деякі дослідження для оцінки прямого та непрямого впливу цифрових трансформацій на довкілля. Більшість з них прийшли до висновку про бажаний позитивний вплив ефекту другого порядку і його превалювання над ефектом першого порядку. Існує Глобальний індекс електронного сталого розвитку (Globe-SustainabilityInitiative, GeSI), який показує, що за помірно оптимістичним прогнозом у 2030 році цифрові технології допоможуть зменшити викиди вуглекислого газу на 20% (непрямий вплив), а на сектор ІКТ припадатиме лише 2% глобальних викидів CO<sub>2</sub>. Існує декілька підходів для оцінки непрямого впливу цифровізації. На нашу думку, оцінити ефект другого порядку можна засобами аналізу окремих цифрових кейсів (наприклад, ефективності онлайн-сервісів з електронного урядування, e-health та ін. в контексті ресурсозбереження) або агрегованого впливу багатьох окремих кейсів.

На рисунку відображені результати аналізу, проведеного GeSI. Це дослідження показало, що найбільший ефект для потенційного зменшення викидів CO<sub>2</sub> має впровадження елементів «розумного виробництва», «розумного сільського господарства», «розумної енергетики». Поєднавши елементи смарт-логістики, контролю та оптимізації трафіку, можна стверджувати про потенційно суттєвий вплив мобільності (зокрема, ресурсної) на скорочення викидів вуглекислого газу.

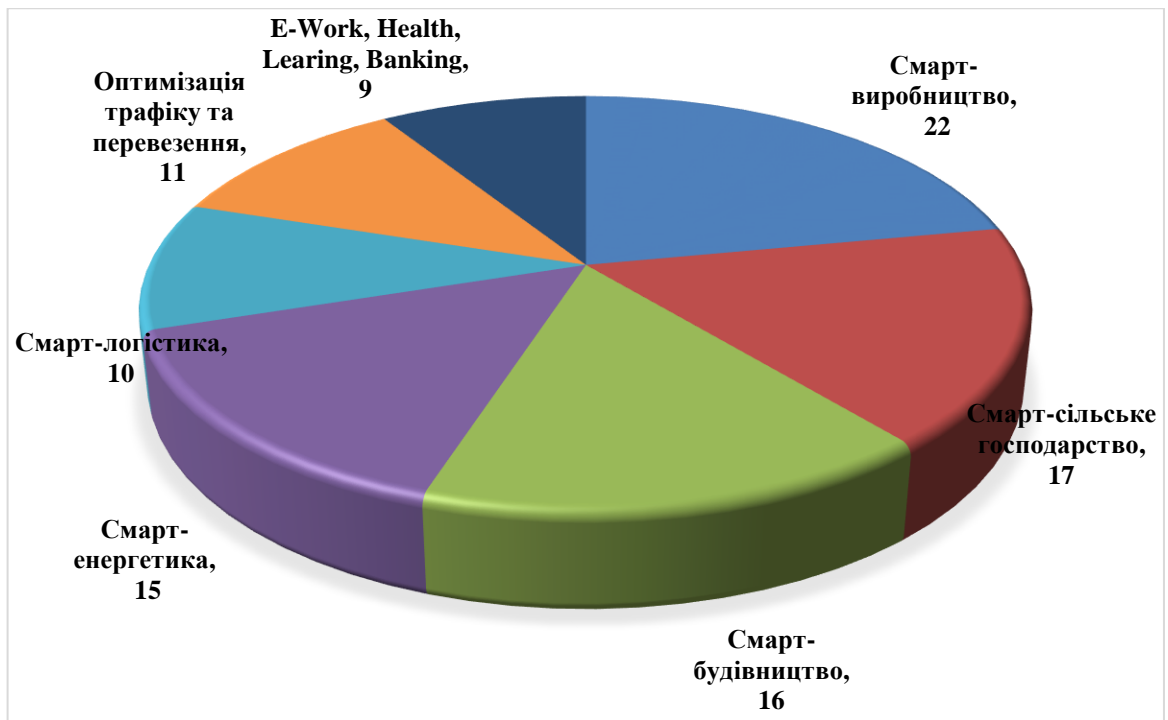


Рисунок 3.4 – Частка цифрових технологій у зменшенні викидів CO<sub>2</sub>. Джерело: складено автором на підставі аналізу [84]

Використовуючи дані Світового банку щодо економічного, енергетичного, цифрового розвитку країн-членів ОЕСР, оцінюємо наступну регресивну модель:

$$CO2_t = F(gdp_t, iiu_t, ie_t, hte_t, sva_t, iva_t, up_t, fdi_t, gin_t, eu_t), \quad (3.3)$$

де  $CO2_t$  – залежна (результативна) змінна, кількість викидів CO<sub>2</sub> в метричних тонах);

$gdp_t, iiu_t, ie_t, hte_t, up_t, fdi_t, gin_t, eu_t$  – незалежні змінні:

$gdp_t$  – валовий внутрішній продукт,

$iiu_t$  – кількість користувачів Інтернетом серед усього населення (у %),

$ie_t$  – частка ІКТ в загальній структурі експорту (у %),

$hte_t$  – частка високотехнологічного експорту в загальній структурі експорту (у %),

$up_t$  – частка міського населення (у %)

$fdi_t$  – кількість прямих іноземних інвестицій (у % від ВВП)

$gin_t$  – індекс Джині

$eu_t$  – фіктивна змінна- членство у ЄС (1- член ЄС, 0- не член ЄС).

$sva_t$  – частка доданої вартості послуг у ВВП (у %),

$iva_t$  – частка доданої вартості промисловості у ВВП (у %)

На наступних етапах дослідження потрібно провести апробацію приведеної вище методики та оцінити відповідні регресійні залежності.

З точки зору впливу на навколишнє середовище розглянемо використання 3D-принтерів як основного інструмента реалізації адитивного виробництва. 3D-принтери мають ряд переваг, які посилюють їх важливість для сучасної економіки. Так, з їх допомогою можна створити та роздрукувати будь-який товар, що дозволить уникати значних логістичних витрат (зокрема, на доставку та зберігання), витрат на пакування, тощо. По-друге, адитивні технології (на відміну від субтрактивних) дозволяють виробляти продукцію в якісно новий спосіб без необхідності поєднання окремих елементів у єдине ціле. Однією з найбільших індустрій, де вже використовуються 3D-принтери, є автомобілебудування (на них переважно друкують коробки передач та дверні ручки). Однак, є компанії, які вже мають технології друку кузовів автомобіля, що в перспективі значно зменшить його вагу й відповідні енерговитрати.

Існують різні оцінки впливу адитивних технологій на світову економіку в цілому та енергетику зокрема. Так, за М. Геблер та ін., використання 3D-принтерів дозволить зменшити загальносвітове споживання енергії на 2,54-9,3 ЕДж та викиди CO<sub>2</sub> на 130,5-525,5 Мт вже до 2025 року [85].

Таким чином, цифрові трансформації є важливим інструментом для реалізації переходу до сестейнового розвитку, зокрема через імплементацію Цілей сталого розвитку. Пандемія COVID-19 прискорила цифровізацію бізнесу та держав, а найбільш застосованими діджитал-технологіями серед великих підприємств є аналіз великих даних та використання хмарних сховищ. Оцінка ефективності цифрових трансформацій може здійснюватися в різний спосіб,



зокрема за допомогою аналізу окремих показників та комплексних індексів. Ефективність цифрових трансформацій для забезпечення переходу до сталого розвитку необхідно оцінювати за допомогою покрокового аналізу впливу цифровізації на економічний, соціальний та екологічний розвиток. Регресійні аналізи показали, що на кожен з видів розвитку статистично значущий вплив має кількість користувачів мережею Інтернет (при зростанні таких користувачів підвищується рівень економічного, соціального та екологічного розвитку). Інші цифрові показники також мають переважно позитивний (однак, статистично незначущий) вплив на перехід до сталого розвитку. Було з'ясовано, що вплив цифрових трансформацій на навколишнє середовище можна поділити на такі категорії: прямий, непрямий та системний, а використання 3D-принтерів є основним інструментом реалізації адитивного виробництва.

### **3.2 Методика оцінки ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних системах**

Під час цифрової трансформації для її оперативного, стратегічного керування та здійснення необхідна методика для оцінювання динаміки цифрової трансформації та ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних та екологічних системах, що дозволить мати необхідну вичерпну інформацію для моніторингу та прийняття рішень. Методика базується на розрахунку 60 динамічних показників  $D_{1i}$ ,  $D_{2i}$ ,  $D_{3i}$ ,  $D_{4i}$ ,  $D_{5i}$ ,  $D_{6i}$ , які можна звести в 6 агрегатних показника  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$ ,  $D_5$ ,  $D_6$ .

Пропонується включити до системи 6 груп показників, у свою чергу кожна з груп містить 10 показників, тобто загальна кількість показників становить 60. Половина з них – групи 1, 3, 5 – це абсолютні показники, а половина – групи 2, 4, 6 – відносні. Групи 1 і 2 характеризують цифрову трансформацію соціально-економічних систем, групи 3 і 4 характеризують цифрову трансформацію екологічних систем, а групи 5 і 6 характеризують одночасно і цифрову трансформацію, і ефекти поширення проривних

технологій в соціально-економічних та екологічних системах. Для кожного із 60 абсолютних та відносних показників розраховуються їх динамічні показники  $D_{1i}, D_{2i}, D_{3i}, D_{4i}, D_{5i}, D_{6i}$  відповідно до кожної з шести груп. Оскільки для кожної групи будуть свої 10 динамічних показників, ці 10 показників можна звести в один динамічний показник для кожної групи.

Агрегування відбувається шляхом застосування вагових коефіцієнтів. Оскільки в кожній групі по 10 показників та кожен з них має однакову вагомість, їх вагові коефіцієнти будуть складати 10% або 0,1. Для знаходження зведених динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем та ефектів поширення проривних технологій використовується формула (3.4). Критерієм оцінювання динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем та ефектів поширення проривних технологій для зведених динамічних показників є перевірка виконання умови за формулою (3.5):

$$D_i = \sum_{j=1}^n (0,1 \cdot D_{ij}), \quad i = 1 \dots N; j = 1 \dots n, \quad (3.4)$$

$$D_i > 1, \quad i = 1 \dots N, \quad (3.5)$$

де  $D_i$  – зведений динамічний показник для  $i$ -ї групи абсолютних показників;

$N$  – кількість груп показників (6);

$n$  – кількість показників  $j$ -ї групи (10);

$D_{ij}$  –  $j$ -й динамічний показник  $i$ -ї групи.

За виконання цієї умови цифрова трансформація та поширення проривних технологій в соціально-економічних та екологічних системах по відповідному динамічному показнику відбувається у правильному напрямку і вказує на позитивну динаміку, тобто зміну у часі.

Відповідно до сформованого набору статистичних показників, процедури зведення динамічних показників та критеріїв розроблено методику до

оцінювання динаміки цифрової трансформації та ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних та екологічних системах (рис. 3.5).

### **3.3 Методика обґрунтування інструментарію забезпечення інноваційного сестейнового розвитку економічних систем**

При розробленні методики обґрунтування інструментарію забезпечення інноваційного сестейнового розвитку економічних систем запропоновано розглядати підсистеми інформаційного забезпечення, підсистему суб'єкт/об'єкт управління, підсистему синергетичних зв'язків та підсистему мотивації.

#### **Підсистема інформаційного забезпечення**

- науково-методичне забезпечення;
  - міжнародні та національні індекси та індикатори для оцінювання та моніторингу цифрової трансформації та розвитку;
  - міжнародні та національні індекси та індикатори для оцінювання та моніторингу сестейнового розвитку;
- статистично-інформаційна база та звітність:
  - звіти міжнародних організацій та офіційних установ щодо цифрової трансформації та сестейнового розвитку;
  - статистична інформація щодо цифрової трансформації та сестейнового розвитку за секторами національної економіки та в розрізі регіонів;
- закордонний досвід формування цифрової економіки як основи для сестейнового розвитку:
  - спеціальні програми, проєкти, стратегії та ініціативи країн ЄС та світу;
  - кейси, стартапи, практики.

| <b>Показники для оцінювання динаміки цифрової трансформації та ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних та екологічних системах (А – абсолютні, В – відносні)</b>  |  |   |   |   |  |
|--|--|---|---|---|--|
| Для цифрової трансформації соціально-економічних систем  |  | Для цифрової трансформації екологічних систем   |   | Для ефектів поширення проривних технологій  |  |
| 1 група (А)  | 2 група (В)  | 3 група (А)   | 4 група (В)   | 5 група (А)   | 6 група (В)  |
| <p>1. <math>V_i</math> – кількість державних установ, які мають доступ до Інтернету, од.</p> <p>2. <math>U_o</math> – кількість державних установ, які дають можливість користування інструментами електронної демократії, од.</p> <p>3. <math>P_m</math> – кількість підприємств, які здійснюють електронну торгівлю, од.</p> <p>4. <math>O_n</math> – обсяг реалізованої продукції шляхом електронної торгівлі, тис. грн.</p> <p>5. <math>P_l</math> – кількість підприємств, які мають доступ до Інтернету, од.</p> <p>6. <math>P_c</math> – кількість підприємств, що мають свій сайт, од.</p> <p>7. <math>P_k</math> – кількість підприємств, які використовують комп'ютери, од.</p> <p>8. <math>P_{vo}</math> – кількість підприємств, що проводять аналіз «великих даних», од.</p> <p>9. <math>P_{vo}</math> – кількість підприємств, які надають рахунки-фактури в електронному вигляді, од.</p> <p>10. <math>P_{wi}</math> – кількість підприємств, які використовували широкопasmовий доступ до Інтернету, од.</p> | <p>1. <math>C_r</math> – частка державних установ, які мають доступ до Інтернету, у загальній кількості установ, %.</p> <p>2. <math>C_m</math> – частка підприємств, які здійснюють електронну торгівлю, %.</p> <p>3. <math>C_{me}</math> – частка підприємств, які здійснюють електронну торгівлю через сайти або вебдодатки, у загальній кількості підприємств, %.</p> <p>4. <math>C_n</math> – частка обсягу реалізованої продукції шляхом електронної торгівлі, %.</p> <p>5. <math>C_{wo}</math> – частка підприємств, що проводять аналіз «великих даних», %.</p> <p>6. <math>C_f</math> – частка підприємств, що наймають фахівців інформаційно-телекомунікаційних технологій, у загальній кількості підприємств, %.</p> <p>7. <math>C_{3d}</math> – частка підприємств, що використовують 3-Д друк, у загальній кількості підприємств, %.</p> <p>8. <math>C_{fo}</math> – частка підприємств, які використовують фіксований доступ до Інтернету, %.</p> <p>9. <math>C_{oc}</math> – частка підприємств, що мають свій сайт, %.</p> <p>10. <math>C_{so}</math> – частка підприємств, що купують послуги хмарних обчислень, у загальній кількості підприємств, %.</p> | <p>1. <math>B_r</math> – витрати на охорону атмосферного повітря і клімату, тис. грн.</p> <p>2. <math>B_o</math> – витрати на очистку зворотних вод, тис. грн.</p> <p>3. <math>B_e</math> – витрати на поводження з відходами, тис. грн.</p> <p>4. <math>B_r</math> – витрати на захист і реабілітацію ґрунту, водних об'єктів, тис. грн.</p> <p>5. <math>B_o</math> – витрати на охорону біологічного різноманіття, тис. грн.</p> <p>6. <math>B_r</math> – витрати на захист від радіації, тис. грн.</p> <p>7. <math>B_r</math> – витрати на науково-дослідні роботи щодо охорони природи, тис. грн.</p> <p>8. <math>E_e</math> – загальний виробіток енергії гідроелектростанціям, тис. т н.е.</p> <p>9. <math>E_o</math> – загальний виробіток енергії від біопалива та відходів, тис. т н.е.</p> <p>10. <math>E_c</math> – загальний виробіток енергії від вітрової та сонячної енергетики, тис. т н.е.</p> | <p>1. <math>C_{es}</math> – співвідношення кількості підприємств, що здійснюють електронну торгівлю та викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря стаціонарними джерелами.</p> <p>2. <math>C_{re}</math> – співвідношення обсягу реалізованої продукції шляхом електронної торгівлі та загального кінцевого споживання енергії.</p> <p>3. <math>C_m</math> – співвідношення кількості підприємств, які мають доступ до Інтернету та викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами.</p> <p>4. <math>C_{oe}</math> – співвідношення кількості підприємств, які використовують комп'ютери та загального постачання первинної енергії.</p> <p>5. <math>C_{oe}</math> – співвідношення кількості державних установ, які мають доступ до Інтернету та енергоємності.</p> <p>6. <math>C_{so}</math> – співвідношення кількості державних установ, які дають можливість користування інструментами електронної демократії та кількості утворених відходів I-III класів небезпеки.</p> <p>7. <math>C_{vo}</math> – співвідношення кількості підприємств, що проводять аналіз «великих даних» та надходження парникових газів у атмосферне повітря.</p> <p>8. <math>C_r</math> – частка виробітку гідроелектроенергії, %.</p> <p>9. <math>C_o</math> – частка виробітку енергії від енергетики біопалива та відходів, %.</p> <p>10. <math>C_c</math> – частка виробітку енергії від вітрової та сонячної енергетики, %.</p> | <p>1. <math>B_{inv}</math> – величина вкладень у цифрову трансформацію, включаючи сферу інформаційних технологій, тис. грн.</p> <p>2. <math>B_{op}</math> – внутрішні витрати на дослідження і розробки в організаційному секторі ІКТ, тис. грн.</p> <p>3. <math>K_a</math> – кількість абонентів доступу до Інтернету, одиниць.</p> <p>4. <math>O_i</math> – обсяг товарів і послуг сектору ІКТ, тис. грн.</p> <p>5. <math>O_p</math> – обсяг внутрішнього ринку сектору ІКТ, тис. грн.</p> <p>6. <math>E_c</math> – сумарні ємності в країні для зберігання електричної енергії, кВт*год.</p> <p>7. <math>P_n</math> – продаж робіт за період у країні, одиниць або тис. грн.</p> <p>8. <math>P_{3d}</math> – продаж 3-Д принтерів за період у країні, одиниць або тис. грн.</p> <p>9. <math>E_n</math> – продаж електромобілів за період, одиниць або тис. грн.</p> <p>10. <math>K_c</math> – розмір ринку криптовалют країни, тис. грн.</p> | <p>1. <math>C_{so}</math> – частка соціально значущих послуг, що доступні в електронному вигляді, %.</p> <p>2. <math>C_{oc}</math> – частка домогосподарств, у яких є доступ до Інтернету, %.</p> <p>3. <math>C_{in}</math> – частка інноваційних товарів та послуг у загальному обсязі сектору ІКТ, %.</p> <p>4. <math>C_{ikt}</math> – частка товарів і послуг сектору ІКТ в загальному випуску товарів і послуг, %.</p> <p>5. <math>C_p</math> – частка ринку сектору ІКТ у країні, %.</p> <p>6. <math>C_{rob}</math> – частка ринку робіт за період у країні, %.</p> <p>7. <math>C_{3d}</math> – частка ринку що займають 3-Д принтери за період у країні, %.</p> <p>8. <math>C_{em}</math> – частка електромобілів у загальній кількості проданих автомобілів у країні за період, %.</p> <p>9. <math>C_{ic}</math> – частка ринку сектору обігу криптовалют у країні, %.</p> <p>10. <math>C_{op}</math> – частка ринку продукції віртуальної реальності, %.</p> |
| <b>Перший рівень агрегування показників для оцінювання динаміки цифрової трансформації та ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних та екологічних системах (розрахунок динамічних показників)</b>  |  |   |   |   |  |
| $D_{1i} = \sqrt[N-1]{\prod_{n=1}^{N-1} \left( \frac{A_{1i\{n+1\}}}{A_{1i\{n\}}} \right)}$ $D_{2i} = \sqrt[N-1]{\prod_{n=1}^{N-1} \left( \frac{B_{2i\{n+1\}}}{B_{2i\{n\}}} \right)}$  |  | $D_{3i} = \sqrt[N-1]{\prod_{n=1}^{N-1} \left( \frac{A_{3i\{n+1\}}}{A_{3i\{n\}}} \right)}$ $D_{4i} = \sqrt[N-1]{\prod_{n=1}^{N-1} \left( \frac{B_{4i\{n+1\}}}{B_{4i\{n\}}} \right)}$   |   | $D_{5i} = \sqrt[N-1]{\prod_{n=1}^{N-1} \left( \frac{A_{5i\{n+1\}}}{A_{5i\{n\}}} \right)}$ $D_{6i} = \sqrt[N-1]{\prod_{n=1}^{N-1} \left( \frac{B_{6i\{n+1\}}}{B_{6i\{n\}}} \right)}$   |  |
| <b>Другий рівень агрегування показників для оцінювання динаміки цифрової трансформації та ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних та екологічних системах (розрахунок зведених динамічних показників)</b>   |  |   |   |   |  |
| $D_i = \sum_{j=1}^n (0,1 \cdot D_{ij}), \quad i = 1 \dots N; j = 1 \dots n$  |  |   |   |   |  |
| <b>Критерії оцінювання динаміки цифрової трансформації та поширення проривних технологій</b>   |  |   |   |   |  |
| $D_i > 1, i = 1 \dots N$   |  |   |   |   |  |

Рисунок 3.5 – Методичні підходи до оцінювання динаміки цифрової трансформації та ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних та екологічних системах. Джерело: розроблено авторами

- законодавство та нормативно-правове забезпечення:
  - міжнародні стратегічні документи (стратегії, концепції) щодо цифрового та сталого розвитку;
  - загальнодержавні, галузеві та регіональні документи (стратегії та концепції) щодо цифрової трансформації та сестейнового розвитку;
  - глобальні цілі сталого розвитку, таргети та індикатори.

### **Підсистема суб'єкт/об'єкт управління**

#### *Суб'єкт управління:*

- органи законодавчої та виконавчої влади різних рівнів;
- органи місцевого самоврядування;
- підприємства та організації;
- галузеві асоціації та економічні спілки.

#### *Об'єкт управління:*

Соціально-економічні та екологічні системи, що зазнають впливу цифрової трансформації та ефектів поширення проривних технологій.

### **Підсистема синергетичних зв'язків оцінювання впливу цифрової трансформації та поширення проривних технологій на сестейновий розвиток**

#### *Позитивні зворотні зв'язки:*

- економічний розвиток: збільшення ВВП, зменшення безробіття, підвищення продуктивності праці; дематеріалізація економіки;
- соціальний розвиток: збільшення кількості робочих місць для висококваліфікованих працівників; спрощення доступу до системи охорони здоров'я, освіти та банкінгу; зниження бідності;
- екологічний розвиток: зменшення викидів CO<sub>2</sub>.

#### *Негативні зворотні зв'язки:*

- соціальний розвиток: підвищення психо-емоційного навантаження людини; ризик творчої деградації та інформаційної залежності; втрата робочих місць та зростання безробіття.

## **Підсистема мотивації**

### *Інструменти позитивної мотивації:*

- державні (національні, регіональні та місцеві) стратегії та програми з цифрової трансформації та розвитку;
- державні комплексні програми підтримки впровадження діджитал інструментів та проривних технологій бізнесом;
- венчурні, стартап фонди та краудфандингові платформи для підтримки діджитал-стартапів на ранній стадії розвитку;
- податкові пільги;
- кредити та дотації;
- субсидії та гранти.

### *Інструменти негативної мотивації*

- платежі;
- штрафи;
- мито;
- податки;
- санкції;
- виплати.

## 4 КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЕСТЕЙНОВОГО РОЗВИТКУ

### 4.1 Код продукту у відповідних пакетах прикладних програм для обґрунтування концепції забезпечення сестейнового розвитку та ресурсної безпеки

Для обґрунтування концепції забезпечення сестейнового розвитку та ресурсної безпеки було використано статистичні дані Світового банку та фундації Heritage для таких країн: Австралія, Австрія, Бельгія, Канада, Чилі, Чеська Республіка, Данія, Естонія, Фінляндія, Франція, Німеччина, Греція, Угорщина, Ісландія, Ірландія, Ізраїль, Італія, Японія, Латвія, Литва, Люксембург, Мексика, Нідерланди, Нова Зеландія, Норвегія, Польща, Португалія, Словаччина, Словенія, Південна Корея, Іспанія, Швеція, Швейцарія, Туреччина, Великобританія, США.

Описова статистика показників світового банку приведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Показники Світового банку за наявний період 2001-2014 рр.

| Назва статистичного показника на сайті Світового банку (вихідна назва) | Назва статистичного показника на сайті Світового банку (переклад)         |
|--|---|
| 1  | 2   |
| Alternative and nuclear energy (% of total energy use)                 | Альтернативна та ядерна енергетика (% від загального споживання енергії)  |
| CO2 emissions (kg per 2011 PPP \$ of GDP)                              | Викиди CO2 (кг в цінах 2011 р. за ППС, \$ ВВП)                            |
| CO2 emissions (kt)   | Викиди CO2 ( тис. т)  |
| CO2 emissions (kg per PPP \$ of GDP)                                   | Викиди CO2 (кг на ППС \$ ВВП)   |
| CO2 emissions (metric tons per capita)                                 | Викиди CO2 (метричні тони на душу населення)                              |
| Electric power consumption (kWh per capita)                            | Споживання електроенергії (кВт·год на душу населення)                     |
| Electricity production from hydroelectric sources (% of total)         | Виробництво електроенергії з гідроелектроджерел (% від загального обсягу) |

Продовження табл. 4.1.

| 1   | 2  |
|---|--|
| Electricity production from oil sources (% of total)                                | Виробництво електроенергії з нафтових джерел (% від загального обсягу)                                       |
| Electricity production from oil, gas and coal sources (% of total)                  | Виробництво електроенергії з нафти, газу та вугілля (% від загального обсягу)                                |
| Electricity production from renewable sources, excluding hydroelectric (% of total) | Виробництво електроенергії з відновлюваних джерел, за винятком гідроелектростанцій (% від загального обсягу) |
| Electricity production from renewable sources, excluding hydroelectric (kWh)        | Виробництво електроенергії з відновлюваних джерел, за винятком гідроелектростанцій (кВт·год)                 |
| Energy use (kg of oil equivalent per capita)  | Використання енергії (кг нафтового еквіваленту на душу населення)  |
| Energy use (kg of oil equivalent) per \$1,000 GDP (constant 2011 PPP)               | Використання енергії (кг нафтового еквіваленту) на 1000 доларів США ВВП (постійний ППС 2011 року)            |
| GDP per unit of energy use (PPP \$ per kg of oil equivalent)                        | ВВП на одиницю енергоспоживання (ППС \$ за кг нафтового еквівалента)   |
| Patent applications, residents  | Заявки на патент, резиденти  |
| Renewable energy consumption (% of total final energy consumption)                  | Споживання відновлюваної енергії (% від загального кінцевого споживання енергії)                             |
| Renewable electricity output (% of total electricity output)                        | Виробництво електроенергії з відновлюваних джерел (% від загального виробництва електроенергії)              |
| GDP (constant 2010 US\$)  | ВВП (постійні ціни 2010 дол. США)  |
| GDP per capita (constant 2010 US\$)   | ВВП на душу населення (постійні ціни 2010 дол. США)  |
| GDP per capita (current US\$)   | ВВП на душу населення (поточні ціни дол. США)  |
| Gross capital formation (constant 2010 US\$)  | Валове нагромадження капіталу (постійні ціни 2010 дол. США)  |
| Gross fixed capital formation (constant 2010 US\$)                                  | Валове нагромадження основного капіталу (постійний 2010 дол. США)  |



Продовження табл. 4.1.

| 1   | 2  |
|---|--|
| Manufacturing, value added (constant 2010 US\$)     | Виробництво, додана вартість (постійні ціни 2010 р. дол. США)    |
| Services, value added (current US\$)                | Послуги, додана вартість (поточні ціни в дол. США)               |
| Birth rate, crude (per 1,000 people)                | Народжуваність, загальна (на 1000 осіб)                          |
| Labor force, total                                  | Робоча сила, загальна  |
| Life expectancy at birth, total (years)             | Очікувана тривалість життя при народженні, всього (років)        |
| High-technology exports (% of manufactured exports) | Експорт високотехнологічних продуктів (% від експорту продукції) |

В теоретичному концепті моделі оцінки забезпечення сестейнового розвитку та ресурсної безпеки, індикатор оцінювання сестейновості було взято ВВП на одиницю викидів CO<sub>2</sub> (формула 1)

$$GDPperCO_{2t} = F(y_t, ee_t, gfcf_t, mva_t, sva_t, pa_t, hte_t, reo_{opt,t}, pr_t, tb_t, bf_t, mf_t, tf_t, if_t, eu_t, t, \varepsilon), \quad (4.1)$$

де  $GDPperCO_{2t}$  – ВВП на одиницю викидів CO<sub>2</sub>;

$y_t$  – ВВП на душу населення (у постійних цінах);

$ee_t$  – енергоефективність;

$gfcf_t$  – валове нагромадження основного капіталу (у фіксованих цінах);

$mva_t$  – додана вартість виробництва (% ВВП);

$sva_t$  – додана вартість сфери послуг (річне зростання в %);

$pa_t$  – кількість заявок на патенти;

$hte_t$  – експорт високих технологій (цифровізація виробництва);

$reo_t$  – виробництво електроенергії з відновлюваних джерел (% від загального виробництва електроенергії);

$opt_t$  – середні ціни на нафту;  
 $pr_t$  – індекси прав власності;  
 $tb_t$  – величини податкового навантаження;  
 $bf_t$  – індекси свободи бізнесу;  
 $mf_t$  – величини грошової свободи;  
 $tf_t$  – значення свободи торгівлі;  
 $if_t$  – значення свободи інвестування;  
 $eu_t$  – інституційна змінна ЄС;  
 $t_t$  – річна інструментальна змінна;  
 $\varepsilon$  – збурення регресії.

Для емпіричної оцінки в програмі Stata 14.0. статистичні дані потрібно зібрати у вигляді матриці, де в стовпчиках буде приведена назва показників, а в рядках будуть відповідні значення для кожної країни за аналізований період. Код продукту у пакеті прикладних програм Stata 14.0. для обґрунтування концепції забезпечення сестейнового розвитку та ресурсної безпеки буде мати такий вид:

```

tssetidyear
sum
xtreg GDPperCO y ee gfcf mva sva pa hte reo opt pr tb bf mf tf if eu y2002 y2003
y2004 y2005 y2007 y2008 y2009 y2010 y2011 y2012 y2013 y2014, fe
estimates store fixed
xtreg GDPperCO y ee gfcf mva sva pa hte reo opt pr tb bf mf tf if eu y2002 y2003
y2004 y2005 y2007 y2008 y2009 y2010 y2011 y2012 y2013 y2014, re
estimates store random
hausman fixed random
*b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
  
```

\*B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

\*Test: Ho: difference in coefficients not systematic  $\chi^2(3) = (b-B)'[(V_b - V_B)^{-1}](b-B)$

\* for the CO2 per capita model

xtreg CO2percapita y ee gfcf mva sva pa hte reo opt pr tb bfmftf if eu y2002 y2003 y2004 y2005 y2007 y2008 y2009 y2010 y2011 y2012 y2013 y2014, fe  
estimates store fixed

xtreg CO2percapita y ee gfcf mva sva pa hte reo opt pr tb bfmftf if eu y2002 y2003 y2004 y2005 y2007 y2008 y2009 y2010 y2011 y2012 y2013 y2014, re  
estimates store random

hausman fixed random

\*b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg

\*B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

\*Test: Ho: difference in coefficients not systematic  $\chi^2(3) = (b-B)'[(V_b - V_B)^{-1}](b-B)$

\* for the CO2 metric tons model

xtreg CO2metrictons y ee gfcf mva sva pa hte reo opt pr tb bfmftf if eu y2002 y2003 y2004 y2005 y2007 y2008 y2009 y2010 y2011 y2012 y2013 y2014, fe  
estimates store fixed

xtreg CO2metrictons y ee gfcf mva sva pa hte reo opt pr tb bfmftf if eu y2002 y2003 y2004 y2005 y2007 y2008 y2009 y2010 y2011 y2012 y2013 y2014, re  
estimates store random

hausman fixed random

\*b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg

\*B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

\*Test: Ho: difference in coefficients not systematic  $\chi^2(3) = (b-B)'[(V_b - V_B)^{-1}](b-B)$

#### 4.1.1 Методичні підходи оцінювання впливу цифровізації на ВВП як індиктору сестейнового розвитку

$$GDP_t = F(iiu_t, ie_t, hte_t, up_t, fdi_t, gin_t, eu_t, v), \quad (4.2)$$

де  $GDP_t$  – ВВП на душу населення (в постійних цінах).

$iiu_t$  – кількість користувачів Інтернетом серед усього населення (у %);

$ie_t$  – частка ІКТ в загальній структурі експорту (у %);

$hte_t$  – частка високотехнологічного експорту в загальній структурі експорту (у %);

$up_t$  – частка міського населення (у %);

$fdi_t$  – кількість прямих іноземних інвестицій (у % від ВВП);

$gin_t$  – індекс Джині;

$eu_t$  – інструментальна змінна- членство у ЄС;

$v$  – збурення регресії

Код продукту у пакеті прикладних програм Stata 14.0 для обґрунтування концепції забезпечення сестейнового розвитку та ресурсної безпеки із залежною змінною ВВП на душу населення буде мати такий вид:

```
tssetidyear
```

```
sum
```

```
xtreg GDP iiu ie hte up fdi gin eu, fe
```

```
estimates store fixed
```

```
xtreg GDP iiu ie hte up fdi gin eu, re
```

```
estimates store random
```

```
hausman fixed random
```

#### 4.1.2 Методичні підходи оцінювання впливу цифровізації на викиди CO2 як індикторів сестейнового розвитку

$$CO2_t = L(gdp_t, iiu_t, ie_t, hte_t, sva_t, iva_t, up_t, fdi_t, gin_t, eu_t), \quad (4.3)$$

де  $CO2_t$  (кількість викидів CO2 в метричних тонах);

$ie_t$  – частка ІКТ в загальній структурі експорту (у %);

$hte_t$  – частка високотехнологічного експорту в загальній структурі експорту (у %)

$up_t$  – частка міського населення (у %);

$fdi_t$  – кількість прямих іноземних інвестицій (у % від ВВП);

$gin_t$  – індекс Джині;

$eu_t, sva_t$  – частка доданої вартості послуг у ВВП (у %);

$iva_t$  – частка доданої вартості промисловості у ВВП (у %).

Код продукту у пакеті прикладних програм Stata 14.0. для обґрунтування концепції забезпечення сестейнового розвитку та ресурсної безпеки із залежною змінною кількість викидів CO2 в метричних тонах буде мати такий вид:

```
tsset id year
sum
xtreg GDP gdpt iiu ie hte sva iva up fdi gin eu, fe
estimates store fixed
xtreg GDP gdpt iiu ie hte sva iva up fdi gin eu, re
estimates store random
hausman fixed random.
```

Подальшими напрямками для емпіричної перевірки висунутих у роботі гіпотез є обґрунтування статистичної значущості, напряму та сили впливу

вибраних драйверів забезпечення/оцінки сталого розвитку із урахуванням досягнень цифровізації суспільного життя.

#### **4.2 Економіко-математична модель просторової оптимізації розвитку регіонів країни на основі поєднання інформаційної дивергенції та економічної і цифрової конвергенції**

Розвиток економічних систем в межах однієї країни має супроводжуватися синхронізацією економічних, соціальних, екологічних та цифрових досягнень. Відсутність диспропорцій у розвитку регіональних економічних систем є запорукою стійкості усієї економічної системи країни. І навпаки, якщо окремі регіони різко відрізняються за рівнем своїм досягнень від інших адміністративно-господарських систем, то існує декілька варіантів розвитку подій. По-перше, більш слабкі регіони, через програми державного розвитку будуть отримувати відповідну підтримку для забезпечення вирівнювання розвитку і, з часом, зможуть наздогнати початково економічно активніші регіони. По-друге, за відсутності державних програм підтримки розвитку депресивних регіонів може спостерігатися відтік робочої сили до регіонів, що мають вищий економічний потенціал.

Історично так склалося, що в Україні східні та південні регіони були економічно розвиненішими, ніж західна та північна частини країни. Статистичні дані свідчать про значні регіональні економічні диспропорції регіонального розвитку протягом 1990-х років, і в середньому різниця між бідними та багатими регіонами в межах однієї країни була приблизно в два рази щодо доходів на душу населення (рис. 4.1.).

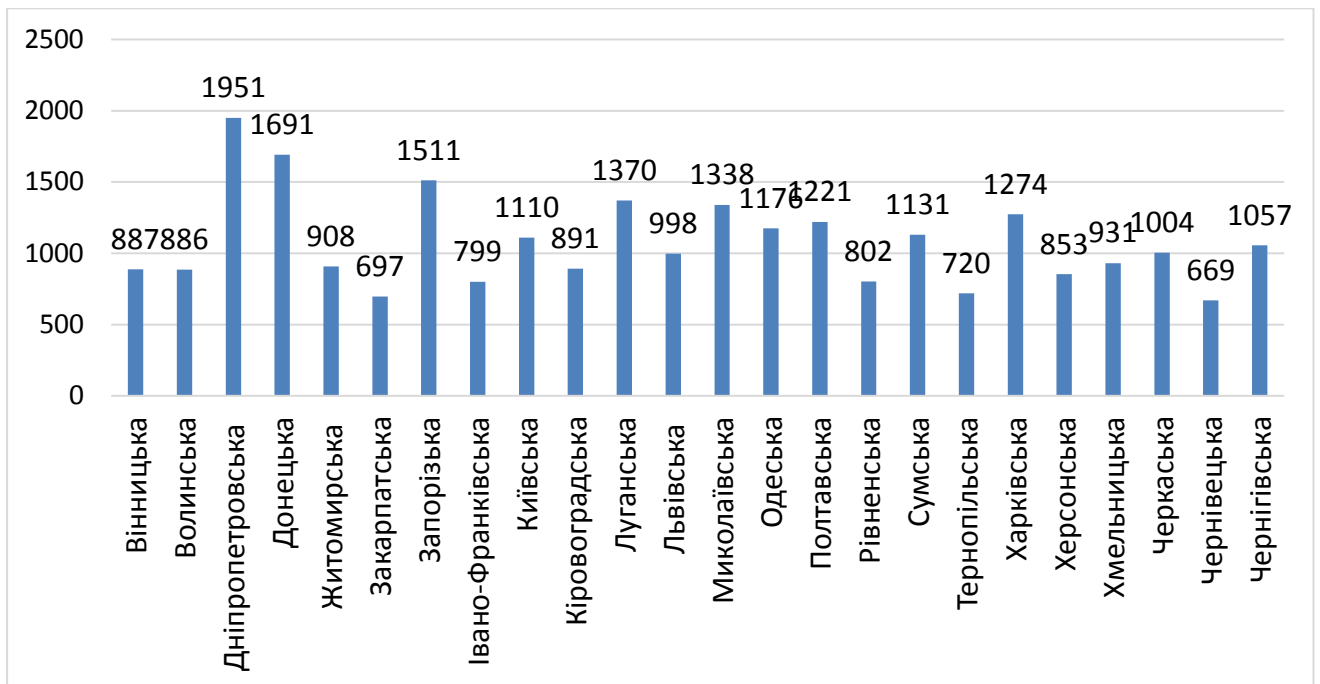


Рисунок 4.1 – Доходи на душу населення у 2000 р. (у порівняльних цінах 1999 р.). Джерело: розроблено авторами на основі [86]

Мінімальне значення у 2000 р. спостерігалось у Чернівецькій області 669 грн. на душу населення, у той час як максимальне значення було зафіксоване на рівні 1951 грн. на душу населення у Дніпропетровській області.

Варто відзначити, що з часом в Україні відбуваються різкі зміни щодо лідерів та відставаючих регіонів. Зокрема у 2006 році спостерігалася зміна обох позицій (рис. 4.2).

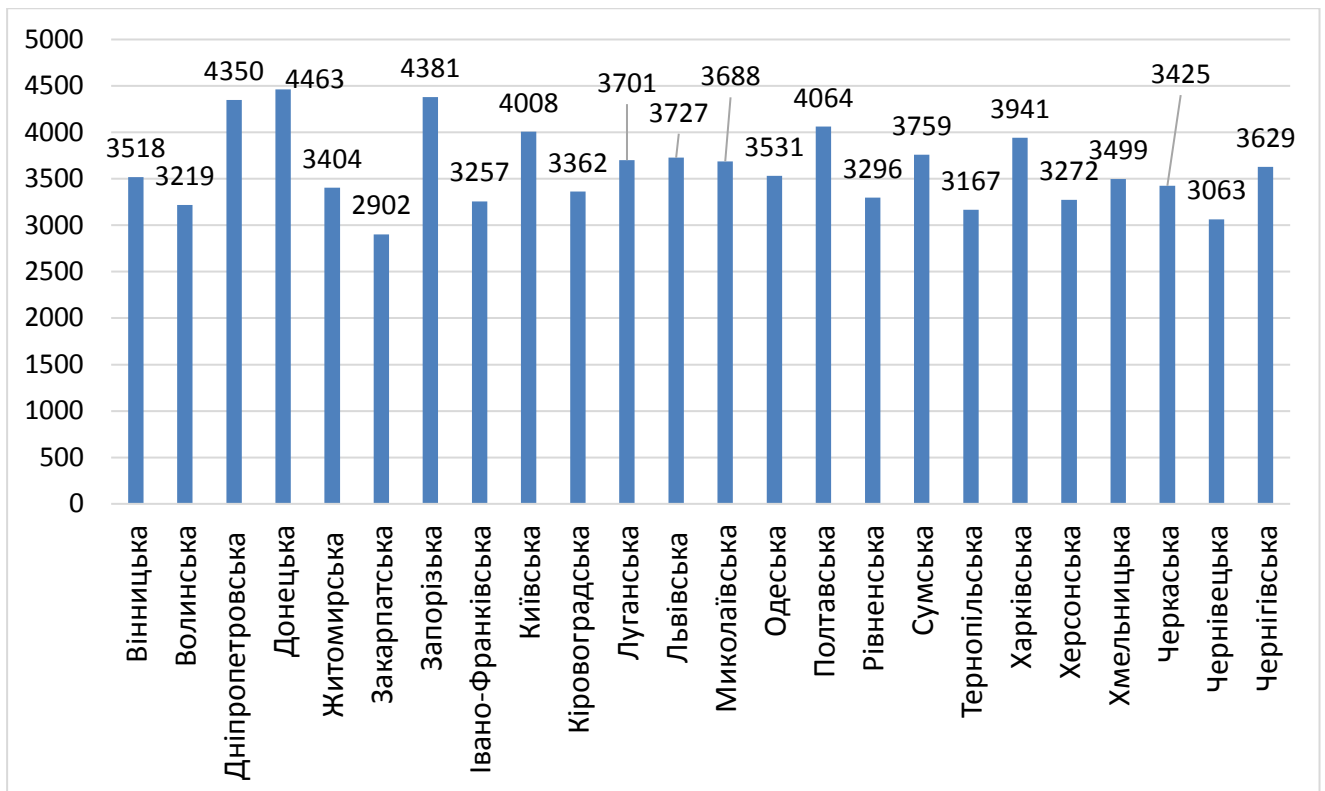


Рисунок 4.2 – Доходи на душу населення у 2006 р. (у порівняльних цінах 1999 р.). Джерело: розроблено авторами на основі [86]

Мінімальне значення у 2006 р. спостерігалось у Закарпатській області 2902 грн. на душу населення, у той час як максимальне значення було зафіксоване на рівні 4463 грн. на душу населення у Донецькій області.

Економічні стани є динамічним явищем і тому у 2019 році можемо спостерігати знову зміну лідера та відставаючого регіону за показниками доходів на душу населення (рис. 4.3).



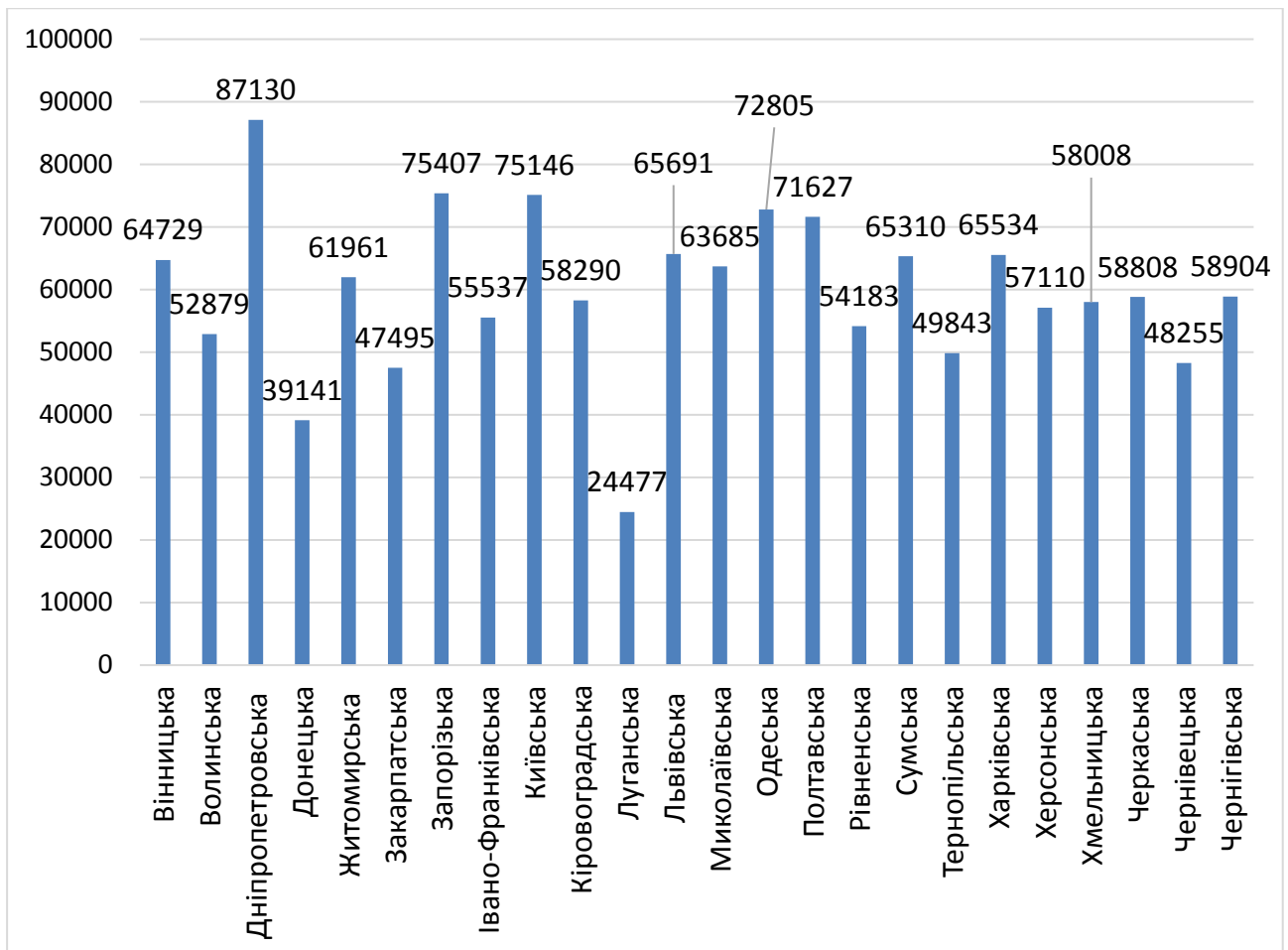


Рисунок 4.3 – Доходи на душу населення у 2019 р. (у поточних цінах).

Джерело: розроблено авторами на основі [86]

Мінімальне значення у 2019 р. спостерігалось у Луганській області 24477 грн. на душу населення, у той час як максимальне значення було зафіксоване на рівні 87130 грн. на душу населення у Дніпропетровській області.

З огляду на екологічні показники, такі як викиди на душу населення, багаті регіони мали у 20 разів вищий рівень забруднення порівняно з менш розвиненими регіонами. Також рівень захворювань, пов'язаних із забрудненням, таких як респіраторні та серцево-судинні, набагато вищі в економічно розвинених регіонах [87].

Економічна дискусія про конвергенцію спочатку виникла з неокласичної теорії зростання [88; 89; 90]. Ранні теоретичні моделі економічного зростання базувалися на сукупних виробничих функціях і таких пояснювальних факторах (драйверах), як кількість і якість людської праці, кількість і якість фізичного

капіталу та технології. Емпіричні моделі зростання ґрунтувалися переважно на доступних даних, таких як реальний дохід на душу населення, заощадження та інвестиції, державні витрати, експорт, робоча сила та її структура за галузями, освітні змінні тощо. Ці оцінки були й залишаються корисними для визначення напрямів економічної політики. Наприклад, якщо в одному регіоні є більш розвинутими технологічні процеси та застосування фізичного капіталу, то дуже імовірно, що така диспропорційність розвитку буде спостерігатися і надалі.

Наприклад, норма заощаджень вважалася критичним параметром розвитку, однак останнім часом література свідчить, що ефективність інвестицій (куди інвестувати, в який регіон тощо) є ще важливішим чинником регіонального розвитку. Даний рівень інвестицій у бідніший регіон зазвичай асоціюється з відносно більшим зростанням доходу на душу населення, ніж інвестиції в багатші регіони.

Концепцію економічної конвергенції за [91] слід розглядати у двох аспектах. По-перше, тенденція до вирівнювання доходів на душу населення та темпів зростання між регіонами. По-друге, тенденція до конвергенції економічного циклу (тобто підйоми та спади економічних циклів в ідеалі повинні мати високу позитивну кореляцію).

Суттєві регіональні відмінності щодо базових соціальних стандартів життя можуть спричинити серйозні економічні, соціальні та екологічні проблеми. Що стосується цифровізації суспільства, то за відповідний індикатор можна використати кількість абонентів Інтернету по регіонах (рис. 4.4).

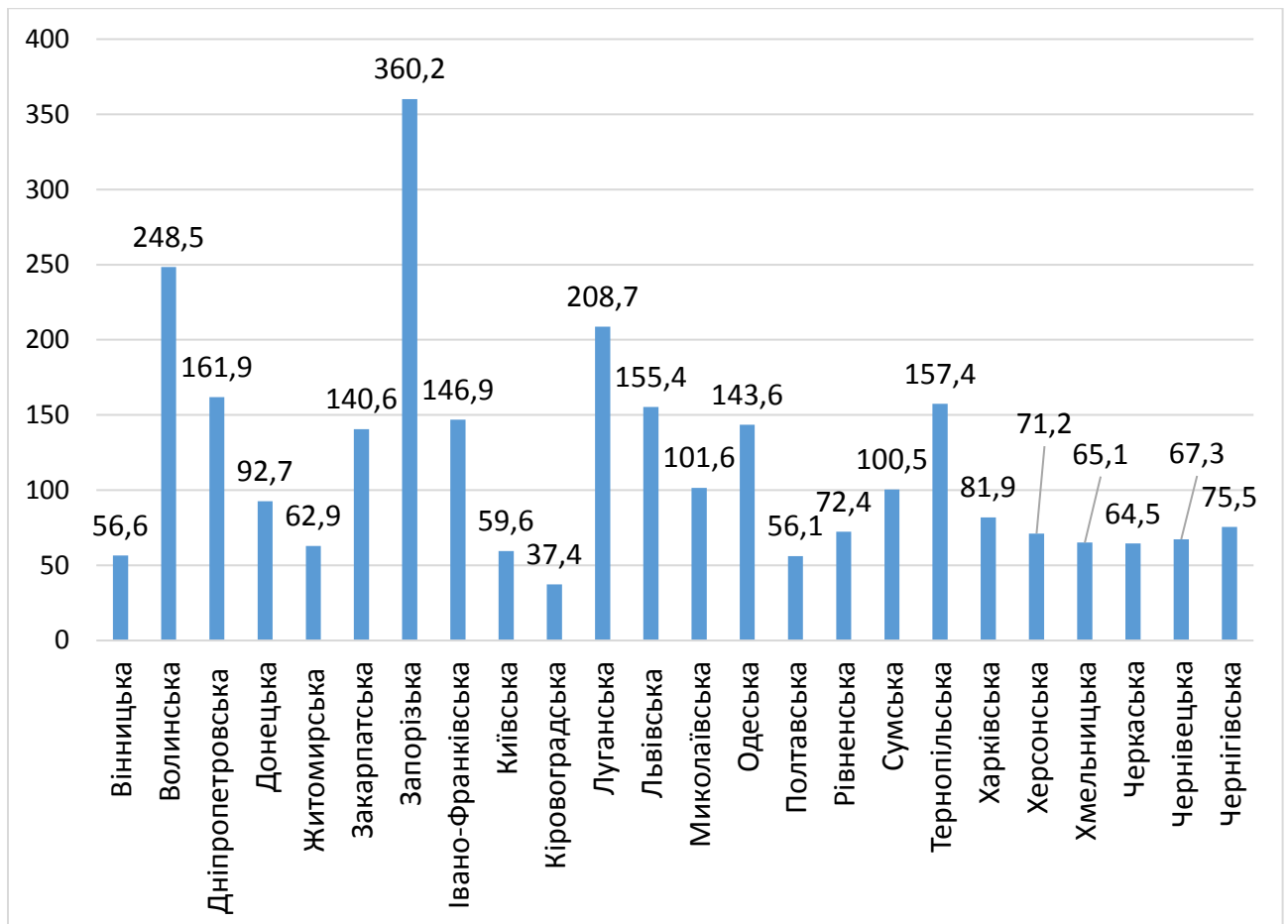


Рисунок 4.4 – Кількість абонентів Інтернету по регіонах на 01.01.2020 р.

Джерело: розроблено авторами на основі [86]

Мінімальне значення у 2020р. спостерігалося у Кіровоградській області 37,4 тис. осіб, у той час як максимальне значення було зафіксоване на рівні 360,2 тис. осіб у Запорізькій області.

Проте порівняння абсолютних значень кількості абонентів Інтернету по регіонах не відображає реальну ситуацію щодо відносних показників і за такими показниками складно відобразити тенденції розвитку цифровізації у Україні. Саме тому, для співставлення даних краще користуватися відносними показниками цифровізації суспільства.

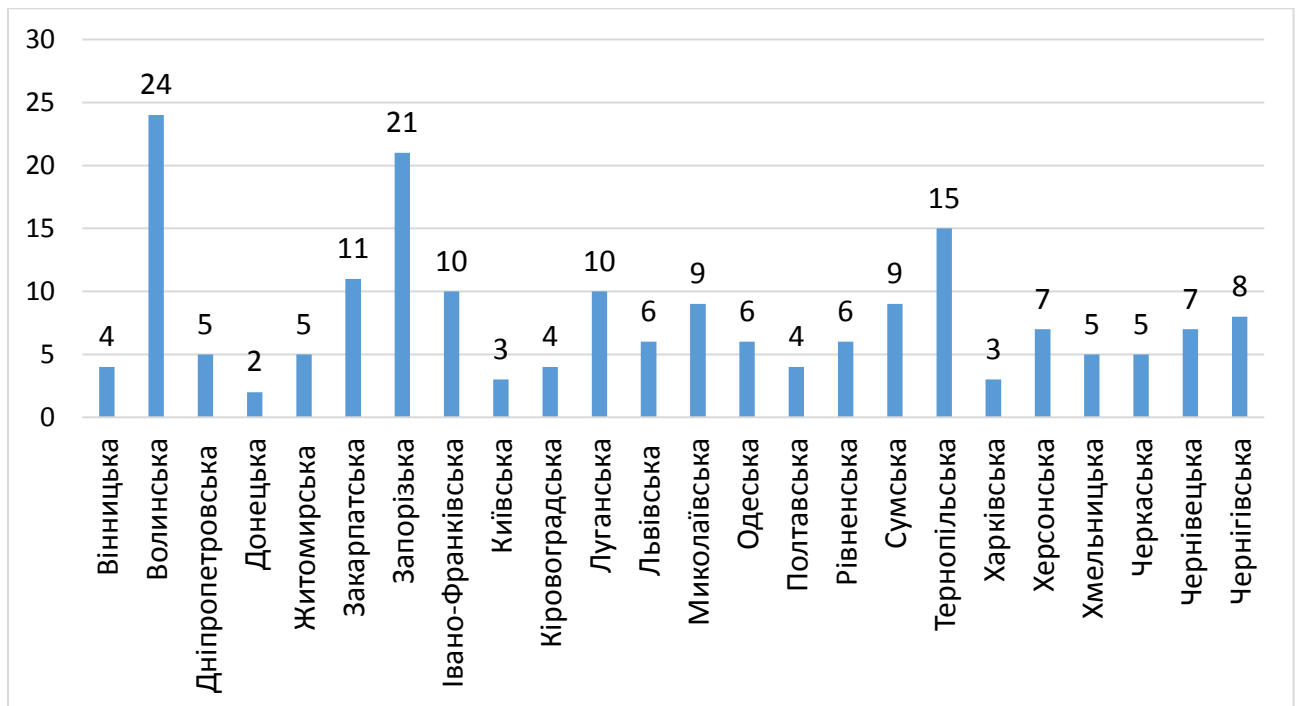


Рисунок 4.5 – Частка населення із доступом Інтернету по регіонах на 01 січня 2020 року. Джерело: розроблено авторами на основі [86]

Мінімальне значення у 2020 р. спостерігалось у Донецькій області 2%, у той час як максимальне значення було зафіксоване на рівні 24% у Волинській області.

В економічній літературі першим з'явився підхід сигма-конвергенції. Сигма-конвергенція бере до уваги стандартні відхилення для окремих економічних показників порівнювальних адміністративно-господарських систем. Абсолютна конвергенція передбачає вирівнювання економічного, соціального, цифрового розвитку в межах порівнювальних адміністративно-господарських систем до єдиного абсолютного рівня.

Умовна бета-конвергенція будується на принципах, що унікального та єдиного стану всіма регіонами досягти не можливо, через відмінності в національних, географічних, ресурсних та капітальних складових. Проте, умовна бета-конвергенція передбачає окремі рівноважні стани для кожного регіону.

Стохастична конвергенція спирається на методику динамічних часових рядів. Відповідно до неокласичної теорії економічного зростання темпи

фізичного накопичення капіталу визначаються заощадженнями населення, нормою амортизації капіталу і темпів зростання населення.

Заощадження у неокласичній теорії економічного зростання часто виступають синонімом інвестицій. Відповідно до роботи [92,с. 29]: накопичення фізичного капіталу на душу населення виражається наступною формулою:

$$\dot{x}k = s * f(k) - (n + \delta) * k \quad (4.4)$$

де  $\dot{x}k$  – збільшення фізичного капіталу на душу населення (тис. грн.);

$f(k)$  – виробництво продукції/робіт/ послуг на одного жителя;

$s$ – норматив зберігання (виражений у відсотках);

$n$ – темпи приросту населення (виражені у відсотках);

$\delta$  – норма амортизації для капіталу(виражені у відсотках).

Тобто  $s * f(k)$ – виступає як інвестиції в фізичний капітал на душу населення,  $(n + \delta) * k$  –амортизація основних фондів,  $\dot{x}k$  – зміна капіталу на душу населення.

Фіксований обсяг фізичного капіталу на душу населення при якому досягається соціально рівноважний стан у споживання без шкоди для довкілля можна розглядати як досягнення Цілей СР, поділивши вираз (4.4) на  $k$  отримаємо

$$\dot{x}k/k = s * f(k)/k - (n + \delta) \quad (4.5)$$

де  $\dot{x}k/k$  – темпи зміни фізичного капіталу на душу населення.

При умові соціально рівноважного стану у споживанні, темпи накопичення фізичного капіталу на душу населення мають зупинитися, і відношення  $\dot{x}k/k$  –

має прямувати нулю. Таким чином у рівноважному стані має виконуватися рівність:

$$s * f(k)/k - (n + \delta), \quad (4.6)$$

Отже теоретичною нормою досягнення соціально рівноважного стану у споживанні, є такий стан виробничих процесів, при яких відсоток заощаджень в розрахунку на одиницю фізичного капіталу має бути рівним сумі норм амортизації фізичного капіталу і темпам зміна населення (при зростанні ставиться плюс). Використовуючи останнє рівняння обсяги капіталу на душу населення, що відповідають соціальному оптимуму.

В економічній думці [92] існує гіпотеза, що з часом всі національні економіки і всі їх адміністративні складові мають зійтися до одного рівноважного (сестейнового) стану за показниками накопичення фізичного капіталу і доходів на душу населення. Згідно із цією гіпотезу варто було б очікувати і порівняльні рівні життя населення, соціальні стандарти, стандарти якості довкілля та ін.

У неокласичній теорії економічного зростання пов'язаній з економічною конвергенцією на макроекономічному рівні [92], в межах однієї національної процес економічного вирівнювання регіонів відбувається за такою формулою:

$$GDP_{it} = e^{-\beta_0 \tau} GDP_{it-1} + (1 - e^{-\beta_1 \tau}) GDP_{it} \quad (4.7)$$

де  $GDP_{it}$  – ВВП на душу населення конкретному регіоні в році  $t$ ;

$e$  – натуральний логарифм;

$\beta_0$  і  $\beta_1$  є параметрами, які підлягають оцінці.

Аналогічний підхід може бути використаним і для оцінки цифрових вирівнювань конвергенції регіонального розвитку:

$$DIG_{it} = e^{-\alpha_0 \gamma} DIG_{it-1} + (1 - e^{-\alpha_1 \gamma}) DIG_{it} \quad (4.8)$$

де  $DIG_{it}$  – індикатори цифровізації у конкретному регіоні в році  $t$ ;

$e$  – натуральний логарифм;

$\alpha_0$  і  $\alpha_1$  є параметрами, які підлягають оцінці.

Для емпіричної оцінки зазначених вище моделей варто провести процес логарифмування функції, щоб отримати відповідне лінеаризоване рівняння. Так, лінеаризованою формою для оцінки економічної конвергенції буде така залежність:

$$\frac{GDP_T}{GDP_0} = \beta_0 + \beta_0 \ln(GDP_0) + \beta_1 \ln(GDP_T) + \varepsilon \quad (4.9)$$

де економічна система розглядається у двох станах початковому для порівняння (0) та фактичному (поточному, T);

$\varepsilon$  – збурення регресії.

Для оцінки конвергенції цифрових трансформацій в межах національної економіки буде використовуватися такий підхід:

$$\frac{DIG_T}{DIG_0} = \alpha_0 + \alpha_0 \ln(DIG_0) + \beta_1 \ln(DIG_T) + \theta, \quad (4.10)$$

де економічна система розглядається у двох станах початковому для порівняння (0) та фактичному (поточному, T);

$\theta$  – збурення регресії.

Зазначені дві моделі підходять для оцінювання на національному рівнях в межах порівнювальних економічних систем і зовсім не підходять для оцінювання на міжнародному рівні через неоднорідність національних

економічних політик та умов господарювання. У цілому можна припустити, що різні національні економічні системи будуть мати властиві їм рівноважні стани економічного, соціального, цифрового та екологічного розвитку.

Для емпіричної оцінки приведених вище залежностей необхідно визначитися із набором показників, котрі будуть відповідати за економічні та цифрові досягнення та зібрати панельні дані для регіональних економічних. У даному дослідженні планується використати дані щодо регіонального ВВП, викидів шкідливих речовин у атмосферне повітря на регіональному рівнях, а також частку населення із доступом Інтернету по регіонах

Зазначимо, що запропоновані науково-методичні підходи конвергенції можуть бути використані з метою забезпечення економічного вирівнювання регіонального розвитку та недопущення суттєвих міжрегіональних економічних розривів на основі збереження різноманіття форм та методів господарювання, у тому числі на основі посилення регіональної спеціалізації.

Вирівнювання екологічного та цифрового потенціалів регіонального розвитку можливе лише за умови створення відповідних економічних стимулів як з боку ринку так і з боку держави, наприклад, державні програми цільового розвитку у пріоритетних секторах національної економіки в економічно слабших регіонах з метою посилення спеціалізації та посилення сильних сторін.



## ВИСНОВКИ

Проведений аналіз проблематики забезпечення сталого розвитку та ресурсної безпеки національної економіки з урахуванням проривних технологій та цифрової трансформації дозволив зробити ряд висновків, а саме:

1. Цифровізація та дематеріалізація процесів виробництва та споживання при належному інституційному забезпеченні є факторами підвищення конкурентоспроможності суб'єктів господарювання, покращення якості надання державних і приватних послуг та нові можливості для суспільства у напрямі сталого розвитку. Згідно із загальносвітовим Індексом мережевої готовності, серед найбільших 134 економік світу у 2020 році Україна посіла 64 місце, що є достатнім результатом, оскільки це потрапляння у другий квартиль із чотирьох. А відповідно до Індексу розвитку Інтернету Україна посідає 46 місце серед 86 країн, які ввійшли до рейтингу.

2. Сформована статистична база аналізу існуючого стану цифрової трансформації в секторах національної економіки дозволила проаналізувати тенденції просування національної економіки у таких секторах як: переробна промисловість, підприємства галузі постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, підприємства будівництва, підприємства галузі оптової та роздрібної торгівлі; ремонту автотранспортних засобів і мотоциклів, підприємства водопостачання, каналізації, поводження з відходами, підприємства транспорту, складського господарства, поштової та кур'єрської діяльності, підприємствах інформації та телекомунікації, підприємства професійної, наукової та технічної діяльності, підприємства сфери адміністративного та допоміжного обслуговування. Переробна промисловість є одним із найголовніших секторів національної економіки, оскільки нею створюється велика частка національного продукту і має один із найбільших потенціалів щодо впровадження у промисловості досягнень «Індустрії 4.0». У результаті аналізу встановлено, що Очевидно, що підприємствам переробної промисловості потрібно здійснювати навчання та набір фахівців у сфері

інформаційно-комунікаційних технологій для того, щоб втілювати цифрову трансформацію галузі. Підприємства, що використовують аналіз «великих даних» отримують велику конкурентну перевагу..

3. При аналізі закордонного досвіду формування цифрової економіки як основи для сестейнового розвитку та відповідних успішних практик в руслі сучасних трендів промислових революцій, зазначено, що у Європейському Союзі формування цифрової економіки відбувається через впровадження відповідних стратегій, зокрема, «Цифровий порядок денний для Європи», де зазначено, що в кожній країні ЄС повинні впроваджуватись інтернет-технології та розвиватись спеціальні програми впровадження та використання цифрових технологій, серед найважливіших програм виділено «Цифрове виробництво», «Відкрите виробництво», «Цифрове перетворення промисловості», «Фабрики Майбутнього», «Розумне виробництво», «Інтернет у промисловості» та «Industry 4.0». Важливими проектами щодо цифрової трансформації національної економіки, є «Цифрова Адженда 2020», «Стратегія розвитку промисловості України» та «Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України», котрі направлені на формування цифрової економіки та забезпечення сестейнового розвитку у довгостроковій перспективі.

4. При формуванні системи показників та критеріїв для оцінювання динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, зазначено, що величина позитивного ефекту від цифрової трансформації визначається швидкістю поширення нових технологій, зокрема стрімка заміна застарілих приладів дає можливість заощаджувати ресурси, нарощувати якість товарів та послуг, зменшувати забруднення довкілля. Серед абсолютних показників оцінювання динаміки цифрової трансформації виділено такі: кількість державних установ, які мають доступ до Інтернету; кількість державних установ, які дають можливість користування інструментами електронної демократії; кількість підприємств, які здійснюють електронну торгівлю; обсяг реалізованої продукції шляхом електронної торгівлі; кількість підприємств, які мають доступ до Інтернету; кількість підприємств, що мають

свій сайт; кількість підприємств, які використовують комп'ютери; кількість підприємств, що проводять аналіз «великих даних»; кількість підприємств, які надають рахунки-фактури в електронному вигляді; кількість підприємств, які використовували широкопasmовий доступ до Інтернету. Серед відносних показників оцінювання динаміки цифрової трансформації виділено такі: частка державних установ, які мають доступ до Інтернету, у загальній кількості установ; частка підприємств, які здійснюють електронну торгівлю; частка підприємств, які здійснюють електронну торгівлю через сайти або вебдодатки, у загальній кількості підприємств; частка обсягу реалізованої продукції шляхом електронної торгівлі; частка підприємств, що проводять аналіз «великих даних»; частка підприємств, що наймають фахівців інформаційно-телекомунікаційних технологій, у загальній кількості підприємств; частка підприємств, що використовують 3-Д друк, у загальній кількості підприємств; частка підприємств, які використовують фіксований доступ до Інтернету; частка підприємств, що мають свій сайт; частка підприємств, що купують послуги хмарних обчислень, у загальній кількості підприємств.

5. При аналізі теоретико-методологічного підґрунтя забезпечення сестейнового розвитку та ресурсної безпеки шляхом урахування ефективності впровадження проривних технологій та цифрової трансформації зазначено, що головними технологіями, що забезпечують цифровізацію різних сфер суспільного життя, є віртуальна та доповнена реальність, адитивні технології, штучний інтелект, блокчейн, Інтернет речей.

6. При оцінюванні ефективності цифрових трансформацій щодо забезпечення сестейнового розвитку за результиуючий показник ефективності використано ВВП у постійних цінах, у той самий час, як факторними ознаками відповідної методики виступили: частка ІКТ в загальній структурі експорту; кількість користувачів Інтернетом серед усього населення; частка високотехнологічного експорту в загальній структурі експорту; частка міського населення; кількість прямих іноземних інвестицій; індекс Джині. Модель кількості викидів CO<sub>2</sub> в метричних тонах побудовано на основі моделі ВВП,

котру розширено показниками частки доданої вартості послуг у ВВП та частки доданої вартості промисловості у ВВП.

7. Під час цифрової трансформації для її оперативного, стратегічного керування та здійснення необхідна методика для оцінювання динаміки цифрової трансформації та ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних та екологічних системах, що дозволить мати необхідну вичерпну інформацію для моніторингу та прийняття рішень. Методика базується на розрахунку 60 динамічних показників.

8. Методичні засади обґрунтування інструментарію забезпечення інноваційного сестейнового розвитку економічних систем побудовано на основі підсистеми інформаційного забезпечення, підсистеми суб'єкт/об'єкт управління, підсистеми синергетичних зв'язків оцінювання впливу цифрової трансформації та поширення проривних технологій на сестейновий розвиток, підсистеми мотивації.

9. Побудована економіко-математична модель просторової оптимізації розвитку регіонів країни на основі поєднання інформаційної дивергенції та економічної і цифрової конвергенції виступила інформаційною базою для вирівнювання екологічного та цифрового потенціалів регіонального розвитку при впровадженні державних програм цільового розвитку у пріоритетних секторах національної економіки в економічно слабших регіонах з метою посилення спеціалізації та посилення сильних сторін.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Семенченко А. Журавльов А. Вимірювальна система розвитку інформаційного суспільства та електронного врядування: інструмент формування й реалізації державної політики і протидії корупції. Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. 2012. Вип. 1. С. 107–120.
2. Коломієць Г. М. Дідорчук І. Л. Рейтинги країн за рівнем ІТ-сфери як індикатори розвитку актуальних форм суспільного багатства. Бизнес Информ. 2015. № 11. С. 8–15.
3. Кононова Е.Ю. Ковпак Э.А. Статистические профили информационного общества: сравнительный анализ е-индексов. Эффективна економіка. 2015. № 5. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4111>
4. Мачуга Р. І. Борух О. С. Сучасний стан ринку інформаційно-комунікаційних технологій України. Східна Європа: економіка, бізнес та управління. 2016. № 3. С. 260–264.
5. The Network Readiness Index. 2021. URL: <https://networkreadinessindex.org>
6. E-Government Development Index. 2020. URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data/Country-Information/id/180-Ukraine/dataYear/2020>
7. E-Participation Index. 2020. URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data/Country-Information/id/180-Ukraine/dataYear/2020>
8. Мінцифри: Україна піднялася на 29 позицій у рейтингу індексу електронної участі ООН. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/mincifri-ukrayina-pidnyalasya-na-29-pozicij-u-rejtingu-indeksu-elektronnoyi-uchasti-oon>
9. The Web Index. URL: <https://thewebindex.org/report>
10. Measuring the Information Society Report 2017. Geneva, Switzerland: International Telecommunication Union. 2017. p. 45.

URL:<https://www.itu.int/en/ITU->

[D/Statistics/Documents/publications/misr2017/MISR2017\\_Volume1.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2017/MISR2017_Volume1.pdf)

11. Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

12. Будівництво. Платформа ефективного регулювання. URL: <https://regulation.gov.ua/dialogue/budivnytstvo>

13. Використання інструментів електронної демократії органами державної влади та місцевого самоврядування. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

14. 18. Жекало Г.І. Цифрова економіка України: проблеми та перспективи розвитку. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2019. Вип. 26(1). С. 56-60.

15. Штець Т. Ф. Світовий досвід впровадження механізмів державного регулювання розвитку сектора цифрової економіки. Вчені записки Університету «КРОК». 2019. № 1(53). С. 84-89.

16. Advanced Technologies for Industry (ATI) project. URL: <https://ati.ec.europa.eu/about/what-is-ati>

17. Digital Economy and Society Index 2017. URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>

18. Ляшенко В. І. Цифрова модернізація економіки України як можливість проривного розвитку: монографія. НАН України, Інститут економіки промисловості. Київ, 2017. 252 с.

19. Корнеєва Ю. В. Роль держави у сприянні інвестиціям у розвиток цифрової економіки. Економіка прогнозування. 2018. № 1. С. 120–134.

20. Мельников О. Ф. Кобзев І. В. О. В. Орлов Зарубіжний досвід створення електронного урядування на прикладі Великобританії. Science and innovation: Collection of scientific articles. Publishing house «BREEZE», Montreal, Canada, 2018. С. 185–191.

21. Гнучка розробка програмного забезпечення. Вікіпедія – Вільна енциклопедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Гнучка\\_розробка\\_програмного\\_забезпечення](https://uk.wikipedia.org/wiki/Гнучка_розробка_програмного_забезпечення)
22. Industrie 4.0. URL: <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Home/home.html>
23. The Industrial Internet Consortium. URL: <https://www.iiconsortium.org/about-us.htm>
24. Seven Steps towards Industry 4.0 for SMEs. URL: <https://www.hkpc.org/en/our-services/iiot/latest-information/7-steps-i40>
25. Europe's One-Stop-Shop for Manufacturing Success. URL: <https://investinholland.com/doing-business-here/business-operations/advanced-manufacturing>
26. Switzerland Innovation. URL: <https://www.switzerland-innovation.com/about-us>
27. Industrial Value Chain Initiative. URL: <https://iv-i.org/wp/en/about-us/whatsivi>
28. Produktion2030. URL: <https://produktion2030.se/en/about-us>
29. High Value Manufacturing Catapult. URL: <https://hvm.catapult.org.uk>
30. Manufacturing Academy of Denmark. URL: <https://en.made.dk/about>
31. Usine du Futur. URL: <https://www.usinefutur.fr>
32. France: Industrie du Futur. URL: [https://ati.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-06/DTM\\_Industrie%20du%20Futur\\_FR%20v1.pdf](https://ati.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-06/DTM_Industrie%20du%20Futur_FR%20v1.pdf)
33. Industria Conectada 4.0. URL: <https://www.industriaconectada40.gob.es/programas-apoyo/Paginas/programas.aspx>
34. La fabbrica del futuro. URL: <https://www.fabbricafuturo.it/il-progetto>
35. Claudio Ramadori. Made in China 2025 – Everything You Need to Know. New Horizons Global Partners. 2021. URL: <https://nhglobalpartners.com/made-in-china-2025>
36. Make in India. URL: <https://www.makeinindia.com/about>

37. The Singapore Manufacturing Consortium. URL: <http://www.singaporemanufacturingconsortium.com/about>
38. The Global Competitiveness Report 2019. The Global World Economic Forum. 2019. 648 p.
40. Poland - Advanced Manufacturing. URL: <https://www.trade.gov/knowledge-product/poland-advanced-manufacturing>
41. The Global Innovation Index 2020. URL: [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_gii\\_2020.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2020.pdf)
42. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations. 2015. URL: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
43. The Global Innovation Index. Cornell University, INSEAD, WIPO. 2020. URL: <https://www.globalinnovationindex.org>
44. Technology Achievement Index. United Nations Statistics Division. 2001. URL: <https://measuring-progress.eu/technology-achievement-index>
45. The European Digital Social Innovation Index. Nesta. 2021. URL: <https://www.nesta.org.uk/feature/european-digital-social-innovation-index>
46. World Bank Group (2016), World Development Report 2016: digital Dividends, World Bank Publications. p. 30, Available at: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/896971468194972881/pdf/102725-PUB-Replacement-PUBLIC.pdf>
47. Hermes. “MEASURING DIGITAGILITY – The enabling digitalization index (EDI): which countries are digital friendly?”. 2018. Digitalization by Economic Research, Allianz.
48. European Commission. Digital Economy and Society Index (DESI) – Fact Sheet. 2018. European Commission, Brussels.
49. Cámara, N. DiGiX 2018: A Multidimensional Index of Digitization. 2018. BBVA Research.
50. Chakravorti, B. and Chaturvedi, R.S. Digital Planet 2017: how Competitiveness and Trust in Digital Economies Vary across the World. 2017. The Fletcher School, Tufts University, Vol. 70, p. 70.



51. Harnessing the Internet for Development. 2016. The World Bank. URL:<https://www.worldbank.org/en/news/feature/2016/01/13/connections-note-31>

52. Digital Economy and Society Index (DESI) – Fact Sheet. 2018. European Commission, Brussels. Available at:[https://digital-agenda-data.eu/charts/desi-composite#chart={%22indicator%22:%22desi\\_sliders%22,%22breakdown%22:{%22desi\\_1\\_conn%22:5,%22desi\\_2\\_hc%22:5,%22desi\\_3\\_ui%22:3,%22desi\\_4\\_idt%22:4,%22desi\\_5\\_dps%22:3},%22unit-measure%22:%22pc\\_desi\\_sliders%22,%22time-period%22:%222018%22}](https://digital-agenda-data.eu/charts/desi-composite#chart={%22indicator%22:%22desi_sliders%22,%22breakdown%22:{%22desi_1_conn%22:5,%22desi_2_hc%22:5,%22desi_3_ui%22:3,%22desi_4_idt%22:4,%22desi_5_dps%22:3},%22unit-measure%22:%22pc_desi_sliders%22,%22time-period%22:%222018%22})

53. “Digital Economy Report 2019. Value creation and capture: implications for developing countries”. 2019. Available at: [https://unctad.org/system/files/official-document/der2019\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/der2019_en.pdf)

54. Digital Planet. The Fletcher School at Tufts University and Mastercard. (2020) Digital Intelligence Index <https://digitalintelligence.fletcher.tufts.edu/trajectory>

55. Treor Tan. Iswaran outlines Singapore's 3-pronged strategy to grow digital economy. 2020. The Straitstimes. Available at: <https://www.straitstimes.com/tech/tech-news/3-pronged-strategy-to-grow-digital-economy-for-a-post-pandemic-future-s-iswaran>

56. Положихина, М.А. Национальные модели цифровой экономики. 2018. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/natsionalnye-modeli-tsifrovoy-ekonomiki/viewer>

57. Пустоваров. А. І. Механізм цифрової трансформації управління розвитком національної економіки. 2021. URL: [http://virtuni.education.zp.ua/info\\_cpu/sites/default/files/Dis\\_Pustovarov.pdf](http://virtuni.education.zp.ua/info_cpu/sites/default/files/Dis_Pustovarov.pdf)

58. Халіна В.Ю., Бугай В.С. Механізм адаптивного розвитку соціально-економічних систем на засадах сестейновості. *Ефективна економіка*. 2019. №5. URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/5\\_2019/69.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/5_2019/69.pdf)

59. Бистряков І.К., Клиновий Д.В. Платформна економіка просторових бізнес-екосистем як інноваційний тренд сталого розвитку. *Наука та наукознавство*. 2019. No 3 (105). С. 3–25

60. Буравльов Є.П. Концептуальні засади безпечної техносфери. *Екологічний вісник*. 2005. №12. С. 74-80
61. Макарова Н.С., Гармідер Л.Д., Михальчук Л.В. Економіка природокористування: навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2007. 403с.
62. Данилишин Б.М., Хвесик М.А., Голян В.А. Економіка природокористування: підручник. К.: «Кондор», 2009. 465с.
63. Качинський А.Б. Екологічна політика й екологічна безпека України. *Екологічний вісник*. 2003. №11-12. С.22-25
64. Демченко Н.В. Актуалізація екологічної складової в системі суспільного відтворення. *Актуальні проблеми економіки*. 2009. №3(93). С.144-149
65. Про охорону навколишнього природного середовища: закон України від 26 червня 1991 зі змінами та доповненнями. № 41. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
66. Фатхутдинов Р.А. Управление конкурентоспособностью организации: учебник. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Маркет ДС, 2008. 432с.
67. Пугачова О.Г. Теорія катастроф і біфуркацій: синергетика в економіці. URL: <http://iee.org.ua/ua/pub/p78>
68. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М., 1986. С. 54.
69. Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: наука о взаимодействии / пер. с нем. А. Р. Логунова. М.: Ижевск, 2003. 320 с.
70. Крюкова І.О. Суспільно-економічні аспекти синергетики. *Економічний часопис – XXI*. 2010. № 5-6. С.53–57.
71. Портер М. Конкурентное преимущество: как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость / пер. с англ. Е. Калинина. 3-е изд.. М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. 715с.
72. 9 проривних технологій, які змінять розвиток людства. *Економічна правда*: веб-сайт. URL: <https://www.epravda.com.ua/rus/publications/2021/03/22/672155/>

73. Цілі сталого розвитку ООН: доповідь. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>

74. Офіційний сайт Світового банку. URL: <https://www.worldbank.org/en/home>

75. How COVID-19 has pushed companies over the technology tipping point—and transformed business forever: a report. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/how-covid-19-has-pushed-companies-over-the-technology-tipping-point-and-transformed-business-forever>

76. Elding C., MorrisR. Digitalisation and its impact on the economy: insights from a survey of large companies. *ECB Economic Bulletin*. 2018. Vol. 7, No. 2, P. 132-135.

77. Bhutani S., Paliwal, Y. Digitalization: a step towards sustainable development. *OIDA International Journal of Sustainable Development*. 2015. Vol. 8, No.12. P. 11-24.

78. Jovanović, M., Dlačić, J., & Okanović, M. Digitalization and society's sustainable development—Measures and implications. *Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci: časopis za ekonomsku teoriju i praksu*. 2018. Vol. 36, No. 2. P. 905-928.

79. Davydova O., Kashchena N., Stavarska T., Chmil H. Sustainable development of enterprises with digitalization of the economic management. *International Journal of Advanced Science and Technology*. 2020. Vol. 29, No. 8. P. 2370–2378.

80. Світовий банк: база даних. URL: <https://data.worldbank.org/>

81. Офіційний сайт індексу DESI. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>

82. Zhang W, Zhao S, Wan X, Yao Y. Study on the effect of digital economy on high-quality economic development in China. *Public Library of Science*. 2021. Vol. 16, No.9. P. 257-262.

83. OECD. A measurement roadmap for the future. Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future. 2019. Vol.1, No.3, P.1-14.
84. GeSI. SMARTer 2030. ICT Solutions for 21st Century Challenges: звіт. URL: <http://smarter2030.gesi.org/>
85. Gebler M., Uiterkamp A., Visser C. A global sustainability perspective on 3D printing technologies. EnergyPolicy. 2014. Vol.74, No. 3, P. 158-167.
86. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
87. Melnyk Leonid G., Oleksandr V. Kubatko, and Oleksandra V. Kubatko. Were Ukrainian regions too different to start interregional confrontation: economic, social and ecological convergence aspects? Economic Research-Ekonomska Istraživanja Vol. 29, Iss. 1,2016 – PP. 573-582. <http://dx.doi.org/10.1080/1331677X.2016.1174387>
88. Baumol, W. (1988). Productivity Growth, Convergence and Welfare: What the Long Run Data Show. American Economic Review, 76, 1072–1085.
89. Barro, R.J., & Sala-i-Martin, X. (1991). Convergence across states and regions. Brookings Papers on Economic Activity, 107–182.
90. Mankiw, N., Romer, D. & Weil, D. (1992). A Contribution to the Empirics of Growth. Quarterly Journal of Economics, 107, 407–437.
91. Matkowski, Z., Prochanik, M. (2004). Real Economic convergence in the EU accession countries. International Journal of Applied Econometrics and Quantitative Studies, 1, 5–38.
92. Barro, R.J. and Sala-i-Martin, X.I. (2003) Economic Growth. 2nd Edition, The MIT Press, MA.