

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

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ПЕРЕХОДУ ДО СЕСТЕЙНОВОЇ МОДЕЛІ
ЕКОНОМІКИ В РУСЛІ INDUSTRIES 3.0; 4.0; 5.0
(проміжний)

Керівник НДР
д-р екон. наук, професор

О. В. Кубатко

2022

Рукопис закінчений 23 грудня 2022 р.

Результати роботи розглянуті науковою радою СумДУ, протокол від __.12.2022 р. №

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР, г.н.с.,д.е.н., професор	_____	О. В. Кубатко (розділи 1.2, 2.1, 2.3, 3.1, 4.1, 4.3, вступ, висновки)
	(23.12.2022)	
Провідний науковий співробітник, відповідальний виконавець	_____	Б. Л. Ковальов (розділи 2.2, 3.3, 4.2, 4.4)
	(23.12.2022)	
Старший науковий співробітник	_____	В. І. Вороненко (розділ 2.2)
	(23.12.2022)	
Молодший науковий співробітник	_____	С. М. Литвиненко (розділ 1.1)
	(23.12.2022)	
Молодший науковий співробітник	_____	Т. В. Бондар (розділ 3.2)
	(23.12.2022)	
Лаборант, студент	_____	В. С. Півень (розділи 2.1, 2.3, 4.1, 4.2)
	(23.12.2022)	
Виконавець за договором ЦПХ, аспірант	_____	Ю. В. Химченко (розділ 4.1)
	(23.12.2022)	
Виконавець за договором ЦПХ, студент	_____	А. Г. Яременко (розділ 4.3)
	(23.12.2022)	
Виконавець за договором ЦПХ, студент	_____	Є. С. Степаненко (розділ 4.4)
	(23.12.2022)	
Виконавець за договором ЦПХ, студент	_____	І. О. Пономаренко (розділ 3.1)
	(23.12.2022)	
Виконавець за договором ЦПХ, студент	_____	В. А. Тарасов (розділ 3.1)
	(23.12.2022)	

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 150 с., 34 табл., 23 рис., 120 джерел.

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.

Отримано дані апробації методики оцінювання ефективності цифрових трансформацій щодо забезпечення сестейнового (сталого) розвитку. Зокрема, отримано дані щодо результатів впливу цифрових і нецифрових чинників на показники економічного, соціального та екологічного розвитку для країн ОЕСР в 2004-2018 рр. Сформовано систему розрахункових алгоритмів, методів та моделей для обґрунтування управлінських рішень щодо цифрової трансформації секторів національної економіки та рекомендацій щодо їх реалізації у просторі та часі, яка містить алгоритм прийняття управлінського рішення і механізм реалізації управлінських рішень щодо цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем. Сформовано базу даних результатів оцінювання ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних системах на основі розрахованих значень по 6-х групам динамічних показників у 2017-2022 рр. Розроблено прикладні методичні підходи щодо оцінювання узгодженості протікання процесів між елементами структур в еколого-економічних рядах на різних рівнях соціо-економічних систем, у яких, на відміну від існуючих, враховано трендову та циклічну складові динаміки, з метою виявлення провідних та наслідуючих підсистем національної економіки.

Розроблено інструментарій забезпечення інноваційного сестейнового розвитку економічних систем на основі урахування економічних, технологічних, екологічних та соціальних флуктуацій, який містить стратегію мінімізації впливу основних факторів уразливості соціально-економічних систем.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ПЕРЕДУМОВИ ПЕРЕХОДУ ДО СЕСТЕЙНОВОЇ МОДЕЛІ ЕКОНОМІКИ З УРАХУВАННЯМ ЕКОНОМІЧНИХ, ТЕХНОЛОГІЧНИХ, ЕКОЛОГІЧНИХ ТА СОЦІАЛЬНИХ ФЛУКТУАЦІЙ	9
1.1 Забезпечення сталого розвитку в умовах економічних, технологічних, екологічних та соціальних флуктуацій	9
1.2 Прикладні методичні підходи щодо оцінювання узгодженості протікання процесів, фаз між елементами структур в рядах еколого- економічної динаміки на різних рівнях соціо-економічних систем.....	23
2 ПІЛОТУВАННЯ МЕТОДИК ОЦІНЮВАННЯ: ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИФРОВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЕСТЕЙНОВОГО (СТАЛОГО) РОЗВИТКУ ТА ЕФЕКТІВ ПОШИРЕННЯ ПРОРИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ	33
2.1 Апробація методики оцінювання ефективності цифрових трансформацій щодо забезпечення сестейнового (сталого) розвитку	33
2.2 Апробація методики оцінювання ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних системах	39
2.3 Апробація методики оцінювання впливу цифрових трансформацій на економічні та екологічні показники	56
3 ОБҐРУНТУВАННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ, ІНСТРУМЕНТІВ ЩОДО ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО СЕСТЕЙНОВОГО РОЗВИТКУ	64
3.1 Інструментарій забезпечення інноваційного сестейнового розвитку економічних систем на основі урахування економічних, техноогічних, екологічних та соціальних флуктуацій	64

3.2 Система розрахункових алгоритмів, методів та моделей для обґрунтування управлінських рішень щодо цифрової трансформації секторів національної економіки та рекомендацій щодо їх реалізації у просторі та часі.....	74
3.3. Обґрунтування використання дронів у агропромисловому комплексі ..	91
4 ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТА СЕСТЕЙНОВОГО РОЗВИТКУ	99
4.1 Вплив цифровізації на аналітичну базу підприємства при переході до Industry 4.0	99
4.2 Смарт-контракти в банкінгу для цифровізації економіки України	107
4.3 Іноземні інвестиції, цифрові технології та еколого-економічний розвиток	113
4.4 Задоволеність життям і цифрова трансформація суспільства: кейси з європейських економік	122
ВИСНОВКИ	135
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	138

ВСТУП

Трансформація сучасних соціально-економічних систем спричинена локальними на глобальними загрозами збільшує значення цифрових технологій у досягненні стійкого розвитку та забезпеченні економічної безпеки.

Оцінка впливу цифрових чинників та проривних технологій на показники економічного, соціального та екологічного розвитку вимагає більш глибокого вивчення та уваги. Обґрунтування впровадження проривних технологій в руслі Industries 3.0; 4.0; 5.0 є фактором забезпечення прогресивного соціального розвитку, ресурсної безпеки та конкурентоздатності національної економіки

Цифрові трансформації в Україні та впровадження проривних технологій – ключові зміни, покликані забезпечити позитивні економічні зрушення в умовах військового стану в Україні та пандемії COVID-19. Для забезпечення соціально-економічної безпеки в умовах війни актуалізуються питання згуртованості та резистивності суспільства, що досягається завдяки впровадженню здобутків цифрових досягнень. Нині національна економічна система знаходиться у стані постійних зовнішніх шоків та загроз, саме тому дослідження передумов переходу до сестейнової моделі економіки з урахуванням економічних, технологічних, екологічних та соціальних флуктуацій має на меті покращити резистивність соціально-економічних систем. Проте виявлення і оцінювання впливу проривних технологій не є достатньою задачею дослідження, обов'язковим елементом стійкості має виступити обґрунтування управлінських рішень, інструментів щодо цифрової трансформації соціально-економічних систем для забезпечення інноваційного сестейнового розвитку.

Цифрові технології спричинені впровадженням Industries 3.0; 4.0; 5.0 проникають в усі сфери суспільної діяльності, зокрема у даному звіті проаналізовано вплив цифрових трансформацій на банківську сферу, сільське господарство, підприємницьку діяльність. Головним очікуваним результатом впровадження цифрових трансформацій є зростання продуктивності праці та підвищення соціально-економічної безпеки національної економіки.

Метою другого етапу дослідження є прикладні аспекти переходу до сестейнової моделі економіки в руслі Industries 3.0; 4.0; 5.0.

Для досягнення цілі етапу було поставлено такі завдання:

- пілотування проєктних методик на реальних емпіричних даних, зокрема, методики: оцінки ефективності цифрових трансформацій щодо забезпечення сестейнового (сталого) розвитку; оцінки ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних системах;

- розроблення системи розрахункових алгоритмів, методів та моделей для обґрунтування управлінських рішень щодо цифрової трансформації секторів національної економіки та рекомендацій щодо їх реалізації у просторі та часі;

- розроблення прикладних методичних підходів щодо оцінки узгодженості протікання процесів, фаз між елементами структур в рядах еколого-економічної динаміки на різних рівнях соціо-економічних систем;

- обґрунтування інструментарію забезпечення інноваційного сестейнового розвитку економічних систем на основі урахування економічних, технологічних, екологічних та соціальних флуктуацій.

На наступному етапі дослідження планується моніторинг ефективності розробленої концепції та інструментарію обґрунтування забезпечення сестейнового розвитку та ресурсної безпеки національної економіки.

1 ПЕРЕДУМОВИ ПЕРЕХОДУ ДО СЕСТЕЙНОВОЇ МОДЕЛІ ЕКОНОМІКИ З УРАХУВАННЯМ ЕКОНОМІЧНИХ, ТЕХНОЛОГІЧНИХ, ЕКОЛОГІЧНИХ ТА СОЦІАЛЬНИХ ФЛУКТУАЦІЙ

1.1 Забезпечення сталого розвитку в умовах економічних, технологічних, екологічних та соціальних флуктуацій

Сталий розвиток є концепцією, що активно обговорюється науковою спільнотою, міжнародними організаціями вже не один десяток років, на його засадах будуються національні програми розвитку, бізнес-моделі. Ідеї сталого розвитку впроваджуються у всіх сферах життєдіяльності та галузях економічної діяльності. На сучасному етапі сталий розвиток відбувається в умовах економічних, технологічних, екологічних та соціальних флуктуацій. Глобальний розвиток відбувається в умовах нестабільності, в умовах так званого VUCA-світу (Volatile, Uncertain, Complex and Ambiguous – нестабільний, невизначений, складний і неоднозначний).

Екстремальні погодні явища (урагани, цунамі тощо), епідемії/пандемії, воєнні конфлікти – явища, з якими стикається людство сьогодні і які безперечно мають вплив на економічний розвиток в цілому та сталий економічний розвиток зокрема.

До позитивних явищ, що можуть бути причинами економічних флуктуацій, можна віднести інноваційний розвиток, зокрема зміни, що відбуваються у світлі Четвертої промислової революції (хоча існують і зворотні негативні ефекти). Досить показовою є енергетична сфера, її розвиток та зміни, що відбувається в енергетичній галузі, яскраво ілюструють ефекти проривних технологій, спостерігаються пікові сплески зростання альтернативної енергетики (наприклад сонячна енергетика та біоенергетика). Зростання темпів видобування та використання викопних видів палива (вугілля, а згодом нафти та природного газу) відбувалося на тлі промислових революцій. Надалі в умовах енергетичних потреб, що постійно

зростають, набуло розвитку використання відновлюваних джерел енергії. Такі зміни відбулися у світлі Третьої промислової революції.

Основами Третьої енергетичної революції в аспекті енергетики називають такі:

- відновлювану енергетику;
- будівлі, які самостійно генерують енергію (наприклад використання окремих частин будівель для встановлення генераторів для одержання ВДЕ);
- гідрогенні та інші технології для зберігання енергії;
- розумні енергетичні мережі;
- електричні та гібридні транспортні засоби [1].

Серед основних аспектів Четвертої промислової революції найвагомішими є злиття технологій і стирання меж між фізичними, цифровими та біологічними сферами [2]. Розвивається масове впровадження кіберфізичних виробничих систем для задоволення потреб людини в штучному інтелекті. Окрім кіберфізичних систем у світлі Індустрії 4.0 можна говорити про Інтернет речей. Інтернет речей – це концепція керованої інформацією мережі фізичних об'єктів («речей»), оснащених технологіями, які взаємодіють один з одним або з зовнішнім середовищем. Інтернет речей дозволяє відновлювати економічні й соціальні системи і сприяє індивідуальному розвитку та досягненню цілей сталого розвитку [3]. Інтернет речей тісно пов'язаний зі стійким розвитком, оскільки він може підвищити ефективність соціальних систем, дематеріалізувати промисловий метаболізм і зменшити вплив на навколишнє середовище. По-друге, він створює умови для реалізації економіки замкнутого циклу. По-третє, проривні технології, що забезпечують ІР (альтернативна енергія, адитивні технології, штучний інтелект, хмарні технології тощо), є невід'ємними стійкими явищами. Вони сприяють вирішенню економічних, екологічних та соціальних проблем. Зазвичай, проривні технології реалізуються не як окремі інновації, а в рамках широкого фронту (кластера)

з іншими проривними технологіями [3]. Технології Індустрії 4.0 включають в себе (але не обмежуються ними) адитивні технології, штучний інтелект, Big Data, блокчейн, хмарні технології, Інтернет речей. Ці технології Індустрії 4.0 можуть потенційно забезпечити величезний інноваційний розвиток та зростання конкурентоспроможності, а також покращити стійкість економічних систем. Запровадження технологій Індустрії 4.0 у компаніях і галузях має досягати більших масштабів. Традиційна система виробництва створює екологічний дисбаланс. Вона має високий рівень споживання ресурсів, впливає на глобальне потепління, стан навколишнього середовища та має ще ряд інших негативних впливів. Ми також стикаємося з різними соціальними проблемами та викликами, включаючи бідність, нерівність, мир і справедливість. Четверта індустриальна революція потенційно може вирішити багато екологічних і соціальних проблем. Завдяки цим технологіям можна скоротити час налагодження економічних процесів, виконання робіт, скоротити кількість матеріалів, підвищити продуктивність. З екологічної точки зору технології Індустрії 4.0 можуть зменшити споживання енергії та ресурсів за допомогою аналізу процесів виробництва та ланцюгів постачання. Вони можуть призвести до скорочення відходів або викидів CO₂, використовуючи аналіз даних вуглецевого сліду. Також технології Індустрії 4.0 тісно пов'язані з циркуляційною економікою. Засоби виробництва можна розібрати на їхні складові елементи для повторного використання, переробки або повторного виробництва. Щодо зворотних негативних ефектів можна віднести та викликів для суспільства, що виникають із впровадженням перерахованих технологій, можна виділити скорочення зайнятості, питання безпеки інформації, складність розрахунків, високі технологічні вимоги та ін.

Дослідженням впливів та взаємозв'язків проривних технологій та сталого розвитку займається низка вчених, цей напрямок продовжує

набирати актуальність, про що зокрема свідчить публікаційна активність у виданнях, що індексуються базою даних Scopus (рис. 1.1).

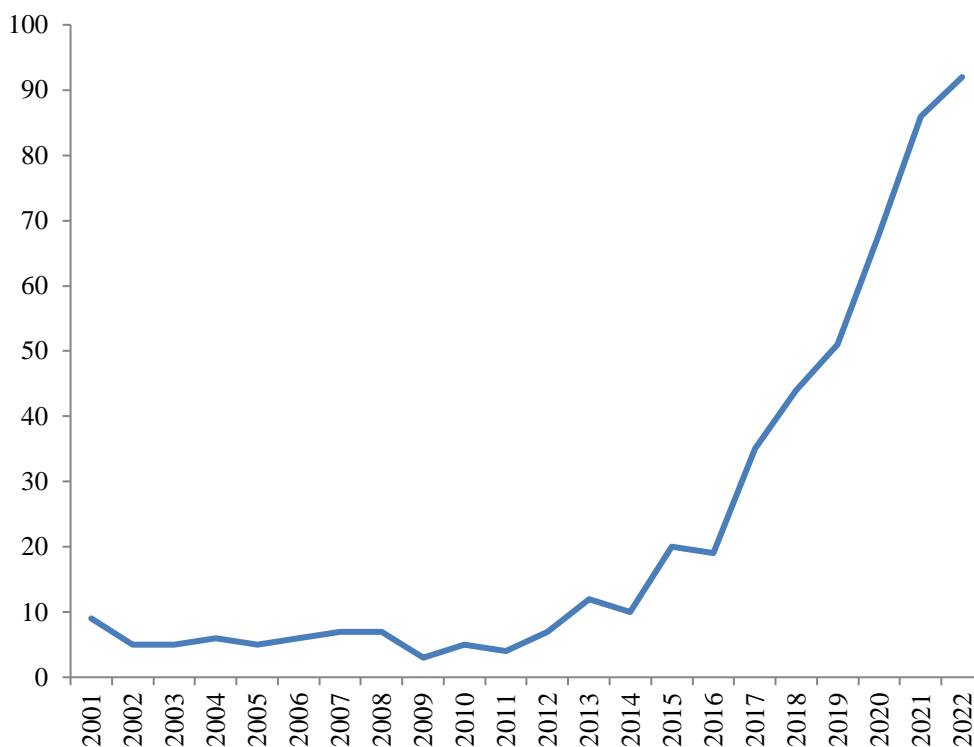


Рисунок 1.1 – Динаміка чисельності публікацій (що містять ключові слова «проривні технології» та «сталий розвиток») у виданнях, що індексуються у БД Scopus. Джерело: побудовано авторами

У табл. 1.1 проаналізовано найбільш популярні публікації з даного напрямку.

Таблиця 1.1 – Топ-10 публікацій за ключовими словами «проривні технології» та «сталий розвиток»

№ з/п	Автор	Назва	Рік публікації	Кількість цитувань
1	Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., Shen, L.	Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management	2019	1051
2	Phaal, R.	Technology roadmapping - A planning framework for evolution and revolution	2004	776
3	Mellor, S., Hao, L., Zhang, D.	Additive manufacturing: A framework for implementation	2014	492
4	Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., Sarkis, J.	Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective	2020	270
5	Alstone, P., Gershenson, D., Kammen, D.M.	Decentralized energy systems for clean electricity access	2015	240
6	Verbruggen, A., Fishedick, M., Moomaw, W., Nyboer,	Renewable energy costs, potentials, barriers: Conceptual issues	2010	178
7	Hannan, M.A., Faisal, M., Ker, P.J., Mahlia, T.M.I., Blaabjerg, F.	A review of internet of energy based building energy management systems: Issues and recommendations	2018	146
8	Bibri, S.E.	A foundational framework for smart sustainable city development: Theoretical, disciplinary, and discursive dimensions	2018	135
9	Rowan, N.J., Galanakis, C.M.	Unlocking challenges and opportunities presented by COVID-19 pandemic for cross-cutting disruption in agri-food and green deal innovations: Quo Vadis?	2020	127
10	Linkov, I., Trump, B.D., Poinatte-Jones, K., Florin, M.-V.	Governance strategies for a sustainable digital world	2018	73

Джерело: побудовано авторами

У роботі [4] досліджується технологія блокчейн, яка забезпечує прозорість, безпеку та можливості відстеження ланцюгів поставок, цю технологію вважають перспективною для полегшення деяких глобальних

проблем управління ланцюгами поставок. У цій статті критично розглядається технологія блокчейн і смарт-контрактів та потенціал їх застосуванням для управлінських процесів.

Працю [5] присвячено технологічному плануванню – гнучкому методу, що широко використовується в промисловості для підтримки стратегічного та довгострокового планування. Цей підхід забезпечує структуровані засоби для вивчення та передачі зв'язків між ринками, продуктами та технологіями, що розвиваються. Передбачається, що технологія дорожніх карт може допомогти компаніям вижити в турбулентному середовищі, надаючи фокус для сканування середовища та засоби відстеження продуктивності окремих, у тому числі проривних технологій.

С. Меллор та ін. присвятили свою роботу адитивним технологіям [6]. Адитивний метод (АМ) – це метод виробництва, який передбачає з'єднання матеріалів (шар за шаром) для створення об'єктів із даних 3D-моделі. АМ складається з різних технологій для обробки різноманітних матеріалів, і протягом багатьох років його домінуючим застосуванням було виготовлення прототипів. Однак нещодавне зростання кількості застосувань для прямого виробництва деталей, або швидкого виробництва, призвело до великої кількості дослідницьких зусиль, зосереджених на розробці нових процесів і матеріалів. АМ належить до проривних технологій для виробництва високоцінних продуктів і створення нових можливостей для бізнесу.

С. Бай та ін. [7] описують можливості «Індустрії 4.0», яка почалася з появою революційних інформаційних технологій, які забезпечують більший рівень ефективності виробництва. Ці технології мають потенціал значного впливу на соціальний та екологічний сталий розвиток. У цьому дослідженні досліджено технології Індустрії 4.0 з точки зору застосування та наслідків для сталого розвитку. У підсумку сформовано рекомендації скористатися перевагами впровадження технологій Industry 4.0 для покращення впливу

на сталість, але кожен технологію потрібно ретельно оцінити, оскільки конкретна технологія по-різному впливатиме на галузь і параметри сталості. Інвестиції в такі технології повинні враховувати відповідні пріоритетні напрямки.

Енергетичним проблемам присвячено роботу [8]. Автори зазначають, що потрібні інноваційні підходи, щоб задовольнити потреби 1,3 мільярда людей, яким не вистачає електроенергії, з одночасним переходом до декарбонізованої енергетичної системи. Приділяючи особливу увагу енергетичним потребам незабезпечених, автори представляють аналітичну та концептуальну структуру, яка пояснює неоднорідний континуум централізованої електроенергії в мережі, автономних міні- або громадських мереж і розподілених індивідуальних енергетичних послуг. На сьогодні швидко поширюються децентралізовані енергетичні мережі, засновані на недефективних кінцевих приладах і недорогих фотоелектричних установках. Ця еволюція підтримується критично важливими та широко доступними інформаційними технологіями, зокрема мобільними телефонами та віртуальними фінансовими послугами. Ці революційні технологічні системи можуть швидко розширити доступ до базових послуг електроенергії та безпосередньо вплинути на цілі сталого розвитку щодо якості життя, водночас спонукаючи до дій щодо низьковуглецевих інклюзивних енергетичних систем, що підтримують Землю.

Вербрюгген з колективом авторів [9] дослідили відновлювані джерела енергії у якості основного варіанту постачання енергії в економіках з низьким рівнем вуглецю. Проривні технології в усіх енергетичних системах необхідні для використання широко доступних відновлюваних джерел енергії. Організація енергетичного переходу від нестабільної до відновлюваної енергії часто описується як головний виклик першої половини 21 століття. Технологічні інновації, економіка (витрати та ціни) та політика мають бути узгоджені, щоб досягти повного потенціалу

відновлюваної енергії, а бар'єри, що перешкоджають цьому зростанню, мають бути усунені.

У роботі [10] досліджено систему енергоменеджменту будівель – це складний метод, який використовується для моніторингу та контролю енергетичних потреб будівель. Стаття базується на дослідженнях низки будівель із майже нульовим енергоспоживанням для оптимізації енергоспоживання за допомогою ефективних та стійких способів.

Дослідження [11] присвячене темі розумного сталого розвитку міста, належить до широкої галузі досліджень переходу до сталого розвитку та науки про сталість, де інформаційні технології розглядаються як важливий фактор, враховуючи його трансформаційний, проривний та синергетичний вплив. Мета дослідження у аналізі того, як просувати та підтримувати внесок сталих міських форм у досягнення цілей сталого розвитку за підтримки інформаційних та проривних технологій.

Н. Дж. Рован та ін. [12] у своєму дослідженні розглядають виклики, можливості та потенційні рішення для епохи пост-COVID-19, яка зосереджується на інтенсивній підтримці ланцюжка постачання сільськогосподарської продукції разом із задоволенням високого попиту на зелені інновації. Майбутнє за створенням нових інноваційних центрів сталого розвитку з кількома учасниками, які підтримуватимуть, об'єднуюватимуть і дозволятимуть підприємствам відновлюватися та виходити з пандемії COVID-19.

У той час як зростання цифрової економіки може підвищити продуктивність і принести користь місцевій і глобальній економіці, цифровізація також створює потенційні проблеми сталого розвитку, пов'язані з соціальною сферою (вигодами або витратами, спричиненими проривними цифровими технологіями для соціальних мереж і способу життя, включаючи загрози для сталості економіки) та екологічним добробутом (управління природними ресурсами та турбота про майбутні покоління) завдяки автоматизації надання послуг. Були висунуті різні точки

зору щодо того, як можна керувати процесом цифровізації для задоволення потреб розвитку сьогодення без шкоди для потреб майбутніх поколінь. У статті також розглянуто три стратегії управління, які країни можуть використовувати в поєднанні з адаптивним управлінням для реагування на загрози сталості цифровізації. Таким чином, технології Індустрії 4.0 мають потенційну користь для всіх Цілей сталого розвитку (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Потенційні впливи Індустрії 4.0 на Цілі сталого розвитку

Ціль сталого розвитку	Потенційний вплив Індустрії 4.0 на Цілі сталого розвитку
Подолання бідності	Технології Індустрії 4.0 можуть забезпечити доступ до інформації, освіти, охорони здоров'я та надати більші економічні можливості, щоб забезпечити базові потреби для бідних людей. Технології Індустрії 4.0 також можуть полегшити неочікувані економічні втрати від катастроф
Подолання голоду, розвиток сільського господарства	Технології Індустрії 4.0 можуть сприяти розвитку стійкого сільського господарства, допомогти в досягненні продовольчої безпеки та покращенні харчування
Міцне здоров'я і благополуччя	Технології Індустрії 4.0 дозволяють провести процеси цифровізації охорони здоров'я, це сприяє покращенню здоров'я, здорового способу життя, стимулює до проведення профілактичних заходів та надання сучасних, ефективних медичних послуг для всіх.
Якісна освіта	Технології Індустрії 4.0 прямо пов'язані з цією ЦСР. Вони спонукають до якісної середньої та вищої освіти, забезпечують технології для отримання знань, роблять освіту доступнішою, дешевшою.
Гендерна рівність	Технології Індустрії 4.0 забезпечить рівні можливості для досягнення успіху на всіх рівнях як для чоловіків, так і для жінок.
Чиста вода та належні санітарні умови	Технології Індустрії 4.0 можуть допомогти забезпечити доступне обладнання для доступу до чистої питної води та каналізація, а також та просвітницькі послуги у сфері гігієни.

Продовження табл. 1.2.

Доступна та чиста енергія	Технології Індустрії 4.0 забезпечать стійку енергоефективність та високу якість енергії, а також економія коштів для користувачів та стимулює використання чистої енергії з відновлюваних джерел
Гідна праця та економічне зростання	Технології Індустрії 4.0 мають значний прямий і непрямий економічний вплив, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу. Економічне зростання створить гідні та повноцінні робочі місця.
Промисловість, інновації та інфраструктура	Технології Індустрії 4.0 є важливими способами просування стійких галузей, інвестування в наукові дослідження та інновації, модернізацію інфраструктури.
Скорочення нерівності	Технології Індустрії 4.0 можуть допомогти об'єднати тих, хто не має зв'язку, і допомогти подолати цифровий розрив, щоб зменшити нерівність усередині та між країнами чи людьми.
Сталий розвиток міст і громад	Технології Індустрії 4.0 можуть допомогти побудувати сучасні, стійкі, інтелектуальні міста з громадським порядком, безпекою та безпекою з екологічними та культурними умовами життя.
Відповідальне споживання та виробництво	Технології Індустрії 4.0 вже використовуються для підвищення ефективності в галузях, більшої прозорості в ланцюгах постачання та покращення моделей виробництва та споживання.
Пом'якшення наслідків зміни клімату	Технології Індустрії 4.0 можуть призвести до скорочення викидів CO ₂ за рахунок збору даних і відстеження вуглецевого сліду
Збереження морських ресурсів	Технології Індустрії 4.0 можуть сприяти більш раціональному використанню ресурсів океанів.
Захист та відновлення екосистем суші	Технології Індустрії 4.0 є ключовими для управління лісами та біорізноманіттям.
Мир, справедливість та сильні інститути	Технології Індустрії 4.0 можуть забезпечувати та сприяти корпоративній соціальній відповідальності, правам людини та свободі слова.
Партнерство заради сталого розвитку	Технології Індустрії 4.0 можуть допомогти співпрацювати з широким колом зацікавлених сторін, щоб стимулювати сталий розвиток.

Джерело: складено авторами

На противагу перерахованим позитивним впливам від проривних технологій, сьогодні ми можемо спостерігати катастрофічні негативні

впливи на сталий розвиток внаслідок війни в Україні, при цьому масштаби такого впливу не обмежуються лише Україною. Одна із найбільш глобальних проблем, які стоять перед людством на сьогодні – подолання бідності. Макроекономічні показники ілюструють, на скільки ми віддалилися від досягнення даної цілі. У таблиці наведено дані щодо ВВП та показника бідності.

До воєнного вторгнення Світовий банк прогнозував зростання реального ВВП на 3,2 %. Графік ілюструє майже пропорційне зростання рівня бідності населення. Паралельно зростає рівень безробіття, причинами якого є втрата роботи через війну, вимушена міграція тощо.

Окрім зв'язків зі сталим розвитком, з проривними технологіями також пов'язують так звану цифрову «економіку», яка в свою чергу є основою Четвертої цифрової революції. Сьогодні однією з найпопулярніших концепцій, що здатна забезпечити стремління бізнесу до сталого розвитку є циркуляційна економіка (ЦЕ). Однак підприємства все ще рідко застосовують дану концепцію. Дослідження ілюструють, що цифрові технології мають великий потенціал у сприянні розвитку ЦЕ. Особливо під час епідемії COVID-19, яка серйозно негативно вплинула на глобальну економіку, навколишнє середовище та суспільство, циркуляційна економіка та цифрова економіка є актуальними напрямками досліджень, їм приділяється багато уваги з боку політиків, практиків та науковців у всьому світі. Прогнози щодо динаміки окремих макроекономічних показників наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Прогнозована динаміка окремих макроекономічних показників (за даними Світового банку [13])

	2019	2020	2021	2022 _о	2023 _п	2024 _п
Зростання реального ВВП у незмінних ринкових цінах	3,2	-3,8	3,4	-35,0	3,3	4,1
Приватний сектор	10,9	1,7	7,7	-28,0	10,0	10,0
Державний сектор	-13,6	-0,7	1,8	16,7	5,0	3,0
Валові інвестиції в основний капітал	11,7	-21,3	7,6	-80,0	20,0	30,0
Експорт	7,3	-5,8	-10,4	-60,0	40,0	35,0
Імпорт	5,7	-6,4	12,7	-40,0	34,0	28,5
Інфляція (індекс споживчих цін)	4,1	5,0	10,0	30,0	20,0	15,0
Рівень бідності (виходячи з межі \$6,85 за ПКС 2017 року)	7,1	7,1	5,5	25,4	23,3	

Примітки: *_о – оціночне значення, п – прогнозне

Ключовою сферою для ЦЕ є енергетика, так само її можна виокремити як одну з надважливих серед 17 глобальних цілей сталого розвитку, визначених ООН, енергетика відіграє життєво важливу та фундаментальну роль у задоволенні першочергових потреб щодо соціально-економічного розвитку різних країн, а також міжнародної безпеки та захисту навколишнього середовища. З розвитком енергетичного сектору пов'язані технології Smart Grid, які є енергосистемою, що має вбудований інформаційний рівень, який забезпечує двосторонній зв'язок між центральними контролерами та локальними виконавчими механізмами, а також логістичними одиницями для цифрового реагування на невідкладні ситуації фізичних елементів, швидко зміну попиту на електроенергію [14].

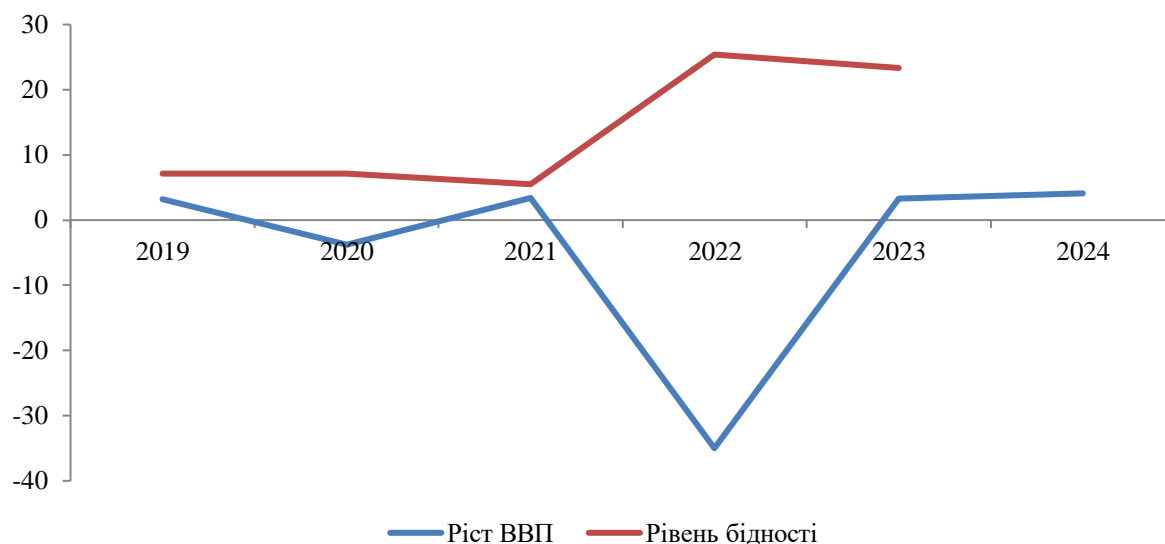


Рисунок 1.2 – Динаміка показників росту ВВП та рівня бідності в Україні. Джерело: побудовано авторами

Перераховані технології можуть бути реалізовані починаючи з генерації комунальних послуг до окремих одиниць побутової техніки (наприклад використання розумних лічильників) [15]. Smart Grid розумно пов’язує всіх зацікавлених сторін з метою забезпечення стійких, економічно ефективних та технічно безпечних поставок електроенергії, система Smart Grid поєднує три основні цілі, зокрема стале, економічне та безпечне постачання електроенергії [16]. Технології Smart Grid перш за все пов’язані з сонячною енергетикою, розвиток якої відбувається стрімкими темпами, як у світі загалом, так і в Україні зокрема. Прогнози щодо подальшого розвитку сонячної енергетики згідно з Енергетичною стратегією України до 2035 року наведено в табл. 1.4.

Для того, аби досягти запланованих результатів, потрібно орієнтуватися саме на інновації, на проривні технології.

Таблиця 1.4 – Структура постачання первинної енергії

Джерело	Прогноз на 2025 р.	Прогноз на 2030 р.	Прогноз на 2035 р.
Вугілля	14	13	12
Природний газ	27	28	29
Нафтопродукти	8	7,5	7
Атомна енергія	28	27	24
Біомаса, біопаливо, відходи	6	8	11
Сонячна та вітрова енергія	2	5	10
ГЕС	1	1	1
Термальна енергія	1	1,5	2
Разом, млн, т н. е.	87	91	96

Джерело: побудовано авторами на основі [17]

Тож в основі проривних технологій необхідні лежать процеси цифровізації та інтелектуалізації. Впровадження інновацій важко переоцінити, але разом з тим, воно вимагає ресурсів та управлінських рішень. За індексом глобальних інновацій Україна посідає 57 місце у 2022 році [18], при тому, що входить у перелік провідних країн світу за якістю ІТ-розробок. Тобто проблеми впровадження проривних технологій полягають не лише в технологічній складовій, але і в управлінській. Окрім того, стримуючими факторами, можуть бути кризові явища. Наприклад, з початку війни в Україні постраждало близько 30-40% сонячних електростанцій. Велика частка потужностей розташовані в регіонах, де ведуться активні бойові дії. Незважаючи на це експерти прогнозують стрімкий ріст сонячної енергетики у майбутньому. Перш за все тому, що це допоможе позбутися залежності від ресурсів з рф.

На сьогодні сонячні енергосистеми розгортаються здебільшого для запобігання відключенням електроенергії та захисту критичної інфраструктури, наприклад лікарень тощо. Окрім цього, ці події стимулюватимуть індивідуальних споживачів до встановлення міні-електростанцій для особистого користування, навіть не зважаючи на те, що виплати по «зеленому тарифу» сьогодні призупинено. Згодом будуть

запропоновані інші компенсаційні механізми для надлишків виробленої електроенергії. Такі станції дадуть змогу частково або й повністю не залежати від загальної енергосистеми.

Світ перебуває у розпалі своєї першої глобальної енергетичної кризи – потрясіння безпрецедентного масштабу та складності. Тиск на ринках виник перед вторгненням РФ в Україну, але дії РФ перетворили швидке відновлення економіки після пандемії, яка напружила всілякі глобальні ланцюги поставок, включно з енергетикою, на повномасштабне енергетичне безладдя. РФ на сьогодні є найбільшим у світі експортером викопного палива, але її скорочення поставок природного газу до Європи та європейські санкції щодо імпорту нафти та вугілля з РФ переривають одну з головних артерій світової торгівлі енергоносіями. Це стосується всіх видів палива, але газові ринки є епіцентром, оскільки РФ шукає важелів впливу, піддаючи споживачів вищим рахункам за електроенергію та дефіциту поставок [19]. Тож у будь-якому випадку енергетична галузь зазнає змін у майбутньому, планових чи вимушених, і ці зміни будуть наближені до сталого розвитку, а способом їх імплементації є проривні технології, що лежать в основі Індустрії 4.0.

1.2 Прикладні методичні підходи щодо оцінювання узгодженості протікання процесів, фаз між елементами структур в рядах еколого-економічної динаміки на різних рівнях соціо-економічних систем

У дослідженні процесів забезпечення сталого розвитку та ресурсної безпеки варто проаналізувати первинні та вторинні показники, що формують еколого-економічну систему. Так, первинними показниками можуть виступати головні макроекономічні індикатори, як то: ВВП на душу населення, рівень безробіття, інфляція, динаміка торгового балансу, тощо. Вторинними, чи наслідуючими показниками можуть бути рівень викидів в атмосферне повітря, індекси зростання фондового ринку, динаміка курсу національної одиниці. Варто розуміти, що усі економічні, соціальні та

екологічні показники по суті є динамічними рядами, котрі мають свої специфічні трендові та циклічні складові.

Для оцінки узгодженості протікання фаз динаміки еколого-економічних показників можна використовувати індикатори відхилення поточних значень показників від їх трендового рівня.

Динамічна рівновага національної економічної системи ґрунтується на збереженні пропорції між базовими економічними складовими, такими як попит та пропозиція, продуктивність праці – оплата праці, імпорт – експорт та ін. У праці [20] зазначається, що економічне піднесення початку 2000-х років в Україні спричинене покращенням зовнішньоекономічної кон'юнктури, посприяло прискореному зростанню оплати праці порівняно зі зростанням продуктивності праці. Так, зокрема, за 2005–2008 роки зростання реальної заробітної плати становило більше ніж три рази, у той час як збільшення ВВП у розрахунку на одного працюючого зросло лише в 2,3 раз. Розрив між оплатою праці та продуктивністю праці є одним із порушень макроекономічної рівноваги, що посприяло більш значному збільшенню попиту порівняно із можливостями національної економічної системи виробляти продукцію. Дисбаланс між попитом та пропозицією покривався за рахунок зростання імпортової продукції у структурі національного споживання. У свою чергу, дисбаланс між імпортом та продукцією, що постачалася на експорт став фактором швидкого погіршення торгового балансу країни, створюючи усі передумови для послаблення національної валюти, що і сталося в кінці 2008 року у вигляді значної девальвації гривні.

Розвиток національної економічної системи починаючи з 2008–2009 рр. в умовах розгортання фінансово-економічної кризи відбувався у двох напрямках. По-перше, протидії негативним кризовим явищам та відповідно протидії будь-яким зовнішнім та внутрішнім шокам. По-друге, підсилення дії факторів впливу та руху у напрямі тиску головних економічних флуктуацій, що виникли в 2008–2009 рр. До перших заходів

необхідно віднести впровадження енергоефективного обладнання та технологій більшою частиною металургійних підприємств, перехід на використання на фоні загального зменшення інвестиційного попиту та скороченні при виплавленні металу та використання технології електродугового плавлення металу. Із аналізу зазначених заходів випливає, що не змінюючи структуру випуску продукції, економічна система намагається пристосуватися до негативних змін зовнішнього характеру, насамперед до зростання цін на імпортні енергоносії. Проте адаптаційні заходи є ефективними лише впродовж певного часу. Збереження неефективної структури експорту, більше половини якого це продукція проміжного споживання, а частка високотехнологічної продукції становить декілька відсотків, ставлять під загрозу довгострокове економічне зростання національної економіки. До факторів впливу другого роду необхідно віднести закриття неефективних енергоємних виробництв та перепрофілювання і зміни структури випуску продукції на підприємствах у зв'язку зі зміною економічної кон'юнктури.

Національна економічна система швидко адаптується до позитивних шоків зовнішнього характеру, так прискорення темпів розвитку світової економічної системи, зростання попиту на продукцію металургії та хімічної промисловості посприяло швидкому відновленню вітчизняних підприємств на початку двадцять першого століття. З іншого боку, відсутність захисного потенціалу національної економіки щодо значних макроекономічних шоків та флуктуацій добре простежується на прикладі розгортання фінансово-економічної кризи, що розпочалася в 2008 році. Так, на фоні загального зменшення інвестиційного попиту та скороченні темпів економічного розвитку спостерігалось зниження експортних операцій між окремими країнами. Зменшення зовнішньоекономічного обороту (у відносному та абсолютному вираженні) було різним для різних національних систем, і вартісний обсяг світового експорту скоротився на 28 %, а обсяг експорту з України скоротився більше ніж на 40 %, що пояснюється особливістю

експортованих товарів (насамперед продукція чорної металургії) та специфікою країн, до яких постачалася продукція з України. Знову ж таки головні торговельні партнери України належать до країн, що виявилися найбільш уразливими до погіршення світової економічної кон'юнктури та значно знизили обсяги експорту (Шинкаренко, 2010). Починаючи із 2014 року, з метою диверсифікації поставок виробничі підприємства почали виділяти більше фінансових ресурсів для проведення маркетингових досліджень щодо активного освоєння європейських та азійських ринків. Починаючи із 2022 року вітчизняні підприємства внаслідок військової агресії РФ проти України втратили значну частину свого виробничого потенціалу, у тому числі і через постійні енергетичні блекаути. Експортно-орієнтованість національної економічної системи посилюється такими фундаментальними факторами. По-перше, у структурі вітчизняного експорту переважає низько технологічна промислова продукція (переважно метали та вироби із них), зокрема, продукція металургії у структурі експорту займає близько третини. По-друге, експортна номенклатура виробів, що постачається з України, є досить обмеженою і постачається на ринки, які не характеризуються постійним попитом та стійкою динамікою розвитку. По-третє, географічна орієнтація експорту, спрямована насамперед на країни, що розвиваються, які є найбільш чутливими до дії світових кризових явищ.

Динаміку розвитку національної економіки можна оцінити на основі врахування циклічних факторів та окремих шоків. Так, при оцінюванні синхронізації динаміки економічних показників варто виділити два підходи:

- 1) кореляцію циклічних складових динамічних часових рядів;
- 2) оцінювання зміщення верхніх та нижніх точок у циклах розвитку окремих економічних показників.

Кореляція циклічних складових динамічних часових рядів розраховується як наявність збіжної динаміки зростання та спадання в окремих показниках розвитку соціально-економічних систем. Для її

розрахунку необхідно за допомогою смугових фільтрів виділити циклічну складову розвитку окремих соціально-економічних показників та зіставити їх попарно на одному і тому ж проміжку часу. Дана методика працює і показує тісноту зв'язку якщо між окремими соціально-економічними показниками наявна синхронізація зростаючої та спадної динаміки. Проте даний метод не є ефективним коли існує зміщення по фазі зі збереженням структури. Саме тому для зменшення прогалін методики кореляції циклічних складових варто використовувати лаговий аналіз флуктуацій соціально-економічних показників. Суть методу полягає у ітераційному підборі лагового значення одного соціально-економічного показника, таким чином, щоб фази зростання та спадання циклічної складової іншого показника також мали подібну форму. З економетричної точки зору проводиться максимізація кореляційних зв'язків у динаміці флуктуацій двох взаємопов'язаних соціально-економічних показників.

Як інструмент економічної політики знаходження розривів у фазах розвитку двох взаємопов'язаних соціально-економічних показників свідчить про необхідність використання специфічних регулювальних заходів, так як одна складова національної економіки може перебувати у фазі зростання і потребує захисних (збережних) інструментів, тоді як інша складова може перебувати у стані рецесії та вимагає використання стимулювальних інструментів.

Для вимірювання синхронізації циклічних складових динамічних рядів використовують спеціальний індекс оціни узгодженості синхронізації розроблений у праці [21].

$$corr_{ij} = \frac{cov(y_i^c, y_j^c)}{\sqrt{var(y_i^c) var(y_j^c)}}, \quad (1.1)$$

де y_i^c – логарифмовані значення циклічних складових соціально-економічних показників одного регіону (країни) i та j відповідно;

$cov (y_i^c, y_j^c)$ – матриця коваріацій значень соціально-економічних показників i та j відповідно;

$var(y_i^c), var (y_j^c)$ – середньоквадратичні відхилення значень соціально-економічних показників i та j відповідно.

Для оцінювання детрендованих (циклічних складових соціально-економічних показників) можна використати окремі смугові фільтри, так як фільтр Годрика – Прескотта, Бакстера-Кінга, чи Баттерворта.

Для порівняння у роботі [22] розглянуто показники синхронізації динамічних рядів на основі окремих розривів фазового розвитку:

$$\varphi (t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{d_i (t)d_r (t)}{|d_i (t)d_r(t)|}, \quad (1.2)$$

де $d_i (t)$ – відхилення циклічної складової від трендової для i –го соціально-економічного показника в час t ;

$d_r (t)$ – відхилення циклічної складової від трендової для r –го соціально-економічного показника в час t .

Показник синхронізації динамічних рядів на основі окремих розривів фазового розвитку Мінка-Якобса-Хаана може набувати значень, що дорівнює 1 або -1 . Зокрема плюсове значення характеризують збіжність циклічної складової для i –го соціально-економічного показника в час t із відповідною циклічною складовою для r –го соціально-економічного показника в час t .

Використовуючи смуговий фільтр Баттерворта для виділення циклічної складової за показниками ВВП на душу населення нами отримано наступні результати (рис. 1.3)

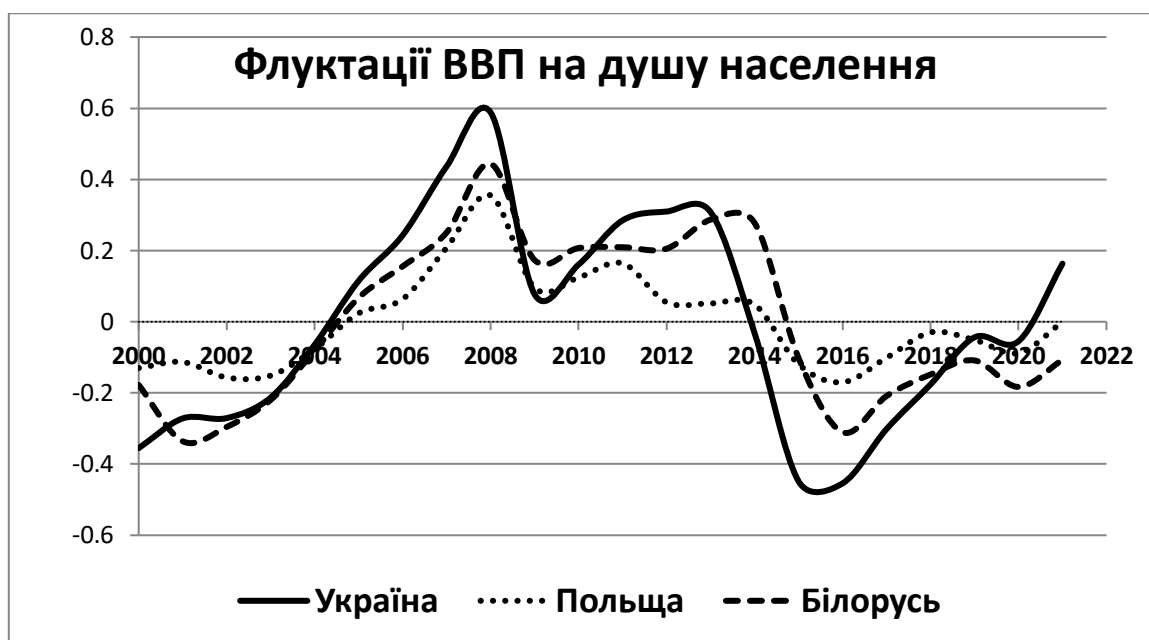


Рисунок 1.3 – ВВП на душу населення за 2000–2021 рр., група 1 (фільтр Баттерворта). Джерело: розраховано і побудовано авторами

Навіть без проведення спеціальних досліджень на рисунку бачимо явно виражену синхронізацію флуктуацій ВВП на душу населення за 2000–2021 рр. для України, Польщі та Білорусі. Останнє свідчить про наявність сильних взаємозв'язків у згаданий економічний період між вибраними національними економічними системами. Територіальна близькість і наявність спільного кордону є факторами, що визначають однаковість впливу зовнішніх глобальних шоків. Так усі вищезазвані економічні системи знаходилися у стані стрімкого економічного зростання до початку глобальної фінансової кризи у 2008 р. Більше того, 2008 рік для України, Польщі та Білорусі був роком максимальних досягнень за показниками ВВП на душу населення.

Не зважаючи на збіжність фаз економічного зростання та економічного спаду, усі три національні економічні системи мали свої власні амплітуди флуктуацій за показниками ВВП на душу населення. Зокрема, найбільша волатильність флуктуацій властива саме для України, потім іде Білорусь та Польща.

Варто відзначити, що подібна структура зберігалася у довоєнній Україні і необхідно проводитися більш детальні дослідження на основі нових даних, щоб виявити тенденції за 2022 рік.

У той самий час аналізуючи синхронізацію флуктуацій ВВП на душу населення за 2000–2021 рр. для України, Ізраїлю та США не спостерігається збіжної динаміки (рис. 1.4.)

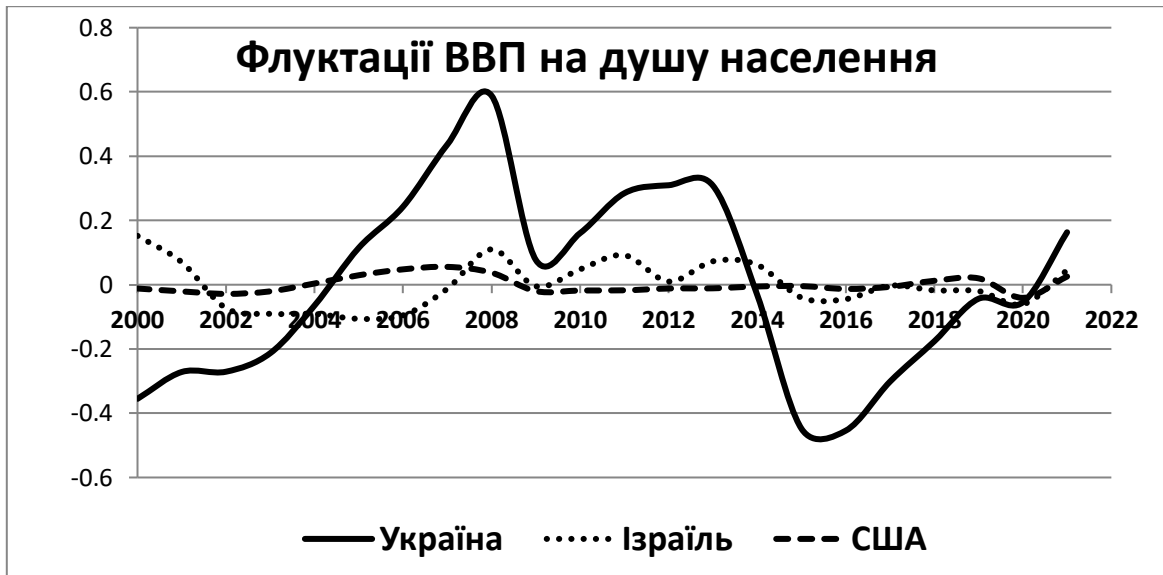


Рисунок 1.4 – ВВП на душу населення за 2000–2021 рр., група 2 (фільтр Баттерворта). Джерело: розраховано і побудовано авторами

Зовсім інша картина спостерігається при аналізі синхронізації флуктуацій очікуваної тривалості життя за 2000–2021 рр. для групи вибраних країн. Так, із рисунків нижче (рис. 1.5, 1.6) видно, що кожна економічна система має свій власний шлях розвитку щодо прогнозування очікуваної тривалості життя населення. Для України очікувана тривалість життя спадала аж до 2008 року, що може бути поясненим попередньою негативною соціально-економічною динамікою. Проте відразу після 2008 року очікування тривалість життя починає зростати на певний період, що пояснюється накопиченим із початку 2000-х позитивними соціально-економічними здобутками.

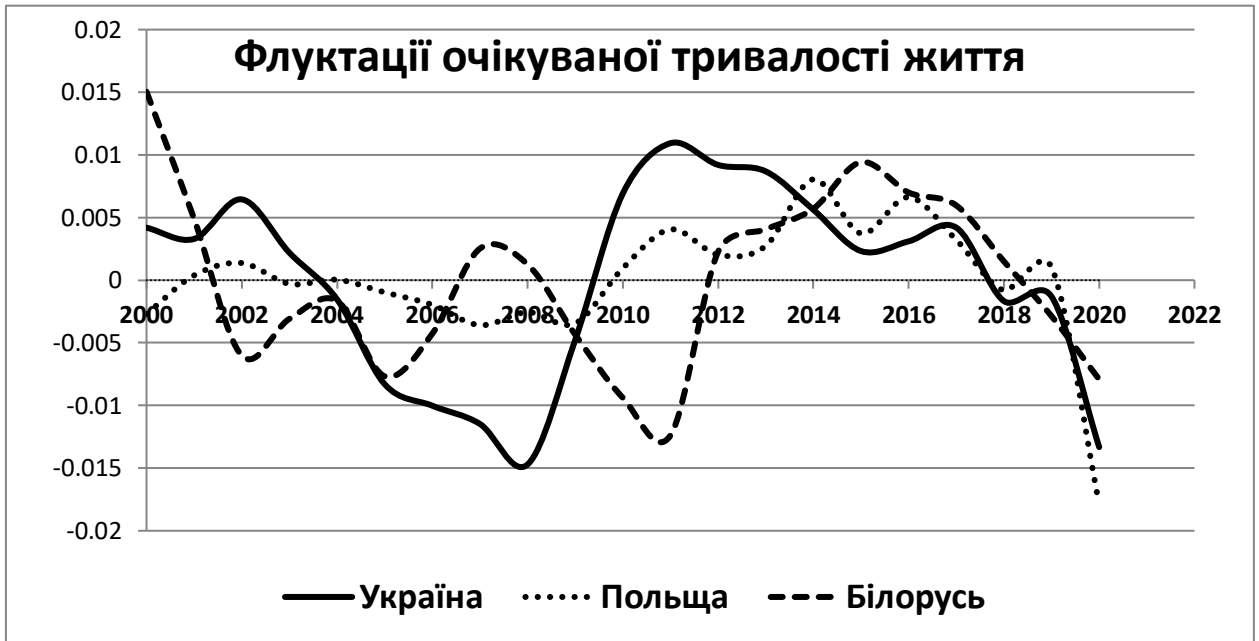


Рисунок 1.5 – Флуктуації очікуваної тривалості життя за 2000–2021 рр., група 1 (фільтр Баттерворта). Джерело: розраховано і побудовано авторами

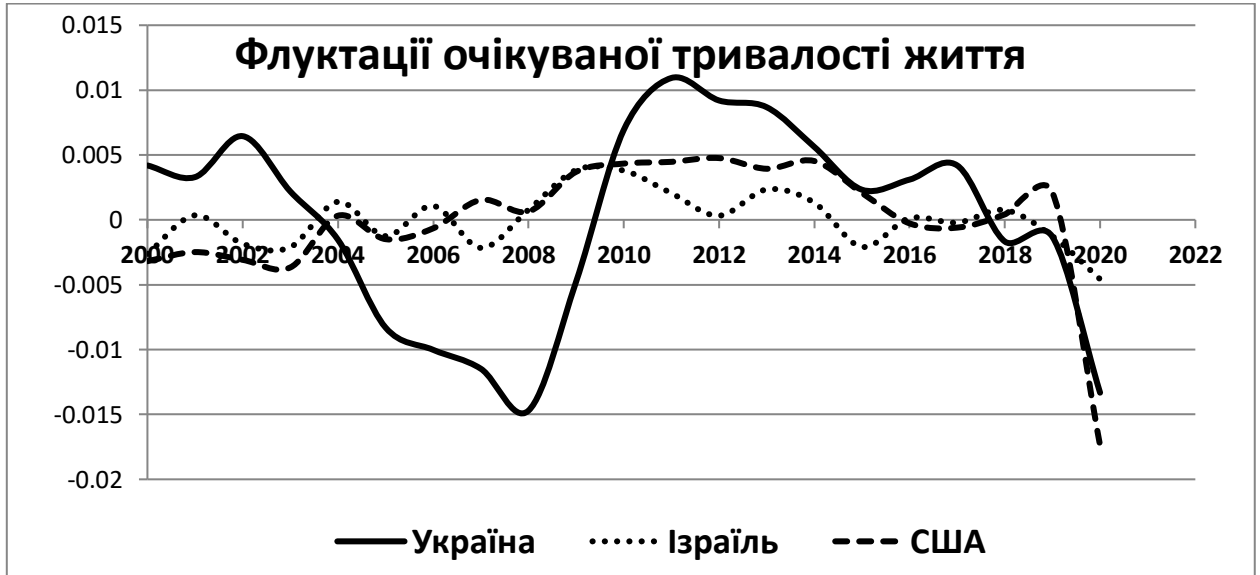


Рисунок 1.6 – Флуктуації очікуваної тривалості життя за 2000–2021 рр., група 2 (фільтр Баттерворта). Джерело: розраховано і побудовано авторами

Оскільки флуктуації це відхилення від довгострокової динаміки розвитку еколого-економічних показників, важливим є питання дослідження впливу флуктуацій на реальні дані в рядах динаміки. Зокрема,

потребують подальших досліджень визначення когерентності флуктуацій ВВП на душу населення та флуктуацій очікуваної тривалості життя населення.

2 ПЛОТУВАННЯ МЕТОДИК ОЦІНЮВАННЯ: ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИФРОВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЕСТЕЙНОВОГО (СТАЛОГО) РОЗВИТКУ ТА ЕФЕКТИВ ПОШИРЕННЯ ПРОРИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ

2.1 Апробація методики оцінювання ефективності цифрових трансформацій щодо забезпечення сестейнового (сталого) розвитку

Під час виконання науково-дослідної роботи у першому році реалізації проєкту розроблено методику оцінювання ефективності цифрових трансформацій щодо забезпечення сестейнового (сталого) розвитку. В даному підрозділі наведено дані апробації цієї методики – оцінку впливу рівня цифрової трансформації країни на її економічний, соціальний та екологічний розвиток.

2.1.1 Апробація методики оцінки впливу рівня цифрової трансформації країни на її економічний розвиток (вибірка 1)

Результати апробації запропонованої раніше методики оцінки впливу рівня цифрової трансформації країни на її економічний розвиток [23, 24] для країн ОЕСР за 2004-2018 рр. наведено у табл. 2.1.

Результати регресійного аналізу демонструють, що позитивний та статистично значущий вплив на ВВП на душу населення має кількість користувачів Інтернетом серед усього населення. Так, при збільшенні користувачів на 1%, ВВП на душу населення в середньому зростає на 47,69 USD. Крім того, на зростання ВВП на душу населення позитивно впливає частка ІКТ та високотехнологічного експорту в його загальній структурі, однак цей вплив є статистично незначущим. Схожі результати були отримані компанією PricewaterhouseCoopers (PwC) [25].

Таблиця 2.1 – Емпіричні результати впливу цифрових і нецифрових чинників на ВВП на душу населення в країнах ОЕСР в 2004-2018 рр.

Random-effects GLS regression	Number of obs	=	371
Group variable: id	Number of groups	=	37
R-sq:	Obs per group:		
within = 0.0946	min =		2
between = 0.2486	avg =		10.0
overall = 0.3154	max =		12
corr(u_i, X) = 0 (assumed)	Wald chi2(8)	=	42.80
	Prob > chi2	=	0.0000

gdp	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
iiu	47.69166	17.56512	2.72	0.007	13.26466 82.11866
ie	73.53766	46.51303	1.58	0.114	-17.62621 164.7015
ht	.2905447	.2702392	1.08	0.282	-.2391143 .8202038
rd	-88.72866	549.5911	-0.16	0.872	-1165.907 988.45
up	307.1585	122.9643	2.50	0.012	66.15299 548.164
fdi	-3.795745	9.503867	-0.40	0.690	-22.42298 14.83149
gin	-115.8161	97.97541	-1.18	0.237	-307.8444 76.21221
eu	-2063.239	4775.754	-0.43	0.666	-11423.55 7297.068
_cons	12099.32	10620.04	1.14	0.255	-8715.572 32914.21
sigma_u	12695.291				
sigma_e	1793.6707				
rho	.98042886	(fraction of variance due to u_i)			

Джерело: авторські розрахунки, виконані за допомогою Stata 14.0

Так, їхній аналіз показав, що при зростанні цифровізації в країні на 10 пунктів (розрахунок за методологією PwC), ВВП на душу населення збільшується на 0,75%, а безробіття падає на 1,02%. Крім того, якщо економіки, що розвиваються, зможуть подвоїти рівень цифровізації для категорії громадян із найнижчими доходами, це призведе до загального зростання світового ВВП на 4,4 трильйона USD, додаткових 930 мільярдів USD кумулятивного доходу та додаткових 64 мільйони робочих місць для громадян із найнижчими доходами. Інше дослідження, проведене GeSI, охоплює більш довгостроковий період (15 років). Результати демонструють,

що за оптимістичним сценарієм ІКТ можуть допомогти отримати більше 11 трильйонів USD додатково до світового ВВП.

Крім того, серед нецифрових чинників статистично значущий, додатний вплив на ВВП на душу населення має частка міського населення. З її зростанням на 1%, ВВП на душу населення в середньому підвищується на 307,16 USD. Інституційна фіктивна змінна показала, що членство у ЄС має статистично незначущий вплив на ВВП на душу населення.

2.1.2. Апробація методики оцінки впливу рівня цифрової трансформації країни на її соціальний розвиток

Соціальний розвиток – одна з найважливіших функцій держави, яка забезпечується, зокрема, і економічним зростанням. Вплив цифровізації на соціальний розвиток країни є комплексним, що яскраво ілюструє створення нових цифрових робочих місць. Так, Б. Балсмаєр та Мартін Вортер у власному дослідженні показали, що інвестиції в цифрові технології збільшують кількість робочих місць для висококваліфікованих працівників та зменшують кількість таких місць для некваліфікованої робочої сили [26].

Цифрові трансформації можуть забезпечити доступ швидко зростаючому населенню до системи охорони здоров'я, освіти та банкінгу. Зі зменшенням кількості людей, що живуть за межею бідності, і здешевленням найпростіших електронних пристроїв, ІКТ стають доступними для людей в найменш розвинених країнах. До 2030 року цифровізація дозволить отримати доступ до e-health 1,6 мільярда людей, залучити практично 450 мільйонів до e-learning та зберегти 254 мільярдів годин працівникам на робочих місцях у різних галузях економіки [27].

Цікавою є залежність між цифровими трансформаціями та Індексом людського розвитку (ІЛР) в країнах ОЕСР [28]. Для відображення ефективності цифрових трансформацій було використано показник – кількість користувачів Інтернетом (у %). Відповідно до рис. 2.1, залежність між цими показниками можна описати логарифмічним рівнянням:

$y=0.3349\ln(x)-0.5898$. Коефіцієнт детермінації, що дорівнює 0.6737, показує на помітну силу зв'язку між двома показниками.

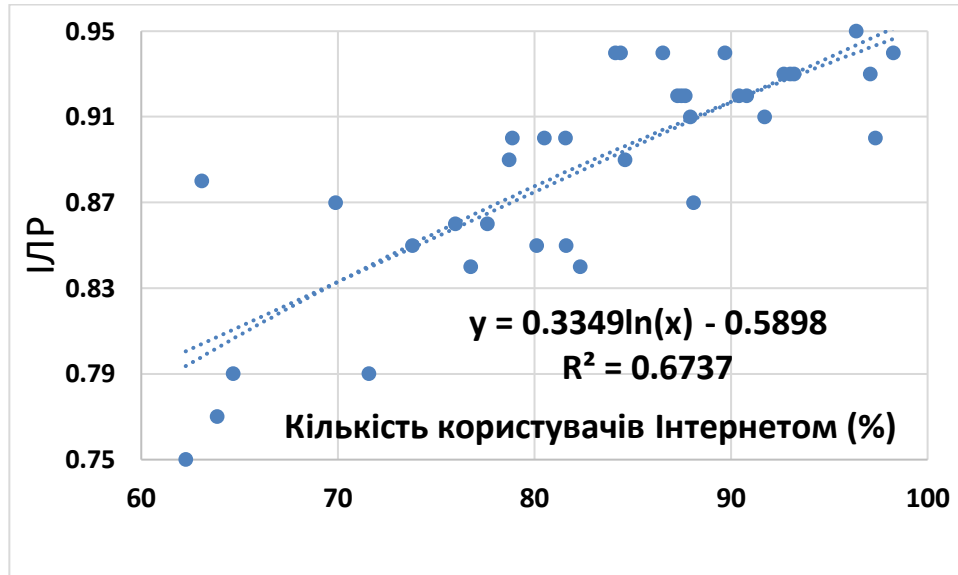


Рисунок 2.1 – Залежність ІЛР та кількості користувачів Інтернетом.

Джерело: побудовано авторами

Існують різні індикатори та індекси соціального розвитку держави. У нашому дослідженні нами буде використано показник кількості населення за межею бідності. Світовий банк розраховує цей показник з чотирма різними порогами бідності (щоденний дохід у розмірі 1,9 USD, 3,8 USD, 5,5 USD та рівень, встановлений кожною країною самостійно). Досліджуючи країни ОЕСР (країни, більшість з яких належать до групи країн з високим доходом), доцільніше брати за основу поріг бідності в 5,5 USD.

Таблиця 2.2 – Емпіричні результати впливу цифрових і нецифрових чинників на кількість населення за межею бідності в країнах ОЕСР в 2004-2018 рр.

```

Random-effects GLS regression           Number of obs   =       371
Group variable: id                     Number of groups =        37

R-sq:                                  Obs per group:
    within = 0.2932                      min =          2
    between = 0.6262                     avg =         10.0
    overall = 0.6228                     max =          12

corr(u_i, X) = 0 (assumed)              Wald chi2(8)    =       193.07
                                           Prob > chi2     =        0.0000

```

phr	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
iiu	-.0762866	.0113047	-6.75	0.000	-.0984434	-.0541298
ie	-.0435791	.0310861	-1.40	0.161	-.1045068	.0173485
ht	8.94e-06	.000192	0.05	0.963	-.0003674	.0003853
rd	.2480091	.3557442	0.70	0.486	-.4492367	.9452549
up	-.0977028	.061556	-1.59	0.112	-.2183503	.0229448
fdi	-.0027521	.0067104	-0.41	0.682	-.0159042	.0104001
gin	.5216517	.0633062	8.24	0.000	.3975739	.6457295
eu	-2.334716	1.663724	-1.40	0.161	-5.595554	.9261223
_cons	.6941085	5.449353	0.13	0.899	-9.986427	11.37464
sigma_u	4.4264745					
sigma_e	1.3645055					
rho	.91322175	(fraction of variance due to u_i)				

Джерело: авторські розрахунки, виконані за допомогою Stata 14.0

З табл. 2.2 можна побачити, що позитивний та статистично значущий вплив на кількість населення за межею бідності в країнах ОЕСР має підвищення кількості користувачів Інтернетом серед усього населення. Так, при збільшенні користувачів на 1%, кількість населення за межею бідності в середньому падає на 0,07%. Крім того, на зменшення кількості такої категорії населення впливає частка ІКТ в його загальній експортній структурі, однак цей вплив є статистично незначущим.

Крім того, серед нецифрових чинників статистично значущий, додатний вплив на кількість населення за межею бідності має індекс Джині, що показує нерівномірність розподілу доходів у межах країни (0 – повна рівність, 1 – цілковита нерівність). Так, при збільшенні рівності кількість населення за межею бідності падає.

Інституційна фіктивна змінна показала, що членство у ЄС має статистично незначущий вплив на кількість населення за межею бідності.

2.1.3 Оцінка впливу рівня цифрової трансформації країни на її екологічний розвиток

Результати апробації запропонованої раніше методики оцінки впливу рівня цифрової трансформації країни на її екологічний розвиток [23, 24] для країн ОЕСР за 2004-2018 рр. наведено у табл. 2.3.

Результати регресійного аналізу демонструють, що статистично значущий вплив на викиди CO₂ на душу населення має кількість користувачів Інтернетом серед усього населення. Так, при збільшенні користувачів на 1% викиди CO₂ в середньому падають на 0,04 метричних тонни. Крім того, на зменшення викидів CO₂ впливає збільшення частки високотехнологічного експорту в загальній структурі експорту, однак цей вплив є статистично незначущим.

Крім того, серед нецифрових чинників статистично значущий вплив на викиди CO₂ має індекс Джині. З його зростанням (збільшенням нерівності) викиди вуглекислого газу зменшуються. Інституційна фіктивна змінна показала, що членство у ЄС має статистично незначущий вплив на викиди CO₂.

Таблиця 2.3 – Емпіричні результати впливу цифрових і нецифрових чинників на викиди CO₂ в країнах ОЕСР в 2004-2018 рр.

```

Random-effects GLS regression           Number of obs   =       371
Group variable: id                     Number of groups =       37

R-sq:                                  Obs per group:
    within = 0.2828                      min =           2
    between = 0.1419                     avg =          10.0
    overall = 0.1245                      max =           12

corr(u_i, X) = 0 (assumed)              Wald chi2(11)   =      133.06
                                           Prob > chi2     =       0.0000

```

co2	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
iiu	-.0478565	.0072628	-6.59	0.000	-.0620914	-.0336216
ie	.0141546	.0190608	0.74	0.458	-.0232039	.0515132
ht	-.0001041	.0001114	-0.93	0.350	-.0003225	.0001143
rd	.5739238	.2198439	2.61	0.009	.1430376	1.00481
gdp	.0000245	.0000209	1.17	0.241	-.0000165	.0000656
sva	.0037885	.0609525	0.06	0.950	-.1156761	.1232531
iva	.0935766	.0604379	1.55	0.122	-.0248795	.2120327
up	.0075364	.0456667	0.17	0.869	-.0819687	.0970416
fdi	.0024927	.0039531	0.63	0.528	-.0052553	.0102406
gin	-.2001508	.0393278	-5.09	0.000	-.277232	-.1230697
eu	-1.086909	1.368894	-0.79	0.427	-3.769893	1.596075
_cons	13.76081	6.168293	2.23	0.026	1.67118	25.85045
sigma_u	3.7542731					
sigma_e	.78808174					
rho	.95779505	(fraction of variance due to u_i)				

Джерело: авторські розрахунки, виконані за допомогою Stata 14.0

2.2 Апробація методики оцінювання ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних системах

Апробацію запропонованої раніше [23, 24] методики оцінювання динаміки цифрової трансформації та ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних та екологічних системах проведено для України за 2017-2021 роки. Результати розрахунків проміжних динамічних показників (за 2017-2018 рр., 2018-2019 рр., 2019-2020 рр., 2020-2021 рр.) представлено у табл. 2.4-2.15, а основних (за весь період, 2017-2021 рр.) динамічних показників – у таблицях 2.16-2.18. Також представлено графіки варіацій проміжних динамічних показників (за 2017-2018 рр., 2018-2019 рр., 2019-2020 рр., 2020-2021 рр.) на рис. 2.2-2.5, а основних (за весь період,

2017-2021 рр.) динамічних показників – на рис. 2.6. Розрахунки були проведені на основі даних Державної служби статистики України [29].

Таблиця 2.4 – Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_{1i} , D_{2i} України за 2017-2018 рр.

$D_{1\ 1}$	0,879	$D_{2\ 1}$	0,999
$D_{1\ 2}$	0,878	$D_{2\ 2}$	1,032
$D_{1\ 3}$	0,986	$D_{2\ 3}$	0,962
$D_{1\ 4}$	1,396	$D_{2\ 4}$	1,400
$D_{1\ 5}$	1,011	$D_{2\ 5}$	0,954
$D_{1\ 6}$	1,019	$D_{2\ 6}$	0,970
$D_{1\ 7}$	1,009	$D_{2\ 7}$	1,176
$D_{1\ 8}$	0,980	$D_{2\ 8}$	0,981
$D_{1\ 9}$	1,016	$D_{2\ 9}$	0,989
$D_{1\ 10}$	1,011	$D_{2\ 10}$	1,054
D_1	1,019	D_2	1,052

Джерело: розраховано авторами

Як бачимо з табл. 2.4, значення динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних систем для першої групи (абсолютних) показників за 2017-2018 роки в більшості демонструють відповідність критерію, але є значення динамічних показників, які менше 1, що означає регрес у цифровій трансформації по цим показникам і тому соціально-економічні системи потребують швидкого втручання заради збереження можливості якісної цифрової трансформації у майбутньому. Значення динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних систем для другої групи (відносних) показників за 2017-2018 роки, навпаки, в більшості демонструють невідповідність критерію, тому соціально-економічні системи потребують швидкого втручання у тих місцях, в яких показники не відповідають критерію для збереження можливості якісної цифрової трансформації у майбутньому. Це все підтверджуються також значеннями зведених динамічних показників

цифрової трансформації соціально-економічних систем для першої та другої групи показників, які відповідають критерію.

Таблиця 2.5 – Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_{3i} , D_{4i} України за 2017-2018 рр.

$D_{3\ 1}$	1,359	$D_{4\ 1}$	1,005
$D_{3\ 2}$	1,211	$D_{4\ 2}$	1,490
$D_{3\ 3}$	1,003	$D_{4\ 3}$	0,989
$D_{3\ 4}$	1,205	$D_{4\ 4}$	1,059
$D_{3\ 5}$	0,922	$D_{4\ 5}$	0,874
$D_{3\ 6}$	0,696	$D_{4\ 6}$	0,898
$D_{3\ 7}$	1,391	$D_{4\ 7}$	0,915
$D_{3\ 8}$	1,165	$D_{4\ 8}$	1,127
$D_{3\ 9}$	1,042	$D_{4\ 9}$	1,008
$D_{3\ 10}$	1,325	$D_{4\ 10}$	1,281
D_3	1,132	D_4	1,065

Джерело: розраховано авторами

З табл. 2.5 бачимо, що за 2017-2018 роки майже всі значення динамічних показників цифрової трансформації екологічних систем для третьої групи (абсолютних) показників, окрім двох, демонструють відповідність критерію. Це означає, що цифрова трансформація екологічних систем по відповідних показниках відбувається у правильному напрямку і вказує на позитивну динаміку, тобто зміну у часі. Майже те ж саме стосується і динамічних показників цифрової трансформації екологічних систем для четвертої групи (відносних) показників, де не відповідають критерію за 2017-2018 роки чотири значення показників, що є меншістю. Зазначене підтверджується значеннями зведених динамічних показників цифрової трансформації екологічних систем для третьої та четвертої групи показників, які відповідають критерію.

Таблиця 2.6 – Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_{5i} , D_{6i} України за 2017-2018 рр.

$D_{5\ 1}$	1,156	$D_{6\ 1}$	3,000
$D_{5\ 2}$	2,739	$D_{6\ 2}$	1,028
$D_{5\ 3}$	1,133	$D_{6\ 3}$	1,034
$D_{5\ 4}$	1,219	$D_{6\ 4}$	1,056
$D_{5\ 5}$	1,107	$D_{6\ 5}$	1,054
$D_{5\ 6}$	1,000	$D_{6\ 6}$	1,000
$D_{5\ 7}$	1,000	$D_{6\ 7}$	1,200
$D_{5\ 8}$	1,285	$D_{6\ 8}$	1,740
$D_{5\ 9}$	1,731	$D_{6\ 9}$	0,773
$D_{5\ 10}$	0,773	$D_{6\ 10}$	1,000
D_5	1,314	D_6	1,288

Джерело: розраховано авторами

У табл. 2.6 значення динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем для п'ятої групи (абсолютних) показників окрім одного значення разом із зведеним динамічним показником цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем для п'ятої групи додаткових абсолютних показників відповідають критерію, що вказує на позитивну динаміку цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем для цієї групи показників. Аналогічне і для динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем для шостої групи (відносних) показників, де майже всі значення відповідають критерію. Зазначимо, що при цьому два значення дорівнюють 1 і тому не відповідають критерію. Значення зведеного динамічного показника цифрової трансформації систем для шостої групи показників із запасом відповідає критерію, що говорить про позитивну загальну динаміку показників групи.

З рис. 2.2 видно, що всі зведені динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем за 2017-2018 роки більше 1, що є відповідним критерію. Найбільш позитивну динаміку

демонструють показники п'ятої та шостої групи у порівнянні з динамічними показниками перших чотирьох груп.

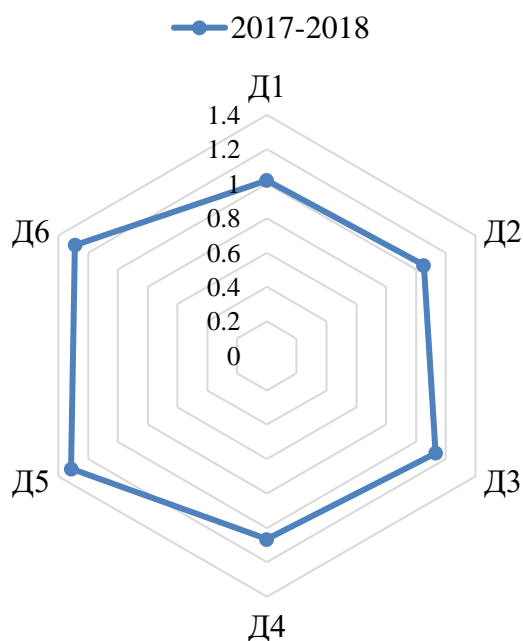


Рисунок 2.2 – Діаграма динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем Д₁, Д₂, Д₃, Д₄, Д₅, Д₆ України за 2017-2018 рр. Джерело: розраховано авторами

Як бачимо з табл. 2.7, значення динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних систем для першої групи (абсолютних) показників за 2018-2019 роки в більшості демонструють відповідність критерію, цифрова трансформація соціально-економічних систем по відповідним показникам відбувається у правильному напрямку і вказує на позитивну динаміку, тобто зміну у часі.

Таблиця 2.7 – Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_{1i} , D_{2i} України за 2018-2019 рр.

$D_{1\ 1}$	0,862	$D_{2\ 1}$	0,999
$D_{1\ 2}$	0,861	$D_{2\ 2}$	1,031
$D_{1\ 3}$	0,985	$D_{2\ 3}$	0,960
$D_{1\ 4}$	1,284	$D_{2\ 4}$	1,286
$D_{1\ 5}$	1,011	$D_{2\ 5}$	0,952
$D_{1\ 6}$	1,019	$D_{2\ 6}$	0,969
$D_{1\ 7}$	1,009	$D_{2\ 7}$	1,150
$D_{1\ 8}$	0,979	$D_{2\ 8}$	0,981
$D_{1\ 9}$	1,016	$D_{2\ 9}$	0,989
$D_{1\ 10}$	1,011	$D_{2\ 10}$	1,051
D_1	1,004	D_2	1,037

Джерело: розраховано авторами

Протилежна ситуація для динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних систем для другої групи (відносних) показників за 2018-2019 роки, значення яких в більшості не відповідають критерію, тому ситуацію потрібно виправляти. При цьому значення зведених динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних систем для першої і другої групи показників відповідають критерію.

З табл. 2.8 бачимо, що за 2018-2019 роки майже всі значення динамічних показників цифрової трансформації екологічних систем для третьої групи (абсолютних) показників крім двох демонструють відповідність критерію. Це означає, що цифрова трансформація екологічних систем по відповідних показниках відбувається у правильному напрямку і вказує на позитивну динаміку, тобто зміну у часі.

Таблиця 2.8 – Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_{3i} , D_{4i} України за 2018-2019 рр.

$D_{3\ 1}$	1,131	$D_{4\ 1}$	1,005
$D_{3\ 2}$	1,116	$D_{4\ 2}$	1,329
$D_{3\ 3}$	1,596	$D_{4\ 3}$	0,989
$D_{3\ 4}$	1,210	$D_{4\ 4}$	1,056
$D_{3\ 5}$	1,344	$D_{4\ 5}$	0,855
$D_{3\ 6}$	1,251	$D_{4\ 6}$	0,887
$D_{3\ 7}$	1,022	$D_{4\ 7}$	0,908
$D_{3\ 8}$	0,624	$D_{4\ 8}$	0,629
$D_{3\ 9}$	1,016	$D_{4\ 9}$	1,023
$D_{3\ 10}$	2,163	$D_{4\ 10}$	2,179
D_3	1,247	D_4	1,086

Джерело: розраховано авторами

Майже те саме стосується і динамічних показників цифрової трансформації екологічних систем для четвертої групи (відносних) показників, де не відповідають критерію за 2018-2019 роки чотири значення показників, що є меншістю. Але значення зведених динамічних показників цифрової трансформації екологічних систем для третьої та четвертої групи абсолютних показників відповідають критерію, що є позитивним сигналом.

Таблиця 2.9 – Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_{5i} , D_{6i} України за 2018-2019 рр.

$D_{5\ 1}$	1,078	$D_{6\ 1}$	1,333
$D_{5\ 2}$	0,423	$D_{6\ 2}$	1,070
$D_{5\ 3}$	1,002	$D_{6\ 3}$	1,033
$D_{5\ 4}$	1,270	$D_{6\ 4}$	1,184
$D_{5\ 5}$	1,203	$D_{6\ 5}$	1,179
$D_{5\ 6}$	1,000	$D_{6\ 6}$	1,000
$D_{5\ 7}$	1,000	$D_{6\ 7}$	1,067
$D_{5\ 8}$	1,222	$D_{6\ 8}$	1,197
$D_{5\ 9}$	1,295	$D_{6\ 9}$	0,707
$D_{5\ 10}$	0,707	$D_{6\ 10}$	1,000
D_5	1,020	D_6	1,087

Джерело: розраховано авторами

У табл. 2.9 значення динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем за 2018-2019 роки для п'ятої групи (абсолютних) показників крім чотирьох значень (два з яких дорівнюють 1) разом із зведеним динамічним показником цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем для п'ятої групи показників відповідають критерію, що вказує на позитивну динаміку цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем відповідних цій групі показників. У динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем для шостої групи (відносних) показників більшість значень, крім трьох (два з яких дорівнюють 1), відповідають критерію. Значення зведеного динамічного показника цифрової трансформації систем для шостої групи показників також відповідає критерію.

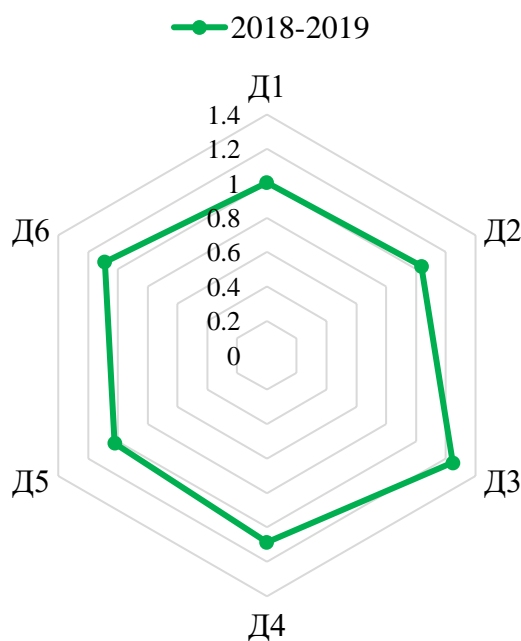


Рисунок 2.3 – Діаграма динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем Д₁, Д₂, Д₃, Д₄, Д₅, Д₆ України за 2018-2019 рр. Джерело: розраховано авторами

Відповідно до рисунку 2.3, всі зведені динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем за 2018-2019

роки більше 1, що відповідає критерію. Найбільш позитивну динаміку демонструють показники третьої та четвертої групи.

Таблиця 2.10 – Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_{1i} , D_{2i} України за 2019-2020 рр.

$D_{1\ 1}$	0,840	$D_{2\ 1}$	0,999
$D_{1\ 2}$	0,839	$D_{2\ 2}$	1,030
$D_{1\ 3}$	1,022	$D_{2\ 3}$	2,021
$D_{1\ 4}$	1,245	$D_{2\ 4}$	3,267
$D_{1\ 5}$	1,011	$D_{2\ 5}$	1,067
$D_{1\ 6}$	1,019	$D_{2\ 6}$	0,968
$D_{1\ 7}$	1,009	$D_{2\ 7}$	1,000
$D_{1\ 8}$	0,979	$D_{2\ 8}$	0,980
$D_{1\ 9}$	1,016	$D_{2\ 9}$	0,989
$D_{1\ 10}$	1,010	$D_{2\ 10}$	1,049
D_1	0,999	D_2	1,337

Джерело: розраховано авторами

Відповідно до табл. 2.10, значення динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних систем для першої групи показників за 2019-2020 роки в більшості демонструють відповідність критерію, але є три значення динамічних показників, які менше 1. Значення динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних систем для другої групи показників за 2019-2020 роки також в більшості демонструють відповідність критерію. При цьому, значення зведеного динамічного показника цифрової трансформації соціально-економічних систем для першої групи показників є меншим 1 і не відповідає критерію, що означає регрес у цифровій трансформації по цій групі показників. Тому соціально-економічні системи потребують швидкого втручання заради збереження можливості якісної цифрової трансформації у майбутньому. Значення зведеного динамічного показника цифрової трансформації систем для другої групи показників відповідає критерію із запасом, що говорить про необхідність збереження даних темпів розвитку, але при цьому необхідно робити дії з покращення ситуації за окремими показниками цієї групи.

Таблиця 2.11 – Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_{3i} , D_{4i} України за 2019-2020 рр.

$D_{3\ 1}$	1,101	$D_{4\ 1}$	1,123
$D_{3\ 2}$	0,976	$D_{4\ 2}$	1,293
$D_{3\ 3}$	0,882	$D_{4\ 3}$	0,989
$D_{3\ 4}$	1,250	$D_{4\ 4}$	1,053
$D_{3\ 5}$	1,143	$D_{4\ 5}$	0,831
$D_{3\ 6}$	0,190	$D_{4\ 6}$	0,872
$D_{3\ 7}$	1,007	$D_{4\ 7}$	0,898
$D_{3\ 8}$	1,162	$D_{4\ 8}$	1,232
$D_{3\ 9}$	1,172	$D_{4\ 9}$	1,243
$D_{3\ 10}$	1,866	$D_{4\ 10}$	1,978
D_3	1,075	D_4	1,151

Джерело: розраховано авторами

У табл. 2.11 бачимо, що за 2019-2020 роки всі значення динамічних показників цифрової трансформації екологічних систем для третьої групи показників, крім трьох, демонструють відповідність критерію. Це означає, що цифрова трансформація екологічних систем по відповідних показниках відбувається у правильному напрямку і має позитивну динаміку. Для динамічних показників цифрової трансформації екологічних систем для четвертої групи показників не відповідають критерію за 2019-2020 роки чотири значення показників, тобто менша частина. При цьому всі значення зведених динамічних показників цифрової трансформації екологічних систем для третьої та четвертої групи показників відповідають критерію.

У табл. 2.12 значення динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем за 2019-2020 роки для п'ятої групи показників, крім трьох значень (два з яких дорівнюють 1), разом із зведеним динамічним показником цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем для п'ятої групи показників відповідають критерію, що вказує на позитивну динаміку цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем. У динамічних

показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем для шостої групи показників за 2019-2020 роки більшість значень, крім чотирьох (два з яких дорівнюють 1), відповідають критерію. Значення зведеного динамічного показника цифрової трансформації систем для шостої групи показників відповідає критерію.

Таблиця 2.12 – Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_{5i} , D_{6i} України за 2019-2020 рр.

$D_{5\ 1}$	1,215	$D_{6\ 1}$	1,250
$D_{5\ 2}$	1,003	$D_{6\ 2}$	1,065
$D_{5\ 3}$	1,002	$D_{6\ 3}$	1,476
$D_{5\ 4}$	1,241	$D_{6\ 4}$	1,022
$D_{5\ 5}$	1,121	$D_{6\ 5}$	1,087
$D_{5\ 6}$	1,000	$D_{6\ 6}$	1,000
$D_{5\ 7}$	1,000	$D_{6\ 7}$	0,929
$D_{5\ 8}$	1,181	$D_{6\ 8}$	1,036
$D_{5\ 9}$	1,001	$D_{6\ 9}$	0,585
$D_{5\ 10}$	0,585	$D_{6\ 10}$	1,000
D_5	1,035	D_6	1,045

Джерело: розраховано авторами

На рис. 2.4 бачимо, що всі зведені динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем за 2019-2020 роки відповідають необхідному критерію. Найбільш позитивну динаміку демонструють показники другої та четвертої групи.

Згідно табл. 2.13, значення динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних систем для першої групи показників за 2020-2021 роки в більшості демонструють відповідність критерію, при цьому три значення не відповідають йому. Значення динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних систем для другої групи показників, крім трьох значень (одне з яких дорівнює 1), відповідають критерію. Значення зведеного динамічного показника цифрової трансформації соціально-економічних систем для першої групи показників є меншим 1, що не відповідає критерію. Це означає регрес у цифровій

трансформації по цій групі показників, тому необхідне втручання для зміни тенденції на протилежну. Значення зведеного динамічного показника цифрової трансформації соціально-економічних систем для другої групи показників відповідає критерію.

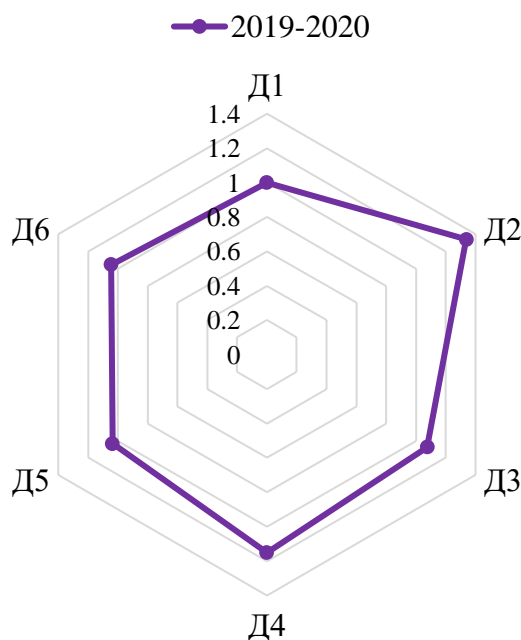


Рисунок 2.4 – Діаграма динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6$ України за 2019-2020 рр. Джерело: розраховано авторами

Таблиця 2.13 – Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_{1i}, D_{2i} України за 2020-2021 рр.

$D_{1 1}$	0,810	$D_{2 1}$	0,999
$D_{1 2}$	0,808	$D_{2 2}$	1,029
$D_{1 3}$	1,022	$D_{2 3}$	1,505
$D_{1 4}$	1,197	$D_{2 4}$	1,694
$D_{1 5}$	1,005	$D_{2 5}$	1,063
$D_{1 6}$	1,018	$D_{2 6}$	1,038
$D_{1 7}$	1,009	$D_{2 7}$	1,000
$D_{1 8}$	0,978	$D_{2 8}$	1,035
$D_{1 9}$	1,016	$D_{2 9}$	1,014
$D_{1 10}$	1,010	$D_{2 10}$	0,944
D_1	0,987	D_2	1,132

Джерело: розраховано авторами

Таблиця 2.14 – Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_{3i} , D_{4i} України за 2020-2021 рр.

$D_{3\ 1}$	1,092	$D_{4\ 1}$	1,110
$D_{3\ 2}$	0,976	$D_{4\ 2}$	1,227
$D_{3\ 3}$	0,866	$D_{4\ 3}$	0,989
$D_{3\ 4}$	1,200	$D_{4\ 4}$	1,050
$D_{3\ 5}$	1,125	$D_{4\ 5}$	0,797
$D_{3\ 6}$	2,057	$D_{4\ 6}$	0,853
$D_{3\ 7}$	1,007	$D_{4\ 7}$	0,887
$D_{3\ 8}$	1,140	$D_{4\ 8}$	1,188
$D_{3\ 9}$	1,147	$D_{4\ 9}$	1,195
$D_{3\ 10}$	1,464	$D_{4\ 10}$	1,494
D_3	1,207	D_4	1,079

Джерело: розраховано авторами

З табл. 2.14 видно, що за 2020-2021 роки майже всі значення (крім двох) динамічних показників цифрової трансформації екологічних систем для третьої групи показників відповідають необхідному критерію, тобто в даному випадку є позитивна динаміка. Для динамічних показників цифрової трансформації екологічних систем для четвертої групи показників не відповідають критерію чотири значення показників. При цьому всі значення зведених динамічних показників цифрової трансформації екологічних систем для третьої та четвертої групи показників задовольняють критерій.

З табл. 2.15 бачимо, що значення динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем за 2020-2021 роки для п'ятої групи показників в більшості, разом із зведеним динамічним показником, не відповідають критерію. Це означає регрес у цифровій трансформації. Соціально-економічні та екологічні системи відповідно до показників потребують швидкого втручання заради збереження можливості якісної цифрової трансформації у майбутньому. Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем для шостої групи показників, крім чотирьох, відповідають критерію. Але значення зведеного динамічного показника цифрової трансформації систем

для шостої групи показників не відповідає критерію, тому системи, за які відповідає дана група показників, потребують швидкого втручання заради збереження можливості якісної цифрової трансформації у майбутньому.

Таблиця 2.15 – Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_{5i} , D_{6i} України за 2020-2021 рр.

$D_{5\ 1}$	0,823	$D_{6\ 1}$	1,200
$D_{5\ 2}$	0,997	$D_{6\ 2}$	1,061
$D_{5\ 3}$	0,998	$D_{6\ 3}$	1,323
$D_{5\ 4}$	0,586	$D_{6\ 4}$	1,022
$D_{5\ 5}$	0,892	$D_{6\ 5}$	1,080
$D_{5\ 6}$	1,000	$D_{6\ 6}$	1,000
$D_{5\ 7}$	1,000	$D_{6\ 7}$	0,923
$D_{5\ 8}$	1,154	$D_{6\ 8}$	0,980
$D_{5\ 9}$	1,189	$D_{6\ 9}$	0,290
$D_{5\ 10}$	0,290	$D_{6\ 10}$	1,000
D_5	0,893	D_6	0,988

Джерело: розраховано авторами

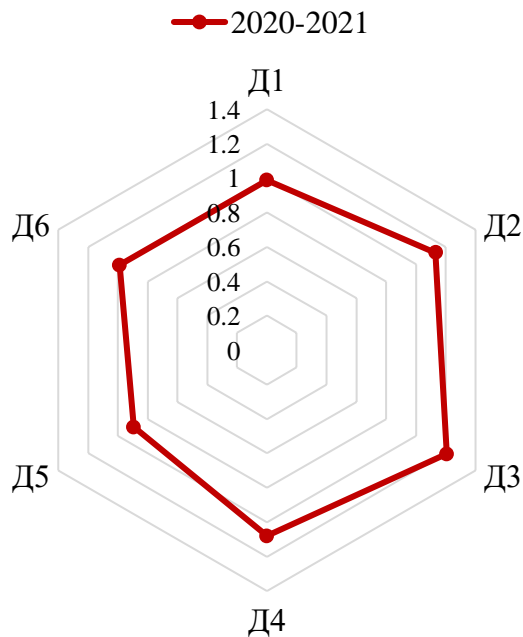


Рисунок 2.5 – Діаграма динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_1 , D_2 , D_3 , D_4 , D_5 , D_6 України за 2020-2021 рр. Джерело: розраховано авторами

Згідно рис. 2.5, половина зведених динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем за 2020-2021 роки менше 1, що є невідповідним критерію. Найбільш позитивну динаміку демонструють показники третьої групи.

Результати дослідження за весь період (2017-2021 роки), представлені у табл. 2.16, 2.17, 2.18, показують, що цифрова трансформація соціально-економічних та екологічних систем України протягом 2017-2021 років має покращення. Загалом Україні необхідно підтримувати ті темпи цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, які вона мала за цей період. Але в той же час, значення 0,999 для першого агрегатного показника D_1 , який відповідає за кількісну сторону цифрової трансформації соціально-економічних систем, свідчить про її спадаючу динаміку у цілому. Це падіння відбулось за рахунок зменшення деяких абсолютних показників, таких як кількість державних установ, які мають доступ до Інтернету, кількість державних установ, які дають можливість користування інструментами електронної демократії, кількість підприємств, що проводять аналіз «великих даних». При цьому інші показники не зазнали суттєвого зростання, що не дозволило зведеному динамічному показнику цифрової трансформації соціально-економічних систем для першої групи абсолютних показників мати значення, що відповідає необхідному критерію. Це свідчить про необхідність прийняття управлінських рішень для України щодо активізації зусиль з цифровізації соціально-економічних систем.

Результати розрахунків шести зведених показників $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6$ для України, що представлені на рис. 2.6, мають відповідно наступні значення: 0,999; 0,155; 0,120; 1084; 1023; 1,125. Ці значення здебільшого свідчать про позитивну динаміку цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, тобто зміну з часом.

Таблиця 2.16 – Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_{1i} , D_{2i} України за 2017-2021 рр.

$D_{1 1}$	0,840	$D_{2 1}$	0,999
$D_{1 2}$	0,839	$D_{2 2}$	1,031
$D_{1 3}$	1,004	$D_{2 3}$	1,393
$D_{1 4}$	1,264	$D_{2 4}$	2,049
$D_{1 5}$	1,014	$D_{2 5}$	1,008
$D_{1 6}$	1,019	$D_{2 6}$	0,986
$D_{1 7}$	1,009	$D_{2 7}$	1,072
$D_{1 8}$	0,979	$D_{2 8}$	0,998
$D_{1 9}$	1,016	$D_{2 9}$	0,996
$D_{1 10}$	1,011	$D_{2 10}$	1,020
D_1	0,999	D_2	1,155

Джерело: розраховано авторами [30]

Таблиця 2.17 – Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_{3i} , D_{4i} України за 2017-2021 рр.

$D_{3 1}$	1,192	$D_{4 1}$	1,062
$D_{3 2}$	1,097	$D_{4 2}$	1,311
$D_{3 3}$	1,122	$D_{4 3}$	0,989
$D_{3 4}$	1,221	$D_{4 4}$	1,056
$D_{3 5}$	1,123	$D_{4 5}$	0,831
$D_{3 6}$	0,549	$D_{4 6}$	0,872
$D_{3 7}$	1,127	$D_{4 7}$	0,908
$D_{3 8}$	0,946	$D_{4 8}$	0,956
$D_{3 9}$	1,075	$D_{4 9}$	1,086
$D_{3 10}$	1,749	$D_{4 10}$	1,767
D_3	1,120	D_4	1,084

Джерело: розраховано авторами [30]

Таблиця 2.18 – Динамічні показники цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_{5i} , D_{6i} України за 2017-2021 рр.

$D_{5\ 1}$	1,148	$D_{6\ 1}$	2,236
$D_{5\ 2}$	1,051	$D_{6\ 2}$	1,049
$D_{5\ 3}$	1,066	$D_{6\ 3}$	1,235
$D_{5\ 4}$	1,030	$D_{6\ 4}$	1,085
$D_{5\ 5}$	1,143	$D_{6\ 5}$	1,106
$D_{5\ 6}$	1,000	$D_{6\ 6}$	1,000
$D_{5\ 7}$	1,000	$D_{6\ 7}$	1,041
$D_{5\ 8}$	1,222	$D_{6\ 8}$	1,206
$D_{5\ 9}$	1,278	$D_{6\ 9}$	0,290
$D_{5\ 10}$	0,290	$D_{6\ 10}$	1,000
D_5	1,023	D_6	1,125

Джерело: розраховано авторами [30]

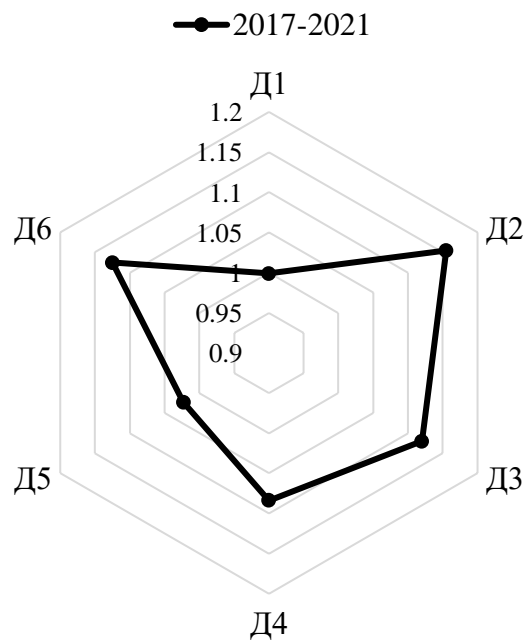


Рисунок 2.6 – Діаграма динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем D_1 , D_2 , D_3 , D_4 , D_5 , D_6 України за 2017-2021 рр.

Цифрова трансформація соціально-економічних та екологічних систем за 2017-2021 роки відбувалася переважно у напрямку прогресу, на що вказує

позитивна динаміка, тобто зміна у часі відповідних зведених динамічних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем.

2.3 Апробація методики оцінювання впливу цифрових трансформацій на економічні та екологічні показники

Сталий розвиток є складним процесом, який включає економічну, соціальну та екологічну частини. Інноваційні технології є ключовим рушієм економічного зростання в країнах і регіонах. Технологічний прогрес дозволяє організовувати виробництво ефективніше та виробляти кращі товари та послуги [31]. Вей Чжан та інші співавтори вивчали вплив цифрової інфраструктури та цифрової інтеграції на загальну продуктивність деяких регіонів Китаю та виявили, що це позитивне та статистично значуще [32]. Соціальний розвиток є однією з найважливіших функцій держави, яка забезпечується, зокрема, економічним зростанням. Соціальні, економічні та культурні наслідки революційних промислових технологій, а також енергоефективні перетворення для сталого розвитку були вивчені Сіневічені [33]; Карінцевою [34]; Климчуком [35]; Хоннінгал Гріттен [36]. Вплив цифровізації на соціальний розвиток країни є комплексним, що наочно ілюструє створення нових цифрових робочих місць. Так, Бальзмаєр і Вертер [37] у своєму дослідженні показали, що інвестиції в цифрові технології збільшують кількість робочих місць для висококваліфікованих працівників і зменшують кількість таких робочих місць для некваліфікованих працівників.

Цифрові перетворення можуть забезпечити швидко зростаюче населення доступом до охорони здоров'я, освіти та банківських послуг. Оскільки кількість людей, які живуть за межею бідності, зменшується, а найпростіші електронні пристрої дешевшають, ІКТ стають доступними для людей у найменш розвинених країнах. До 2030 року цифровізація забезпечить доступ до електронної охорони здоров'я для 1,6 мільярда

людей, залучить майже 450 мільйонів до електронного навчання та заощадить 254 мільярди годин для працівників у різних секторах економіки [27]. У той час як перехід цифрової економіки до сталого розвитку досліджували Веклич [38] і Мельник [39]. Інноваційні стратегії підвищення економічної ефективності та розвитку відновлюваної енергетики висвітлюються Курбатовою [40], Мельником [41], Шкарупою [42] та ін.

Відповідно до концепції, розробленої Організацією економічного співробітництва та розвитку, вплив цифрових перетворень на довкілля можна розділити на такі категорії [43]:

- Прямий (ефект першого порядку) – включає безпосереднє використання природних ресурсів і викиди, спричинені виробництвом, використанням і розпорядженням товарами ІКТ.

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

- Системність (ефект третього порядку) – включає зміни в поведінці суб'єктів господарювання та інші нетехнологічні фактори внаслідок тенденції до впровадження цифрових технологій [44]. Більшість дослідників вважають системний вплив цифрових трансформацій перспективним, але його результати мають значний часовий лаг.

Слід зазначити, що поділ ефектів на перший, другий і третій порядок є досить умовним, оскільки кожен з них може мати істотний вплив на навколишнє середовище.

Авторами були використані дані Світового банку про всі країни-члени ОЕСР [45]. Було кілька прогалин у даних для деяких конкретних штатів, які були заповнені лінійною апроксимацією з наявних даних для цього штату. Також не було доступних даних про нерівність доходів для Нової Зеландії, і цей штат не був включений до списку. Тобто остаточні збалансовані дані містять інформацію про 37 економік країн-членів ОЕСР.

Цифровізація – складний процес, який можна охарактеризувати багатьма показниками. Як було зазначено, існують певні індекси, які мають на меті описати якість цифрових перетворень. Однак деякі з цих індексів стосуються обмеженої кількості країн (наприклад, DESI підсумовує показники цифровізації лише країн-членів Європейського Союзу), інші мають недосконалу методологію або описують лише певний аспект цифровізації (наприклад, електронне урядування).

Згідно з Ціллю 9 Цілей сталого розвитку, уряди повинні значно розширити доступ до інформаційно-комунікаційних технологій і докласти зусиль для забезпечення універсального та доступного доступу до Інтернету. Частка експорту ІКТ та високих технологій у загальній структурі експорту має сприяти формуванню постіндустріальних секторів, що зменшує ступінь викидів CO₂. Крім того, очікується, що експорт високих технологій та інвестиції в дослідження та розробки забезпечать високу додану вартість, що позитивно вплине на ВВП [46].

ВВП на душу населення в постійних цінах вважається одним із найкращих способів описати рівень економічного розвитку держави. Тому він використовується як залежна змінна в першій моделі регресії. Друга модель регресії використовує викиди CO₂ на душу населення як залежну змінну. Викиди CO₂ становлять глобальну загрозу навколишньому середовищу через їх вплив на зміну клімату. Хоча існує багато інших показників для характеристики стану навколишнього середовища, викиди CO₂ на душу населення є одним із найбільш широко використовуваних.

Для урізноманітнення регресійних моделей і для того, щоб нівелювати вплив пропущеної змінної, також було включено кілька інших нецифрових показників. Вони складають частку міського населення; обсяг прямих іноземних інвестицій (у % ВВП); Індекс Джині. Насправді очікується, що не сама урбанізація, а пов'язана з нею концентрація капіталу, спеціалізація робочої сили є позитивними рушійними силами економічного зростання та покращення екологічної ситуації.

У другій регресійній моделі з CO₂ на душу населення як залежною змінною додатково використовуються такі пояснювальні змінні, як частка послуг з доданою вартістю у ВВП (у %), частка доданої вартості промисловості у ВВП (у %). І економічна, і екологічна моделі включають інституційну фіктивну змінну – членство в Європейському Союзі. ЄС є організацією зі спільною енергетичною стратегією, яка відображена в звітах ЄС про енергетичний союз [47]. Таким чином, важливо дослідити, який вплив має членство в ЄС на кількість викидів CO₂ на душу населення.

Опис першої регресійної моделі наведено нижче.

$$BBP_t = F(iiu_t, ie_t, hte_t, rd_t, up_t, fdi_t, gin_t, eu_t) \quad (2.1)$$

де: залежною змінною є BBP_t (ВВП на душу населення (у постійних цінах)).

Незалежні змінні включають:

iiu_t – кількість користувачів мережі Інтернет серед усього населення (у %),

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

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

rd_t – витрати на дослідження та розробки в частках ВВП (у %)

up_t – частка міського населення (у %)

fdi_t – сума прямих іноземних інвестицій (у % ВВП)

gin_t – індекс Джіні

eu_t – інституційна фіктивна змінна – членство в ЄС (1 – член ЄС, 0 – не член ЄС).

Наступна модель регресії описана нижче.

$$CO2_t = F(gdp_t, iiu_t, ie_t, hte_t, rd_t, sva_t, iva_t, up_t, fdi_t, gin_t, eu_t) \quad (2.2)$$

де залежною змінною є $CO2_t$ (кількість викидів CO2 на душу населення в метричних тоннах).

Незалежні змінні включають:

$gdp_t, iiu_t, ie_t, hte_t, up_t, fdi_t, gin_t$ і eu_t як пояснюється в моделі ВВП вище.

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

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

Після обговорення методології та опису даних необхідно побудувати належну економетричну модель для оцінки відповідних економічних та екологічних ефектів процесів, пов'язаних із цифровими трансформаціями. Результати такої оцінки наведені в таблиці 2.19.

Таблиця 2.19 – Емпіричні результати впливу цифрових чинників на ВВП на душу населення для 37 членів країн ОЕСР

Регресія GLS із випадковими ефектами Групова змінна: id R-sq: в межах = 0,1262 між = 0,2837 загалом = 0,2771 Wald chi2(8) = 66.80 corr(u_i, X) = 0 (assumed)				Кількість обстежень = 444 Кількість груп = 37 обстежень на групу: min = 12 avg = 12.0 max = 12 Prob > chi2 = 0.0000		
gdp	Coef.	Std.Err.	z	P> z	[95%Conf.	Interval]
iiu	69.73237	17.61761	3.96	0.000	35.20249	104.2623
ie	72.09732	51.80319	1.39	0.164	-29.43507	173.6297
ht	.2285991	.3181223	0.72	0.472	-.3949091	.8521073
rd	-442.504	547.212	-0.81	0.419	-1515.02	630.0118
up	299.7267	131.7965	2.27	0.023	41.4103	558.0432
fdi	-13.04004	10.94944	-1.19	0.234	-34.50055	8.420477
gin	-196.6199	100.698	-1.95	0.051	-393.9843	.7445448
eu	-2736.184	4722.086	-0.58	0.562	-11991.3	6518.934
_cons	15005.01	11259.05	1.33	0.183	-7062.331	37072.34

Джерело: побудовано авторами

Результати регресійного аналізу демонструють, що доступ до Інтернету, як економетричний інструмент досягнення цифровізації та

зниження трансакційних витрат, має позитивний і статистично значущий вплив на ВВП на душу населення. Так, при збільшенні користувачів Інтернету на 1% ВВП на душу населення зростає в середньому на 69,73 дол. Крім того, частка експорту ІКТ та високих технологій у його загальній структурі позитивно впливає на ВВП на душу населення, але цей вплив є статистично незначущим.

Прямі іноземні інвестиції виявилися незначущим фактором, тоді як збільшення рівня урбанізації на один відсоток призводить до зростання ВВП на душу населення на 299 доларів США, що означає, що урбанізація та пов'язана з нею концентрація капіталу є позитивними рушійними силами економічного зростання. Також збільшення коефіцієнта Джині на один процентний пункт призвело до зниження ВВП на 196 дол. США на душу населення через структурні зрушення у сукупному попиті.

Крім того, серед нецифрових факторів частка міського населення має статистично значущий позитивний вплив на ВВП на душу населення.

Результати регресійного аналізу (табл. 2.20) показують, що статистично значущий вплив на викиди CO₂ на душу населення має покращення цифрових перетворень (як за показником користувачів Інтернету, так і за часткою високотехнологічного експорту) мають статистично незначущий вплив на викиди CO₂.

Крім того, серед нецифрових факторів індекс Джині має статистично значущий вплив на викиди CO₂, а збільшення коефіцієнта Джині на один процентний пункт призводить до зниження CO₂ на душу населення на 0,12 тонни на душу населення. Збільшення нерівності призводить до зменшення викидів вуглекислого газу через нерівномірне споживання енергетичних ресурсів. Поліпшення досягнень, пов'язаних з урбанізацією, призводить до зменшення викидів CO₂ на душу населення.

Таблиця 2.20 – Емпіричні результати впливу цифрових факторів на викиди CO₂ на душу населення

Регресія GLS із випадковими ефектами Групова змінна: id R-sq: в межах = 0,1977 між = 0,004 загальний = 0,002 Wald chi2(8) = 79.86 corr(u_i, X) = 0 (assumed)				Кількість обсервації = 444 Кількість груп = 37 Показники на групу: min = 12 avg = 12.0 max = 12 Prob > chi2 = 0.0000		
co2	Coef.	Std.Err.	z	P> z	[95%Conf.	Interval]
ie	.0215052	.0185042	1.16	0.245	-.0147624	.0577728
ht	-.0001307	.0001145	-1.14	0.254	-.0003551	.0000937
rd	.3235669	.1895172	1.71	0.088	-.0478799	.6950137
sva	.0017258	.0577438	0.03	0.976	-.11145	.1149016
iva	.1166888	.053321	2.19	0.029	.0121815	.2211962
up	-.1409351	.0378489	-3.72	0.000	-.2151176	-.0667526
fdi	.0022566	.0039558	0.57	0.568	-.0054966	.0100097
gin	-.1238433	.0342205	-3.62	0.000	-.1909143	-.0567723
eu	-2.00937	1.330414	-1.51	0.131	-4.616934	.5981945
_cons	20.35112	5.747713	3.54	0.000	9.085806	31.61643

Джерело: побудовано авторами

Інституційна змінна показала, що членство в ЄС має статистично незначущий вплив на викиди CO₂. Цей результат відрізняється від Kahouli (2019), який підкреслив, що країни ЄС ОЕСР мають кращі екологічні показники, ніж члени ОЕСР, які не входять до ЄС.

Згідно з результатами дослідження, основним завданням для політиків є сприяння цифровим перетворенням для сприяння економічному зростанню. Доведено, що цифровізація позитивно впливає на економічну, але не екологічну успішність країни. Пропонуються певні рекомендації для політиків:

- настійно рекомендується забезпечити доступ до Інтернету для всіх груп населення. Це можна успішно реалізувати шляхом співпраці з приватними компаніями (інтернет-провайдерами).
- важливо розширювати мережу мобільного зв'язку шляхом створення державних програм.

- саме уряди повинні стимулювати інновації за допомогою політичних механізмів. Наприклад, політики повинні надавати певні фіскальні стимули (податкові субсидії, гранти) для високотехнологічних компаній, забезпечувати верховенство права у сфері прав інтелектуальної власності, закуповувати більше інноваційних товарів і послуг [48].

Цифрові трансформації є важливим інструментом реалізації переходу до сталого розвитку, зокрема через Цілі сталого розвитку. Вплив цифровізації на економічний та екологічний розвиток країн-членів ОЕСР доводить ефективність інвестування в цифровізацію для сприяння економічному зростанню. Отже, результати регресійного аналізу показують, що кількість користувачів Інтернету серед усього населення має позитивний і статистично значущий корелятив ВВП на душу населення. Коли кількість користувачів Інтернету зростає на 1%, ВВП на душу населення зростає в середньому на 69,73 доларів США. Крім того, частка експорту ІКТ та високих технологій у його загальній структурі позитивно впливає на ВВП на душу населення, але цей зв'язок є статистично незначущим. Кількість користувачів Інтернету серед усього населення має статистично незначущий вплив на викиди CO₂ на душу населення. Навпаки, процеси, пов'язані зі сприянням урбанізації, зменшенням нерівності доходів і зменшенням частки промислового виробництва, є важливими рушійними силами скорочення CO₂ на душу населення.

Крім того, на скорочення викидів CO₂ впливає збільшення частки високотехнологічного експорту в загальній структурі експорту, але ці зв'язки статистично незначущі. Інституційна змінна показала, що членство в ЄС має статистично незначущі зв'язки з ВВП на душу населення та викидами CO₂ на душу населення. Основний висновок полягає в тому, що цифрові трансформації сприяють дематеріалізації економічних систем, сприяють економічному зростанню, але не стимулюють скорочення CO₂.

3 ОБҐРУНТУВАННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ, ІНСТРУМЕНТІВ ЩОДО ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО СЕСТЕЙНОВОГО РОЗВИТКУ

3.1 Інструментарій забезпечення інноваційного сестейнового розвитку економічних систем на основі урахування економічних, техноогічних, екологічних та соціальних флуктуацій

Національна економічна система швидко адаптується до позитивних шоків зовнішнього характеру, проте адаптація до негативних зовнішніх шоків та флуктуацій відбувається набагато повільнішими темпами. Причини занепаду соціально-економічних систем можна схематично подати через матрицю пов'язаних факторів зовнішнього і внутрішнього значення з декількома пріоритетними напрямками економічного, соціального, політичного та екологічного спрямування. До зовнішніх причин зниження ефективності функціонування соціально-економічних систем необхідно віднести: погіршення економічної кон'юнктури, соціальну асиметрію регіонального розвитку, антикризові політичні програми, стихійні лиха. Серед зовнішніх факторів економічного спрямування, що є визначальними з точки зору занепаду соціально-економічних систем необхідно виділити порушення кон'юнктури. Погіршення економічної кон'юнктури є особливо актуальною проблемою для національної економіки України. Так, значна імпортозалежність від енергетичних ресурсів та експортоорієнтованість провідних індустріальних галузей ставить під загрозу не лише функціональність соціально-економічних систем, проте і безпеку національної економіки. До цієї категорії відносять зменшення попиту на ключові експортні товари (вироби з металу, продукція сільського господарства, продукція хімічної промисловості та ін.) та відповідне зменшення економічної потужності ключових виробників. Національні підприємства, що працюють у сфері

міжнародного поділу праці, є зазвичай містоформувальними та основними наповнювачами бюджетів відповідних рівнів. До причин порушення кон'юнктури необхідно віднести появу міст, території чи регіонів зі значними фінансовими проблемами, в основу яких покладено скорочення ресурсної бази. Наприклад, вичерпання покладів мінеральної сировини при незначній спеціалізації відповідної території може нанести значні збитки шахтарським спільнотам. Таким чином, порушення кон'юнктури ставить під загрозу функціонування соціально-економічних систем, що значною мірою залежать від фінансування саме з місцевих джерел.

Зовнішні кон'юнктурні економічні порушення найчастіше супроводжуються виникненням соціальних асиметрій. Під соціальними асиметріями територіального рівня розуміють зміну структури працездатного населення та населення пенсійного віку, зменшення населення шкільного віку та ін. У проблемних регіонах можуть залишитися найменш мобільні та найменш економічно активні верстви населення, а саме пристарілі, бідні та недієдатні. Закриття шкіл у проблемних територіях та об'єднання адміністративних одиниць з відповідним скороченням соціально-економічних систем є політичним рішенням на підставі неможливості вирішити проблему соціальної асиметрії. Антикризові політичні програми як фактор уразливості соціально-економічних систем інколи передбачають: антициклічні програми зайнятості, довгострокові державні програми (фундаментальні дослідження медичного, фізичного, біологічного спрямування). Зазначені проблеми характеризуються політичною спрямованістю, спрямованою на формування критичної маси вирішення проблеми з подальшим скорочення програми у міру її реалізації.

Існує також значна кількість наукових гіпотез, що пояснюють виникнення флуктуацій в економічній системі на основі різного роду шоків. Так, шоки з боку енергетичних ресурсів широко відображені в дослідженнях економічних флуктуацій. Згадані шоки були внесені до структури моделей

реального бізнес-циклу, проте пояснювальна сила таких шоків була незначною. Ціни на енергетичні ресурси мають значну волатильність, а самі енергетичні затрати є незначними в більшості країн як частка доданої вартості. Інвестиційно-технічний шок містить технічні досягнення, що сприяють підвищенню продуктивності праці, проте цей шок не впливає на продуктивність існуючого капіталу. Основною характеристикою інвестиційно-технічного шоку є створення умов для виробництва більш продуктивного обладнання, підвищуючи віддачу на інвестиції.

Як правило (це було зазначено ще М. І. Туган-Барановським), промисловій кризі передують фондова криза. На фоні загального економічного зростання відбувається зростання вартості цінних паперів, проте швидкість їх зростання та відповідно вартість можуть формуватися на основі спекулятивного попиту. Після того як виявиться, що вартість цінних паперів дуже завищена, відбувається корекція їх курсу. Останнє найчастіше стає початком краху фондового ринку, який не відразу переноситься на реальну економіку у сферу виробництва. Проте в будь-якому випадку колапс фондового ринку з деяким часовим лагом обов'язково негативно відіб'ється на сфері виробництва.

За масштабністю наслідків поточні спади відносно неглибокі: ВВП знижується не більше ніж на 2 % за 1 рік. Для Західної економічної системи найбільш кризовими виявилися 1929–1933 рр., коли валовий продукт у США знизився більше, ніж на 35 %, доходи на душу населення зменшилися на 30 %, 25 % працездатного населення залишилося без роботи.

Ще в кінці XIX століття було відмічено, що « ... війни, неврожаї, зловживання кредитами, надмірна емісія готівкових коштів – усі ці причини не можуть спричинити промислової кризи, якщо немає для цього підґрунтя з боку національного господарства країни. Як остання крапля води, переповнюючи чашу, вони можуть лише прискорити наближення промислової кризи, проте лише в тому разі, якщо стан грошового і торгового

ринків призвів до промислової невідвортної кризи» [49]. Таким чином для прояву економічної кризи мали сформуватися усі передумови.

Стихійні лиха є важливим зовнішнім фактором, які можуть визначати і впливати на територіально-виробничі системи. Так, різні країни, по різному адаптуються до кліматичних змін та збільшення екстремальних температур влітку. У таких умовах вплив спеки є найбільш згубним. Бетонні блокові будинки, часто й цегляні, теплоізолюються самостійно населенням (зазвичай плитами з пінополістиролу) для підтримання комфортного температурного режиму. Крім індивідуальних адаптаційних заходів щодо зменшення впливу спеки на стан здоров'я населення, необхідно розробляти ще й загальнорегіональні (чи навіть національні) плани адаптації. Одним із позитивних прикладів може служити план дій «Спека» у регіоні Міді-Піранеї (Франція). Так, план «Спека» складається з чотирьох рівнів; перший рівень автоматично активізується 1-го червня. Перший рівень включає спостереження за сезонними температурами, що проводяться метеослужбою Франції. Другий рівень – попередження та дії. Інститут здоров'я за умови перевищення впродовж трьох днів підряд 34 °С денної температури та 21 °С вночі попереджає прем'єр-міністра, який, у свою чергу, інформує префектів французьких департаментів. Проте якщо спека триває більше трьох днів, то активізується третій рівень – засідання міністерської комісії для організації антикризових заходів. Префекти департаментів розпочинають плани дій, що насамперед стосуються лікарень, аварійно-рятувальних служб та вразливих верств населення. Четвертий рівень – посилення діяльності, розгортання армії, звертання до населення через ЗМІ. План боротьби зі спекою передбачає захист людей груп ризику (літні, недієздатні, діти) та госпіталізованих до лікарень; оповіщення населення на підставі біометеорологічного оцінювання; підтримка осіб групи ризику; інформація та зв'язок із громадськістю, фахівцями та медичними установами.

Сучасний клімат та погодні умови відрізняються сильними флуктуаціями порівняно з аналогічними показниками минулих десятиліть. Так, зима 2011–2012 рр. характеризувалися тим, що перша половина січня була аномально теплою, а середні температури з кінця січня до середини лютого були на 9–15 °С нижчими від норми. Кліматичні флуктуації чітко простежуються у зміщенні метеорологічних сезонів. Наприклад, метеорологічна весна 2012 р. була досить короткою, а літо розпочалося у середини травня і тривало до середини вересня, а в південній частині країни – до середини жовтня. Нерівномірними стали характер і розподіл опадів із частими зливами в одних районах і засухами – в інших. Влітку 2012 року було зафіксовано значну кількість температурних рекордів у південно-західній частині країни: +36°–41 °С. А в цілому по Україні середньомісячна температура повітря перевищувала норму на 2,0–3,6 °С в червні і на 2,5–5,5 °С – в липні. Наприклад, відповідно до інформаційних спостережень об'єднаної гідрометеорологічної станції Київ Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського, максимальна температура повітря 29 червня 2022 року у Києві досягла +34,4°С, що є абсолютним рекордом за усі часи спостереження [50].

Кількість опадів у весняні та літні місяці була маже однаковою і нижчою за норму, проте зросли опади у серпні та жовтні (150–200 % від норми). Саме згадані вище температурні рекорди можна розглядати як аналог флуктуацій стану природно-кліматичної системи з відповідним впливом на соціально-економічну систему.

До важливих внутрішніх факторів економічної ефективності соціально-економічних систем необхідно віднести: організаційну дисфункцію, політичну уразливість та екологічний колапс. Організаційна дисфункція соціально-економічних систем складається із сукупності системних та управлінських помилок, до складу яких відносять: неефективні методи мотивації, децентралізацію влади при невизначеній відповідальності, складний та непослідовний контроль, відсутність

ефективної комунікації з керівництвом, відсутність механізму самообмеження та самоконтролю, бюрократичні підходи до кар'єрного росту, значну плінність кадрів та ін. Політична уразливість полягає у неспроможності соціально-економічних систем протистояти та вирішувати ключові функції управління та контролю. Насамперед це може бути обумовлено відсутністю досвіду та не розробленістю програми розвитку (політичної програми). Політична уразливість є важливим фактором ризику дієвості молодих соціально-економічних систем, де значна частка ефективності реалізується саме завдяки лідерству окремих організаторів. Що стосується соціально-економічних систем зі значною історією розвитку, то вони є менш залежними від можливих змін лідерства, оскільки мали досить часу для вироблення ефективних інститутів контролю та самоналаштування.

Для підтримки нормальної роботи соціально-економічних систем потрібно повною мірою використовувати увесь наявний потенціал. Впершу чергу, це стосується місцевої влади та місцевих адміністрацій. Відповідно до Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні» до екологічної та соціальної компетенції місцевих органів самоуправління відносять:

- затвердження цільових місцевих екологічних програм;
- ухвалення рішень про організацію територій і об'єктів природно-заповідного фонду місцевого значення та територій особливої охорони й збереження;
- підготовка та внесення пропозицій щодо оголошення природних та інших об'єктів, що мають екологічну, історичну, культурну та ін. цінність, пам'ятками природи, історії або культури, які охороняються законом;
- надання дозволів у встановленому порядку на розміщення на території громади нових об'єктів (зокрема, звалищ відходів);
- розгляд і узгодження планів роботи виробничих підприємств (зокрема тих, що не належать до комунальної власності громади), реалізація

яких може спричинити негативні наслідки (соціальні, демографічні, екологічні та інші);

- контроль у встановленому порядку за належною експлуатацією та організацією обслуговування населення підприємствами ЖКГ, торгівлі та громадського харчування, транспорту, зв'язку, за технічним станом об'єктів нерухомого майна усіх форм власності;

- у разі виявлення порушень (охорони праці, екологічних, санітарних правил, інших вимог законодавства) ухвалити рішення про скасування даного ними дозволу на експлуатацію об'єктів;

- установлення ставки земельного податку, плати за користування природними ресурсами, надання під забудову та для інших потреб земель, що є у власності громади;

- визначення в установленому порядку розмірів відшкодувань за забруднення довкілля та інші екологічні збитки підприємствами організаціями;

- установлення плати за користування комунальними та санітарними мережами відповідних населених пунктів;

- створення місцевих екологічних автоматизованих інформаційно-аналітичних систем.

Екологічний колапс пов'язаний із виникненням значних порушень навколишнього природного середовища, внаслідок нераціонального ведення господарювання, що ставить під загрозу проживання населення на відповідній території. На підставі наведеного аналізу причин виникнення основних загроз ефективного функціонування соціально-економічних систем варто подати стратегії мінімізації негативних впливів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Стратегія мінімізації впливу основних факторів уразливості соціально-економічних систем

Фактор уразливості	Напрямок розроблення стратегії мінімізації впливу
Зовнішні <i>Погіршення кон'юнктури</i>	Стимулювання диверсифікації випуску продукції національними виробниками. Сприяння у разі виходу на нові закордонні ринку збуту. Упровадження спеціальних програм розвитку в регіонах, що найбільше постраждали від погіршення зовнішньої кон'юнктури та перебувають у застої
<i>Соціальна асиметрія</i>	Упровадження цільових програм територіального вирівнювання соціальної нерівноваги, шляхом створення нових робочих місць та підвищення соціальної захищеності населення відповідних територій
<i>Антикризові політичні програми</i>	Упровадження лише тих антикризових програм і на той термін, що його вимагає циклічність розвитку національної економіки. Регулярний перегляд ефективності цільових програм 1 раз на 3–5 років для припинення неефективних, або таких, що себе уже реалізували (вичерпали)
<i>Стихійні лиха</i>	Попереджувальні заходи з будівництва дамб, водосховищ, заліснення територій та ін. Проведення завчасного страхування можливих потенційно уразливих територій для розподілу ризиків та пришвидшення відновлення у разі настання надзвичайних подій
Внутрішні <i>Організаційна дисфункція</i>	Підвищення контролю та відповідальності за ухвалені рішення представниками державних організацій. Використання прогресивного досвіду ЄС щодо процедури найму службовців, де всі питання щодо працевлаштування в інституціях ЄС вирішуються у невеликій організації
<i>Політична вразливість</i>	Підвищення ефективності існуючих політичних інститутів та створення нових, що будуть гарантувати ефективність державного управління, зокрема в умовах неявно вираженого лідерства
<i>Екологічний колапс</i>	Проведення попереджувальних заходів, підвищення жорсткості національної екологічної політики. Упровадження гнучкої системи стимулювання екоінновацій. Підтримка та диверсифікація виробництва у регіонах із підвищеним ризиком виникнення екологічних катастроф

Джерело: складено авторами

Не останню роль в виникненні екологічних шоків відіграють кумулятивні проблеми у лісовому господарстві. За оцінками вчених, ліс в

Україні може забезпечити понад 50 різних соціальних, екологічних та економічних функцій. У разі вирубування лісів реалізуються лише 1 – 2 економічні функції і губляться всі інші. Понад 20 виконуваних лісами функцій пов'язані з підтриманням стійкості екологічних та культивованих еколого-економічних систем. За даними Національного інституту стратегічних досліджень, найбільші лісні масиви сконцентровані на півночі (Житомирська, Рівненська, Київська, Чернігівська, Волинська області) та заході України (Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Чернівецька області). Значний дефіцит лісних ресурсів спостерігається на півдні та сході України (Миколаївська, Запорізька, Херсонська, Дніпропетровська, Одеська, Кіровоградська, Донецька та Полтавська області). Офіційна статистика свідчить, що лісистість території України становить 15,6 % [51] проте останні тенденції в незаконних вирубуваннях лісу та його експорт є свідченням того, що лісистість країни є значно нижчою, ніж очікується.

Більше того, дуже часто безсистемним вирубуванням лісових масивів «включається» механізм саморуйнування екосистем. Сьогодні в Україні вирубування лісів, на жаль, упритул наблизилося до небезпечної межі, за якою можуть початися неконтрольовані процеси деградації екосистем. Так, відповідно до даних Державного агентства лісових ресурсів України відношення площі відтворення лісів до площ зрубів у 2009 році становила 1,89 рази, проте уже в 2014 році відповідний показник був на рівні 1,14. У 2021 році в Україні відтворено лісів на площі 44,6 тисячі га (створено нових лісів – 3,2 тисяч га). Збільшення обсягів відтворення лісів пояснюється залісненням на місцях великих згарищ 2020 року. Це пояснюється прийнятим курсом на поетапний перехід від суцільних до поступових та вибіркового систем рубок, як це відбувається в європейських країнах.

На території Львівської, Івано-Франківської, Закарпатської та Чернівецької областей спостерігається значне всихання ялиників, що ростуть у невідповідних лісорослинних умовах на площі 180 тис. га. Всихання ялиників у Карпатах та всій Центральній Європі розглядається

як стихійне лихо, спричинене послабленням природного імунітету до таких шкідників, як коренева губка та опеньок. Основними факторами подібних процесів є глобальне потепління й техногенні впливи. Важливим залишається фактор накопичення сухостійної деревини у природно-заповідних місцях регіону, де обмежено чи заборонено лісогосподарську діяльність, останнє сприяє поширенню корневих гнилей та стовбурових шкідників [52].

Що стосується державної підтримки територій, які зазнали збитків від стихійного лиха чи дією обставин непереборної сили, то в даних випадках завдані збитки, точніше компенсаційні виплати населенню та суб'єктам господарювання можуть бути визнаними безнадійною заборгованістю і не повертатися державними органами. Безнадійна заборгованість такого виду унаслідок неспроможності боржника погасити заборгованість через дію обставин непереборної сили чи стихійного лиха відшкодовується за рахунок страхового резерву. Умовою визнання заборгованості безнадійною є рішення Президента про запровадження надзвичайної екологічної ситуації в окремих місцевостях або рішення КМУ про визнання окремих територій, такими, що постраждали від повені, засухи, пожеж та інших видів надзвичайних подій природного характеру. Державна підтримка в умовах виникнення природних подій надзвичайного характеру є необхідним інструментом забезпечення еколого-економічної безпеки країни. Проте необхідно пам'ятати, що кожна окрема економічна система будь-якого рівня повинна докладати максимум зусиль для протидії негативним флуктуаціям та забезпечення сестейновості розвитку. Ключова роль у переході країни до екологічно сталого розвитку належить економічній системі. Саме вона є основним джерелом виникнення соціальних та екологічних проблем, їй належить провідна роль і у формуванні основних напрямків їх вирішення. Це стає зрозумілим, коли ми переходимо до аналізу стану природно-ресурсного потенціалу країни.

3.2 Система розрахункових алгоритмів, методів та моделей для обґрунтування управлінських рішень щодо цифрової трансформації секторів національної економіки та рекомендацій щодо їх реалізації у просторі та часі

Розроблення управлінських рішень спрямоване на вирішення проблем та протиріч функціонування і розвитку об'єкта, процесу чи явища. Важливим у цьому процесі є всебічний та вичерпний аналіз об'єкта управління. У свою чергу, для проведення такого аналізу важливо розробити критерії для прийняття управлінських рішень. Критерії прийняття управлінських рішень є нормативною базою для оцінки та подальшого вибору альтернатив функціонування і розвитку об'єкта управління.

Саме тому розроблення системи показників та критеріїв оцінювання цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, що враховує аспекти простору та часу (структуру та динамічність), є важливим завданням у процесах цифровізації суспільних відносин як на етапі прийняття управлінського рішення (оцінювання та вибір альтернатив функціонування і розвитку систем), так і на етапі реалізації управлінських рішень (оцінювання та контроль об'єкта управління, розроблення корегувальних дій, удосконалення методології оцінювання). При цьому як на етапі прийняття управлінських рішень, так і на етапі їх реалізації розроблена система показників дозволяє врахувати фундаментальні аспекти системи, що розглядається – аспекти структурності (комплексності та збалансованості аналізу, виявлення внутрішніх закономірностей розвитку системи) та динамічності (зміна параметрів системи у часі, зміни та невизначеність факторів зовнішнього середовища соціально-економічних та екологічних систем щодо реалізації завдань цифрової трансформації). При цьому динамічний аспект враховує також зміни у процесах розвитку, а не тільки зміни параметрів функціонування систем, оскільки будь-яка

соціально-економічна та екологічна система характеризується процесами функціонування та розвитку. У контексті вирішення завдань цифрової трансформації завдання розвитку, тобто структурних та якісних змін в об'єктах, постають особливо важливими. Динамічність може характеризувати і зміну внутрішніх тенденцій та закономірностей розвитку соціально-економічних та екологічних систем.

Вище описано процес прийняття управлінського рішення. На цьому етапі додатково потрібно враховувати низку аспектів. Наступним етапом є реалізація управлінських рішень задля досягнення мети функціонування і розвитку соціально-економічних та екологічних систем різних рівнів. Процес реалізації управлінського рішення, як одна з базових з'єднувальних ланок систем у соціально-економічній та екологічній сферах, передбачає формування і іншої не менш важливої з'єднуючої ланки – інформаційних потоків у системі. Насамперед, це процеси доведення прийнятих рішень до їх виконавців, організація виконання рішень та формування системи оцінки і контролю реалізації рішень, а також встановлення зворотного зв'язку від об'єкту управління.

Розглянемо більш детально додаткові аспекти прийняття управлінських рішень. На етапі прийняття управлінського рішення при вирішенні проблеми, яка відповідає встановленій цілі, важливо врахувати взаємопов'язані управлінські рішення при виконанні усіх функцій управління (планування, організація, мотивування та контроль). Цей аспект важливий для формування засад майбутньої успішної реалізації управлінських рішень при вирішенні конкретних завдань та досягнення цілей у сфері цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем.

Наступним аспектом є контроль всебічності рішення та його збалансованості. Тобто потрібно враховувати інтереси усіх зацікавлених сторін у процесі цифрової трансформації конкретної соціально-економічної та екологічної системи. Збалансованості рішення можна досягти за

врахуванням інтересів стейкхолдерів у цілях системи, які ґрунтуються на виявленій проблемі системи у сфері цифрової трансформації.

Наступним аспектом, який потрібно врахувати, це складність об'єкта управління. Складність об'єкта управління (соціально-економічних та екологічних систем) доцільно досліджувати, спираючись на системну методологію розвитку. Із застосуванням системного підходу, відповідно до основних його принципів, стає можливим дослідження складності об'єкта, внутрішніх тенденцій його розвитку, динамічності, впливу на нього факторів зовнішнього середовища, визначення внутрішніх тенденцій його розвитку та логічних етапів процесів функціонування і розвитку.

Запропонована система показників та критеріїв оцінювання цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем різних рівнів враховує принципи системного підходу. При цьому виокремлюються визначені напрями та завдання цифровізації суспільних відносин, а саме: соціально-економічних та екологічних систем різних рівнів.

Виходячи із складності об'єкта управління, а також враховуючи фактори зовнішнього середовища, його динамічність та невизначеність, управлінські рішення відповідно можуть бути запрограмовані та незапрограмовані. Якщо об'єкт управління характеризується високим рівнем складності, то і відповідні проблеми як базис для прийняття управлінських рішень, є неструктурованими, а управлінське рішення є незапрограмованим, тобто без детермінованого алгоритму дій. Це означає, що управлінські рішення мають враховувати вихідну складність об'єкта, його динамічність та невизначеність умов прийняття рішень.

Соціально-економічні та екологічні системи будь-яких рівнів відносяться до класу дуже складних систем. Враховуючи додатково природу процесів цифрової трансформації та динамічність факторів, які впливають на ці процеси, процес прийняття і реалізації управлінських рішень щодо управління соціально-економічними та екологічними

системами слід характеризувати як складний та такий, що здійснюється в умовах невизначеності.

При реалізації управлінських рішень у цій сфері слід також керуватися принципами динамічності та всебічного аналізу релевантних факторів впливу на об'єкт управління. Тобто при реалізації управлінських рішень у сфері цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем слід враховувати аспекти простору та часу.

Розроблена система показників та критеріїв оцінювання і планування розвитку соціально-економічних та екологічних систем дозволяє усунути внутрішню та зовнішню невизначеність у процесі управління, оскільки надає можливість збалансовано оцінити за показниками і критеріями стан цифрової трансформації об'єктів і врахувати фактор динаміки зовнішнього середовища.

Враховуючи вищенаведені положення, алгоритм прийняття управлінських рішень на основі системи показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем можна відобразити так, як показано на рисунку 3.1.

Попередньо авторами розроблено систему показників та критеріїв для оцінки стану і динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, а також проведено розрахунки щодо стану та динаміки цих процесів для України. Результати розрахунків та використання абсолютних і відносних показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем України свідчать про позитивні зрушення у цьому напрямку країни.

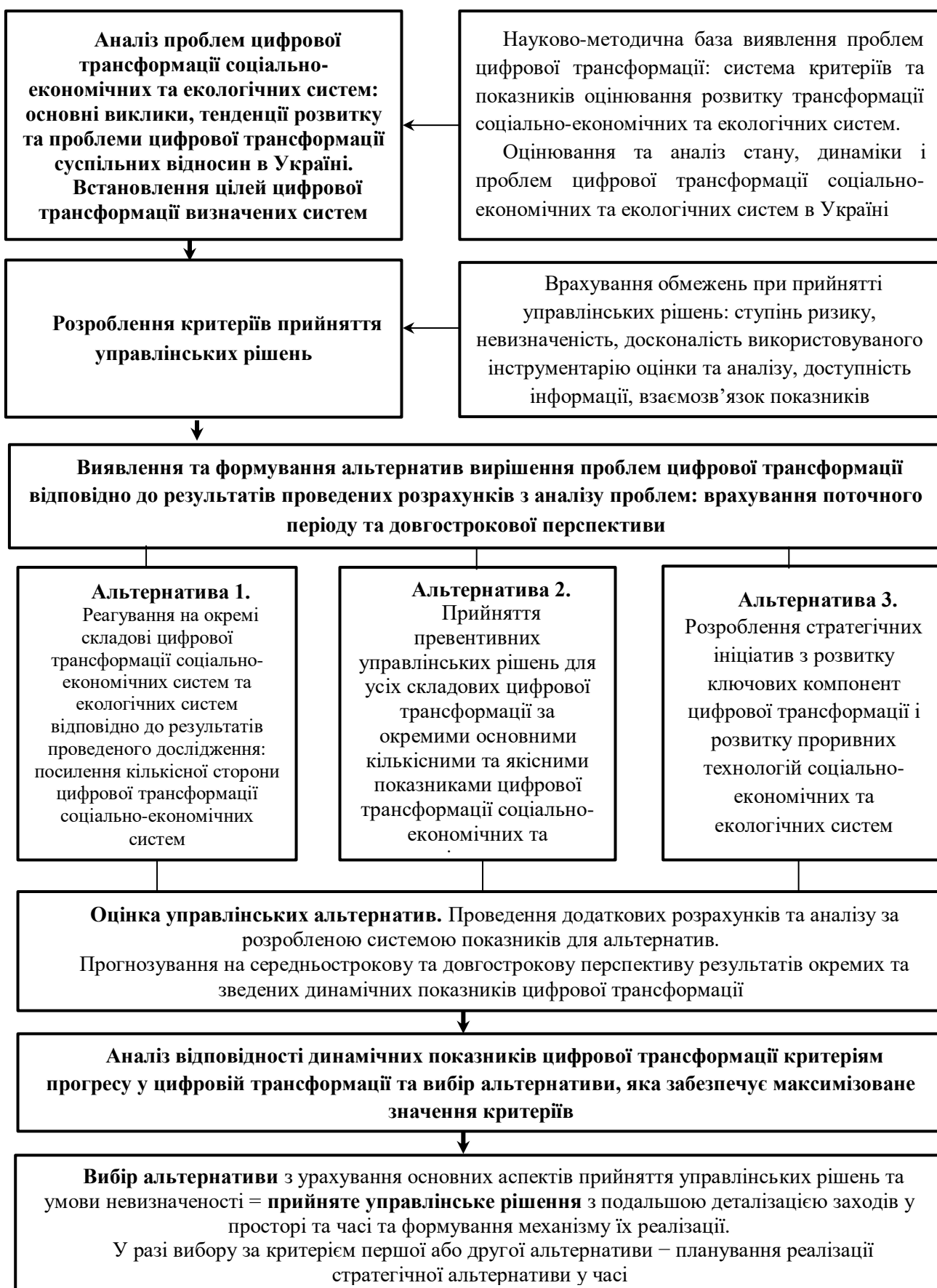


Рисунок 3.1 – Алгоритм прийняття управлінського рішення цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем.

Джерело: побудовано авторами

Разом з тим, деякі з абсолютних показників дозволяють виявити окремі підпроблеми процесів цифрової трансформації України. Значення абсолютних показників за окремими напрямами цифрової трансформації, а також стратегічні перспективи покращення всього процесу слугує в алгоритмі прийняття управлінських рішень щодо цифрової трансформації України результатом аналізу проблем та основних викликів зовнішнього середовища з релевантними факторами щодо цієї сфери розвитку країни. При цьому на даному етапі, окреслюючи проблему повністю, потрібно враховувати і стратегічний аспект, тобто спиратися і на перспективи цифрової трансформації, а не тільки на отримані значення абсолютних показників у системі оцінки за окремими напрямами цифровізації суспільних відносин.

Базисом, що інтегрує усі виклики, можуть слугувати Цілі сталого розвитку, котрі враховують системно екологічну, соціальну та економічну складові системи суспільних відносин. Відповідні окремі фактори та тенденції розвитку цифрової трансформації слід враховувати у контексті реалізації Цілей сталого розвитку.

За результатами розрахунків стану та динаміки цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем для України було виявлено негативну динаміку зведеного динамічного показника, розрахованого за абсолютними показниками цифрової трансформації соціально-економічних систем України. Основними факторами спадної динаміки у цьому напрямі було визначено такі: зменшення кількості державних установ, які мають доступ до Інтернету, кількості державних установ, які передбачають застосування інструментів електронної демократії, а також кількості підприємств, які користуються методами аналізу великих даних та проводять такий аналіз.

За допомогою системи індивідуальних та зведених показників і критеріїв цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем проблема проаналізована та оцінена комплексно, що є вихідною

точкою алгоритму прийняття управлінських рішень. За кількісними та якісними показниками цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем потрібно виокремити підпроблеми цифрової трансформації соціально-економічних систем у кількісному відношенні, якісної сторони цифрової трансформації соціально-економічних систем, кількісної сторони цифрової трансформації екологічних систем, якісної сторони цифрової трансформації екологічних систем, а також підпроблеми цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, враховуючи розвиток проривних технологій у якісному та кількісному аспектах.

При цьому до вказаних вище підпроблем потрібно додати і визначені стратегічні орієнтири з подальшими стратегічними ініціативами щодо розвитку усіх напрямів цифрової трансформації та розвитку проривних технологій у країні, що може слугувати у якості стратегічної альтернативи, тобто альтернативи при прийнятті управлінських рішень, що може обиратися та реалізуватися у запланованому періоді.

Крім аналізу стратегічних перспектив розвитку основних компонент цифрової трансформації у межах запропонованої системи її оцінки, доцільно виявляти та моніторити основні тенденції у сфері цифровізації суспільних відносин на міжнародному та світовому рівнях для забезпечення проактивних, а не тільки превентивних рішень та дій.

Виділені підпроблеми цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем у результаті розрахунків потребують якнайшвидшого прийняття управлінських рішень.

У межах аналізу проблеми цифрової трансформації систем доцільно визначити і фактори, які впливають на усі ці процеси, а також взаємозв'язок між факторами при подальшому аналізі альтернатив.

Наступним етапом в алгоритмі прийняття управлінського рішення, після виявлення та аналізу проблем, є розроблення та вибір системи критеріїв прийняття управлінських рішень. За критеріями стає можливим

оцінювання альтернатив для подальшого вибору найбільш прийнятної. Розроблені критерії відображають головні ознаки досліджуваних процесів, за оцінкою та аналізом яких приймаються та реалізуються рішення у процесах управління цифровою трансформацією соціально-економічних та екологічних систем різних рівнів.

Основні критерії мають бути збалансованими, тобто охоплювати весь об'єкт управління за його ключовими аспектами та вимірами. Розроблена система критеріїв і показників характеризує якісну і кількісну сторони об'єкта управління. При цьому показники розроблені за ключовим напрямками цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, а також розвитку проривних технологій.

На цьому етапі виявляються та обґрунтовуються основні обмеження управлінських рішень, а саме: ступінь ризику, ступінь невизначеності, науково-методичний рівень обраного інструментарію оцінки, доступність інформації, взаємопов'язаність складових цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем.

Наступним етапом алгоритму прийняття управлінських рішень у сфері цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем є виявлення управлінських альтернатив для їх подальшого аналізу та вибору відповідної альтернативи. Відповідно до проведених розрахунків стан цифрової трансформації соціально-економічної та екологічної сфери в Україні є позитивним, лише динаміка окремих кількісних показників цифрової трансформації соціально-економічних систем є спадною. Отже, у якості першої альтернативи можна обрати розроблення заходів та розвиток саме тих компонент цифрової трансформації соціально-економічних систем, які мають спадну динаміку за досліджуваний період.

З урахуванням принципів системного підходу доцільнішою виявляється друга альтернатива – планомірне і послідовне удосконалення всіх ключових компонент цифрової трансформації соціально-економічних

систем та екологічних систем. При цьому для цієї альтернативи потрібен відповідний бюджет для її реалізації або залучення інвестиційних коштів.

Третя альтернатива є стратегічною і може бути обрана у часі. Тобто потрібно враховувати основні тенденції та виклики цифровізації суспільних відносин, впровадження проривних технологій у світі та специфічні проблеми в Україні з цих питань і на цій основі планувати стратегічні заходи у часі, враховуючи одночасно заходи з реалізації першої або другої альтернативи.

Враховуючи ці положення щодо виявлення альтернативи, можна вважати виявлення альтернатив системним відповідно до окресленої проблеми.

Для остаточного вибору альтернативи, що і буде вважатися прийнятним управлінським рішенням, потрібно провести додаткові розрахунки та дослідження соціально-економічних та екологічних систем за визначеною системою індивідуальних та зведених показників. При цьому важливим завданням на цьому етапі є виявлення основних факторів, які впливають на значення відповідних показників, а також проведення аналізу взаємозв'язків складових цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем.

На основі додатково проведених розрахунків та аналізу показників стану та динаміки цифрової трансформації зазначених систем потрібно спрогнозувати ці показники на наступні періоди у межах обраного горизонту планування реалізації управлінських рішень.

З урахуванням фактичних та прогнозних показників цифрової трансформації потрібно розрахувати зведені динамічні показники цифрової трансформації, проаналізувати їх динаміку та відповідність кількісним критеріям прогресу чи регресу цифрової трансформації. На основі відповідності динамічних показників цифрової трансформації кількісним критеріям та можливостей їх оптимізації (максимізації) обирається відповідна альтернатива для реалізації у поточному періоді. Рекомендується

відразу обирати і планувати альтернативу для стратегічного періоду. Це завдання потребує додаткових зусиль (проведення сценарного аналізу, аналізу невизначеності, стратегічного аналізу для розроблення конкретної системи заходів для реалізації розробленої стратегічної ініціативи).

Наступним кроком в алгоритмі прийняття рішення є вибір відповідної альтернативи, що і вважається прийнятим управлінським рішенням.

У разі вибору за критерієм першої або другої альтернативи необхідне планування реалізації стратегічної альтернативи у часі. У разі вибору третьої альтернативи рекомендується розроблення стратегії цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем України з урахуванням різних рівнів систем та із розроблення конкретних планів, програм, проектів та заходів для коротко-, середньо- та довгострокової перспективи розвитку.

Все ж доцільно, щоб управлінські рішення були спрямовані як на вирішення поточних проблем цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, так і на вирішення стратегічних проблем, що створить надійну основу позитивної динаміки цифрової трансформації, розроблення та впровадження проривних технологій, а також соціально-економічного екологічно сталого розвитку країни у цілому.

При прийнятті управлінського рішення потрібно враховувати усі окреслені вище аспекти прийняття управлінських рішень.

Наступним кроком після прийняття управлінського рішення є деталізація обраної альтернативи та розроблення конкретних заходів з її реалізації. Для впровадження запланованих заходів важливим є побудова відповідного механізму їх реалізації, який буде враховувати раціональні управлінські рішення і з інших сфер управління (організація, мотивація, регулювання та контроль). Ефективний механізм реалізації прийнятих управлінських рішень дозволить управляти процесом реалізації

управлінських рішень та відповідних заходів і при цьому досягати запланованих результатів.

Окремо розглянемо механізм реалізації управлінських рішень для збільшення позитивної динаміки показників цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, який охоплює основні принципи, методи, організаційні форми, інструменти, важелі. Подібний механізм є системним утворенням, що дозволяє забезпечити цілісність процесів реалізації управлінських рішень щодо об'єкта управління та досягнення запланованих цілей цифровізації. Механізм реалізації управлінських рішень щодо цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем представлено на рис. 3.2.

Управління реалізацією управлінських рішень щодо вирішення завдань цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем має включати розгляд аспектів простору та часу. Аспект простору означає врахування складності та внутрішніх механізмів функціонування і розвитку соціально-економічних та екологічних систем. При цьому слід враховувати і масштаб управлінського рішення та наслідків його реалізації по відношенню до розвитку системи певного рівня та природи системи, що розглядається. Аспект часу передбачає зняття зовнішньої невизначеності у процесі планування та реалізації заходів цифрової трансформації систем.

Окремим питанням, є невизначеність у прийнятті управлінських рішень, тобто недостатня кількість інформації про теперішній та майбутній стан об'єкта управління та тенденції його розвитку. Невизначеність обумовлюється і динамічністю та складністю систем, оскільки, якщо не проаналізувати об'єкт управління за його фундаментальною природою, не визначити внутрішніх закономірностей розвитку, а також не передбачити зміну основних факторів впливу, то рівень невизначеності у прийнятті управлінських рішень значно збільшується.

Після прийняття управлінського рішення у сфері цифрової трансформації, тобто обґрунтованого вибору управлінської альтернативи на

поточну, середньо- та довгострокову перспективи, постає завдання деталізації обраної альтернативи. Розроблення шляхів реалізації обраної альтернативи здійснюється у процесі управління реалізацією управлінських рішень.

Процес реалізації управлінського рішення починається із здійснення планування реалізації обраної альтернативи. При цьому можливим є і розроблення окремої стратегії цифрової трансформації України у разі якщо обрана додатково і третя альтернатива як альтернатива для реалізації у часі з огляду на перерозподіл наявних ресурсів та залучення майбутнього фінансування планів, проектів та програм, спрямованих на розвиток цифрової трансформації та впровадження проривних технологій.

Планування реалізації обраної альтернативи передбачає розроблення плану як цілісного поєднання цілей, цільових показників та заходів, спрямованих на досягнення цілей. Для реалізації заходів в рамках управлінської альтернативи цифрової трансформації розробляються програми та проекти, включаючи інвестиційні проекти. Важливо при цьому інтегрувати стратегії, стратегічні ініціативи, плани, проекти та програми у систему відповідних документів у сфері цифрової трансформації, соціально-економічного та екологічно сталого розвитку країни з урахуванням принципів ефективного ієрархічного планування та особливостей системи багаторівневого публічного управління в Україні.

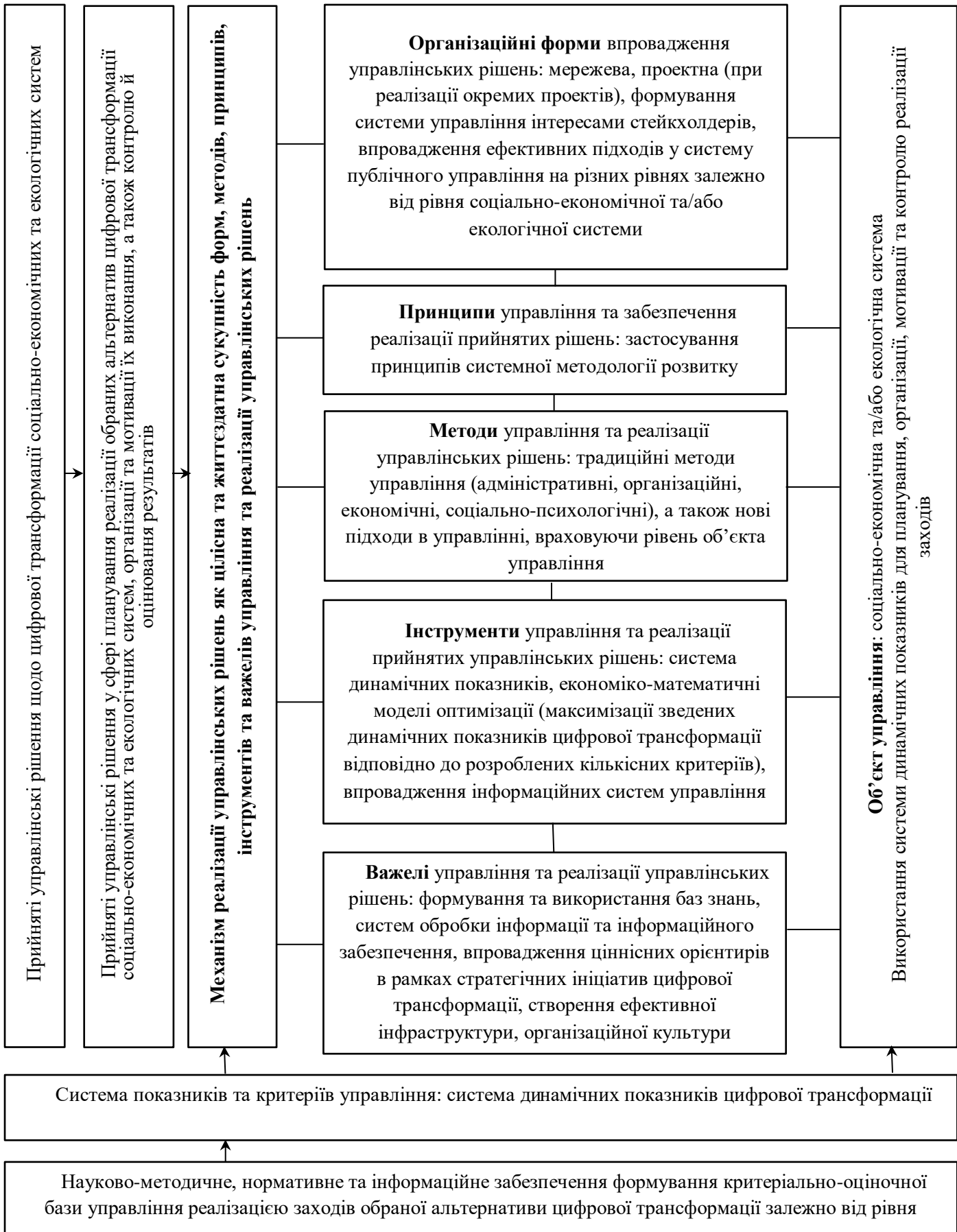


Рисунок 3.2 – Механізм реалізації управлінських рішень у сфері цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем.

Джерело: побудовано авторами

В рамках здійснення планування реалізації обраної альтернативи також приймаються різні управлінські рішення щодо розроблення планів та можливостей подальшої успішної реалізації. Одним важливим питанням є розроблення цільових показників цифрової трансформації та впровадження проривних технологій. Якщо планується розвиток цифрової трансформації якої-небудь територіальної системи, то можна обирати у якості цільових показників фактично досягнуті успішні результати розвитку іншої територіальної системи у цій сфері. У разі планування розвитку цифрової трансформації країни важливо враховувати основні глобальні виклики у цій сфері та тенденції розвитку цифровізації суспільних відносин у світі, а також потенціал самої країни.

Наступним етапом реалізації управлінських рішень (обраних альтернатив) є здійснення функції організації реалізації стратегій, стратегічних ініціатив, програм, планів, інвестиційних проектів. Важливим питанням у цьому відношенні є вибір відповідних організаційних форм, організаційних структур, а також формування системи інформаційних потоків в межах інформаційної системи об'єкта управління. У загальному розумінні організація передбачає поєднання у просторі та часі виконавців, засобів та об'єктів праці (необхідних ресурсів).

Мотивація виконання планів, проектів, програм, стратегічних ініціатив передбачає прийняття рішень у сфері формування системи оцінки результатів праці окремих виконавців і проектних команд та засобів їх вимірювання. Також передбачається система внутрішньої та зовнішньої винагороди виконавців за результатами виконання заходів та альтернативи у цілому. Система мотивації має ґрунтуватися на системі показників оцінки складових трансформації у просторі та часі, тобто оцінки складових цифрової трансформації та оцінки динаміки їх прогресу чи регресу.

Система показників та критеріїв цифрової трансформації слугує нормативною та оціночною базою для виконання таких функцій управління,

як моніторинг та контроль. Деталізована система показників та кількісні критерії цифрової трансформації є передумовою зменшення стратегічного розриву (відхилення) між запланованими показниками та фактично досягнутими. Система показників для контролю включає більшу кількість показників для оцінки стану та динаміки об'єкта, ніж система цільових показників. Системи цих показників мають бути взаємопов'язаними. Слід зазначити, що система показників для контролю стану та динаміки цифрової трансформації систем може деталізуватися далі залежно від деталізації заходів з реалізації обраної управлінської альтернативи та визначених точок контролю процесу реалізації управлінського рішення.

Для приведення у дію всіх прийнятих рішень у сфері планування, організації, мотивації та контролю для реалізації обраної альтернативи важливо забезпечити цілісне утворення, яке охоплює суб'єкт (систему управління, апарат управління) та об'єкт управління – соціально-економічну та/або екологічну систему певного рівня, а також базові правила, методи, інструменти та важелі впливу на об'єкт управління у їх динамічному взаємозв'язку. Таким цілісним утворенням є механізм реалізації управлінських рішень. Крім вищезазначених складових механізму реалізації управлінських рішень, важливо передбачити засоби координації та регулювання процесу реалізації управлінської альтернативи задля успішного досягнення та максимізації цільових показників цифрової трансформації.

Для ефективного впровадження механізму реалізації обраної управлінської альтернативи цифрової трансформації у просторі та часі та усіх рішень у процесі планування, організації, мотивації та контролю її виконання важливим є застосування принципів системної методології розвитку як базових правил управління. Системний підхід є вихідною методологією формування самого процесу управління. Зокрема, застосування принципів системного підходу дозволить врахувати науково обґрунтовані точки контролю, засоби регулювання та координації процесу

реалізації управлінського рішення впродовж поточного та довгострокового періоду. Інші види сучасних методологій також важливо застосовувати для підвищення науково-методичного рівня процесу управління, що є важливим з огляду на сферу реалізації управлінських рішень.

Інструменти та важелі дозволяють забезпечити більш ефективний рівень управління та підвищення інтегративності об'єкта управління у напрямі досягнення запланованих цільових показників. Інструменти та важелі застосовуються у рамках визначених методів управління та реалізації управлінських рішень (методів розроблення інвестиційної документації, методів планування, методів стратегічного аналізу, методів формування сучасних організаційних форм, інформаційних систем тощо).

Основними рекомендаціями реалізації прийнятих управлінських рішень у просторі та часі щодо цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем є такі:

1. Розроблення пропозицій з удосконалення окремих складових цифрової трансформації відповідно до критеріїв окремих динамічних показників цифрової трансформації та впровадження проривних технологій для соціально-економічної та екологічної сфери.

2. Ієрархічне планування та бюджетування впровадження заходів з розвитку цифрової трансформації систем різних рівнів у визначених сферах.

3. Додаткове дослідження індивідуальних та зведених динамічних показників цифрової трансформації і впровадження проривних технологій на основі їх прогнозування. Недостатній ріст або його відсутність потребують конкретних управлінських рішень, планів, проектів з їх реалізації для поточної, середньо- та довгострокової перспектив.

4. Планування конкретних заходів з розвитку цифрової трансформації компонент соціально-економічних та екологічних систем з урахуванням інтересів різних груп зацікавлених сторін, які враховані у розробленій системі показників (держава, бізнес тощо).

5. З урахуванням взаємозв'язків між соціально-економічними та екологічними системами доцільно планувати одночасно заходи з розвитку їх цифрової трансформації.

6. Інтеграція розробленої критеріально-оціночної бази цифрової трансформації та проривних технологій в соціально-економічній та екологічній сферах у систему державного стратегічного планування та планування на інших рівнях публічного управління.

7. Розроблення пропозицій із комплексного удосконалення стану та забезпечення розвитку цифрової трансформації систем різних рівнів у визначених сферах на базі наукових прогнозів з урахування основних тенденцій технологічного розвитку, аналізу технологічних укладів провідних країн світу, викликів та тенденцій у сфері інформаційно-комунікаційних технологій, цифровізації суспільних відносин.

8. Інтеграція стратегічних ініціатив цифрової трансформації та впровадження проривних технологій у систему державних стратегій, планів, програм та проектів. Подальша інтеграція напрямів реалізації заходів з розвитку цифрової трансформації у стратегії, плани, програми, проекти регіонального та місцевого рівня управління.

9. Обов'язкове врахування стратегічної альтернативи системного розвитку усіх складових цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, виявлення ключових напрямів розвитку проривних технологій та планування реалізації обраної стратегії чи стратегічної ініціативи з урахуванням обмежень бюджетування та інвестицій.

10. Розроблення цілісного механізму реалізації управлінських рішень, що враховує інші сфери прийняття управлінських рішень (інші функціональні сфери управління) для забезпечення ефективного процесу управління та досягнення запланованих цілей та цільових показників.

3.3. Обґрунтування використання дронів у агропромисловому комплексі

Використання дронів у сільськогосподарській галузі постійно зростає як частина ефективного підходу до сталого управління сільським господарством, що дозволяє агрономам, сільськогосподарським інженерам і фермерам допомагати впорядкувати свою діяльність, використовуючи надійну аналітику даних, щоб отримати прогноз про свої врожаї.

Сільськогосподарський дрон – це дистанційно керований безпілотний літак або невеликий літальний пристрій, який використовується у сільському господарстві. Дрони призначені для оптимізації операційної ефективності сільського господарства, виробництва сільськогосподарських культур та моніторингу зростання врожаю [53]. За функціями розрізняють такі види дронів:

- дрони для аерофотозйомки – призначені для картографуванню полів та моніторингу за врожаєм, для отримання точної інформації у режимі реального часу щодо стану рослин на різних ділянках полів для подальшого аналізу цих даних та прийнятті рішень на їх основі;

- дрони для внесення добрив – призначені для обприскування полів добривами.

Також дрони розрізняються за видом крила на:

- роторні дрони;
- дрони з фіксованим крилом;
- гібридні дрони.

Роторні дрони часто ідентифікують за кількістю роторів (пропелерів). Прикладом може бути квадрокоптер, який має чотири ротори. Роторний дрон є чудовим інструментом моніторингу стану польових культур та створення детальних карт полів. Квадрокоптер може злітати вертикально, тому польові смуги стають зручними зонами запуску. Роторні дрони легко маневрують по полю і можуть зависати над проблемними ділянками. Час роботи батареї є основною проблемою для роторних дронів, оскільки потужність розряджається швидше через живлення кількох пропелерів. Час

польоту для багатьох квадрокоптерів коливається від 10 до 20 хвилин, і може бути меншим при польоті під час високої швидкості вітру [53].

Дрони з фіксованими крилами працюють так само, як і літаки. Більшість дронів з фіксованими крилами мають лише один гвинт. В результаті дрони з фіксованим крилом мають більш тривалий термін служби батареї, з можливістю перебувати в повітрі на 20 хвилин довше. Дрони з фіксованими крилами можуть досягати більшої швидкості, ніж роторні дрони, і в поєднанні з тривалим терміном служби батареї це дозволяє дронам з фіксованим крилом охоплювати більшу площу. Однак нерухомі крила потребують місця для посадки, подібно до злітно-посадкової смуги аеропорту.

Гібридна версія нерухомого крила долає цю проблему, злітаючи і приземляючись, як роторний дрон, але літаючи як дрон з нерухомим крилом.

Для дронів, що призначені для картографування місцевості та моніторингу за врожаєм не менш важливою є розподіл за видами по типу встановлених камер. Розрізняють два основних види камер:

- візуальні камери;
- мультиспектральні камери.

Зазвичай дешеві дрони виробляються з візуальною камерою, яку іноді називають RGB (акронім red-green-blue з англ. червоно-зелено-синій) камерою. Як і людське око, ці камери захоплюють візуальний спектр кольорів та відтінків, а отже, добре підходять для польової розвідки.

Рослини відображають більший діапазон довжин хвиль, ніж наші очі можуть розпізнати, включаючи світло в ближньому інфрачервоному діапазоні (NIR діапазон). Один із варіантів зафіксувати як візуальний, так і NIR діапазони – це зробити два польоти різними камерами. Інший варіант – використовувати камеру з кількома об'єктивами. Мультиспектральні камери мають більше одного об'єктива, кожна з яких має різний фільтр. Ці фільтри дозволяють об'єктиву фокусуватися на вибраних довжинах хвиль,

включаючи NIR та візуальний спектр. Зображення з мультиспектральних камер можна використовувати для розрахунку індексів рослинності, які співвідносяться з біомасою або здоров'ям рослин.

Згідно з аналізом PwC, загальна ємність ринку безпілотників у всіх галузях – понад 127 мільярдів доларів США [54]. Серед найбільш перспективних сфер – сільське господарство, де дрони пропонують потенціал для вирішення кількох серйозних проблем. За прогнозами, що до 2050 року населення світу досягне 9 мільярдів людей, експерти очікують, що споживання сільськогосподарської продукції зросте майже на 70 відсотків за той же період часу [55]. Крім того, екстремальні погодні явища посилюються, створюючи додаткові перешкоди для ефективного ведення сільськогосподарської діяльності. Сільськогосподарські виробники повинні використовувати революційні стратегії виробництва продуктів харчування, підвищення продуктивності та забезпечення сталого розвитку пріоритетно.

Згідно з новим звітом Reports and Data на 2020 рік об'єм ринку дронів для сільського господарства оцінюють в 1,2 мільярда доларів США, до 2028 року світовий ринок сільськогосподарських дронів досягне 13,31 мільярда доларів США, середньорічні темпи збільшення очікують близько 35% з року в рік [56]. Варто додати, що в середньому ціни, в залежності від виду дрону, його призначення, країни виробника та встановлених на ньому камер та обладнання варіюються від 1 500 до 25 000 доларів США [57].

Аналітики умовно поділяють ринок на дві частини, на виробництво обладнання, та виробництво програмного забезпечення для дронів. І очікується, що в подальші роки зростання об'ємів в даній сфері відбуватиметься за рахунок появи нового програмного забезпечення. В свою чергу виробництво обладнання поділяють на каркас, системи контролю та керування, двигуни, системи камер, навігаційні системи та акумулятори. Незважаючи на те що вдосконалення потребує кожна частина обладнання аналітики очікують, що в найближчі роки системи камер стануть ще більш інноваційними. На сьогоднішній день близько 45%

використання дронів припадає на Північну Америку, але очікується, що Азіатсько-Тихоокеанський регіон стане лідером найближчого часу [58]. Також у перспективі прогнозується ріст об'єму ринку дронів за рахунок Південно Американського та Африканського континенту.

Факторами, що прискорюють зростання ринку, є збільшення населення, підвищення обізнаності про сільськогосподарські дрони, венчурне фінансування, розвиток технологій сільського господарства, що підвищує продуктивність, інновації в області картографування та збільшення автоматизації ведення господарства. Зростання попиту на високу врожайність та ініціативи урядів щодо підтримки аграрного сектору сприятиме зростанню ринку. Дрони надають швидку інформацію, можуть легко дістатися до районів, куди важко дістатися автомобілями. Однак дрони обмежені погодними умовами, такими як швидкість вітру, опади. Також нестача підготовлених операторів для управління дронами гальмують зростання ринку. Революція сільськогосподарського сектора від традиційного до цифровізації збільшить попит на програмне забезпечення, яке використовується для розробки та обслуговування безпілотників. Посилення правил управління в повітряному просторі для комерційних дронів у всьому світі є основним бар'єром для впровадження технології, що гальмує зростання ринку. Очікується, що збільшення кількості засобів збору аерофото даних у сільськогосподарській галузі забезпечить можливості для розширення індустрії сільськогосподарських дронів.

Основними гравцями ринку є DJI (Китай), PrecisionHawk (США), Trimble Inc. (США), Parrot (Франція), 3DR (США), AeroVironment, Inc. (США), Yamaha Motor Corp. (Японія), DroneDeploy (США), AgEagle Aerial Systems, Inc. (США), OPTiM Corp. (Японія), senseFLY (Швейцарія), Pix4D (Швейцарія), Sentera Inc. (США), SlantRange (США), ATMOS UAV (Нідерланди), Delair (Франція) та Nileworks Inc. (Японія) [58].

Для розрахунку ефективності використання дронів в землеробстві авторами запропоновано розрахувати підвищення врожайності у відсотках

для того щоб окупити дрони. Для розрахунку ефективності дронів було змодельовано сценарій, при якому фермер купує два дрони, один для картографування та моніторингу інший для внесення добрив. Для керування дронами фермер наймає оператора з оплатою праці 35 грн./гектар (середня заробітна плата оператора дрона в Україні). Очікується, що оператор за сезон проведе 18 вильотів з яких, 1 виліт для створення актуальної карти поля, 14 вильотів з моніторингу росту культури і три вильоти з внесенням добрив. У якості альтернативи очікується, що фермер власноруч проводитиме моніторинг стану якості рослин на власному транспорті, а для внесення користуватиметься послугами сільськогосподарської техніки за тарифом 150 грн./гектар. Ціна дрону для внесення добрив 597 500 грн. компанії DJI марки AGRAS T30, а дрону для моніторингу (марка DJI модель Mavic Pro 2) – 45 400 грн. [59]. Оскільки дрони відносяться до машин та обладнання, то термін амортизаційних виплат мінімально має становити 5 років. Тому, скориставшись прямолінійним методом амортизації, розрахуємо щорічні виплати:

$$A = (597\,500 + 45\,500) / 5 = 128\,600 \text{ грн.}$$

Припустимо, що земельний банк фермера становить 100 га, фермер вирощує пшеницю, середня врожайність пшениці на його полі становить 4,2 т/га, ціна реалізації 9 500 грн./т. При розрахунку не враховується вартість посівного матеріалу (оскільки на оцінку ефективності використання дронів даний показник не впливає), вартість запасних частин та ремонту (як дрона так і сільськогосподарської техніки) та вартість мінеральних добрив (хоча при вибіркового внесенні дронами можна зекономити до 40% добрив).

Також припустимо, що використання дронів дасть певний n ефект для врожайності.

Спочатку розрахуємо дохід фермера при варіанті, що він сам здійснює моніторинг росту культури, а для внесення добрив використовує сільськогосподарську техніку. За сезон добрива вносяться тричі.

$$D = 100 * 4,2 * 9\,500 - (150 * 100 * 3) = 3\,945\,000 \text{ грн.}$$

Розрахуємо дохід за сценарієм використання дронів. Без врахування коефіцієнту n .

$$D_2 = 100 * 4,2 * 9\,500 - (128\,600 + (35 * 100 * 18)) = 3\,798\,400 \text{ грн.}$$

Якщо використання дронів не вплинуть на врожайність, то за сезон фермер отримає на 146 600 грн. менше. Для того щоб розрахувати при якому показнику n вдасться отримати еквівалентний прибуток при використанні дронів, що і при використанні альтернатив, в результаті D_2 підставимо показник D .

$$D_3 = 100 * 4,2 * n * 9\,500 - (128\,600 + (35 * 100 * 18)) = 3\,945\,000 \text{ грн.}$$

Розрахуємо показник n :

$$3\,798\,400 * n = 3\,945\,000$$

$$n = 1,0385$$

$$n = 1,0385 * 100 = 103,85\%$$

Тобто, якщо використання дронів підвищить врожайність на 3,85% (або на 0,16 т/га), то використання дронів еквівалентне використанню альтернативних способів моніторингу та внесення добрив. Якщо цей показник є більшим, то використання дронів є економічно більш вигідним за альтернативу.

Розрахуємо вплив використання дронів на прибуток при підвищенні врожайності на 1%.

$$D_4 = 100 * 4,2 * 1,01 * 9\,500 - (128\,600 + (35 * 100 * 18)) = 3\,838\,300 \text{ грн.}$$

$$k = 3\,838\,300 / 3\,798\,400 = 1,0105$$

$$k = 1,0105 * 100 = 101,05\%$$

При збільшенні врожайності на 1% за рахунок використання дронів, дохід збільшується на 1,05%.

В рослинництві відкритого ґрунту основними функціями використання дронів є картографія та розпилення добрив, хоча в аграрній сфері дрони також використовуються для більш специфічних завдань, наприклад для випасу великої рогатої худоби, заліснення важкодоступних ділянок, запилення фруктових дерев. Тому з кожним роком вивчення та впровадження нових виробничих та програмних технологій дає змогу розвиватися індустрії використання дронів в аграрній сфері.

В загалом зважаючи на прогнози зростання народонаселення в світі, постає завдання щодо збільшення ефективності вирощування їжі, тому технології використання дронів в сільському господарстві, будуть активно розвиватися та використовуватися, а попит і розмір ринку будуть збільшуватися в середньому на 35% на рік. Звичайно, як і будь-які технології, виробництво дронів для агросфери повинні пройти шлях підвищення ефективності самих приладів та зменшення собівартості виробництва для більш широкого застосування технології. Але на сьогоднішній день галузь активно фінансується з боку венчурних інвесторів. Провідні держави світу змінюють свою регуляторну політику в сторону більш широкого використання технології.

В результаті дослідження встановлено, що економічно вигідними дрони стають, якщо підвищують врожайність культури більше, ніж на 3,85% протягом п'яти років використання цієї технології. Ці розрахунки є наближеними, оскільки на реальні показники впливає значно більше факторів, які важко врахувати та спрогнозувати наперед. Варто також пам'ятати, що при використанні дронів фермер має змогу зменшити використання добрив за рахунок більш точного їх внесення. Також при

збільшенні врожайності за рахунок ефективності використання дронів дохід збільшується на 1,05%, що є гарним показником зважаючи на об'єми вирощування та ціни аграрних культур.

В майбутньому очікується, що дана технологія буде використовуватися більш широко в якості однієї з складових точного землеробства. До того ж прогнози, щодо збільшення кількості населення на планеті, зміна регуляторної політики та зацікавленість венчурних інвесторів цією сферою тільки підтверджує цей факт.

4 ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТА СЕСТЕЙНОВОГО РОЗВИТКУ

4.1 Вплив цифровізації на аналітичну базу підприємства при переході до Industry 4.0

Сучасне суспільство перебуває на шляху глибоких трансформаційних процесів у цифровій сфері. Цифрова компетентність визнана однією з ключових компетентностей для повноцінного життя та діяльності людей XXI століття. Управління економічним і соціально-культурним розвитком суспільства, господарською діяльністю підприємств може бути ефективним за наявності достовірної та повної цифрової інформації.

Перехід до Індустрії 4.0 впливає на всі види людської діяльності, включно з бухгалтерськими процесами. Цифрові технології дозволяють істотно прискорити процес збору інформації, збільшити швидкість і обсяги її обробки та зберігання (як наслідок, значно заощадити час співробітників і оптимізувати роботу компанії). Цифровізація бухгалтерського обліку дозволяє створити умови для доступності інформації для користувачів [60]. У такому разі якість інформації значно підвищується. Цифровізація впливає на суттєве покращення характеристик облікової інформації та можливостей її застосування.

Україна бере участь у провідних організаціях і проектах у сфері електронної взаємодії інформаційних ресурсів. Це свідчить про формування державного запиту на трансформацію як термінологічного ядра бухгалтерського обліку, так і системи професійних практик і технологій [61]. Вона не обмежується автоматизацією існуючих механізмів побудови облікової системи. Збір, опис, зберігання та обробка даних у цифровій економіці модифікуються та стають логічним поєднанням сучасних наукових розробок в рамках інформаційної системи бухгалтерського обліку.

Актуальність цифрової трансформації бухгалтерського обліку в майбутньому лише зростатиме, оскільки використання ІТ-інновацій дозволяє вирішувати нові задачі, модернізувати концепції отримання, обробки та передачі

інформації та сприятиме підвищенню ефективності облікових процесів. Однак, є певні проблеми, пов'язані з новими технологіями в бухгалтерському обліку, в тому числі ймовірність звільнення частини бухгалтерів. З огляду на вищезазначене, ця тема є актуальною і потребує глибокого дослідження.

Багато українських та зарубіжних вчених досліджують важливість використання проривних технологій для цифровізації економіки загалом і для бухгалтерського обліку зокрема. Для аналізу наукових публікацій з цифровізації бухгалтерського обліку використовували сервіс Scopus Toolkit та програмне забезпечення VOSviewer. Для аналізу були використані такі ключові слова: бухгалтерський облік, цифровізація та блокчейн. Період аналізу охоплював 2017-2021 роки. Науковим напрямком було обрано «Економіка, економетрика та фінанси» та «Бізнес, управління та бухгалтерський облік». Відповідно до наших ключових слів та інших вимог і обмежень пошукова система Scopus Toolkit знайшла 1306 відповідних результатів. За статистикою Scopus, спостерігається значне зростання кількості наукових публікацій з цієї проблеми. У 2017 році було лише 47 статей щодо бухгалтерського обліку, діджиталізації та блокчейну, тоді як у 2021 році – 653 статті (рис. 4.1). Пандемія COVID-19 призвела до значного збільшення кількості таких публікацій, що, на нашу думку, можна пояснити зміною формату роботи підприємств, переходом на дистанційну роботу працівників (зокрема, бухгалтерів).

Результати бібліометричного аналізу, проведеного за допомогою VOSviewer (рис. 4.2), дозволили виділити вісім груп статей, які досліджували цифровізацію бухгалтерського обліку. Найбільший кластер об'єднує статті про технологічні зміни, засновані на системах блокчейн. Ці трансформації включають смарт-контракти, криптовалюти, первинне розміщення монет (ICO) тощо.

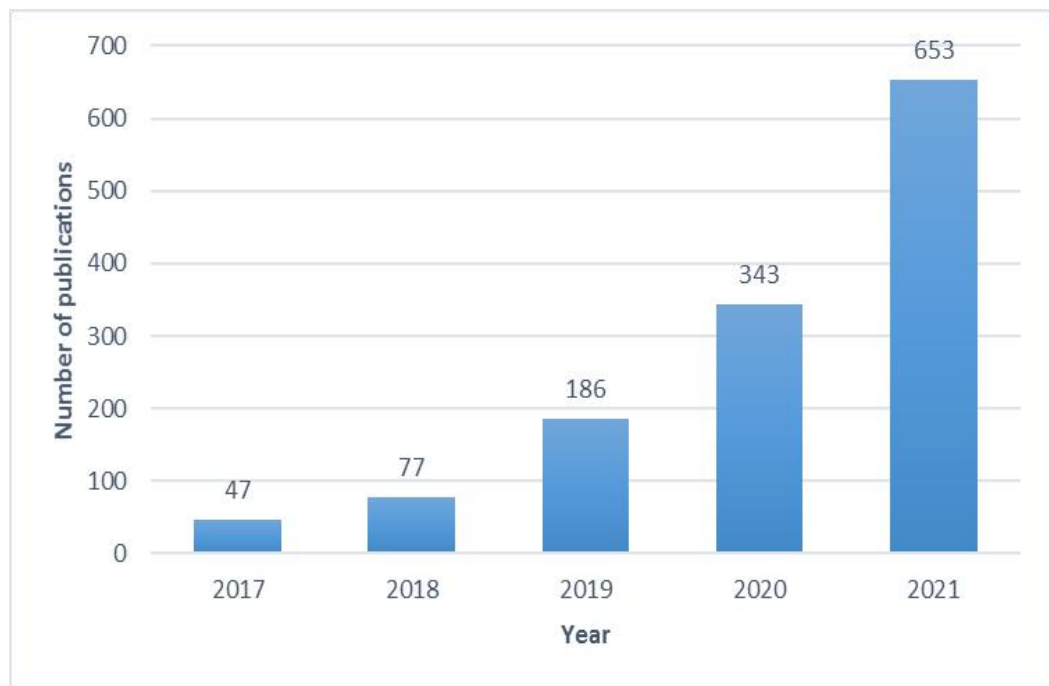


Рисунок 4.1 – Кількість наукових публікацій за темою в Scopus.

Джерело: побудовано авторами

Інша велика група включає такі цифрові досягнення, які зазвичай не базуються на блокчейні. Це хмарні обчислення, машинне навчання, великі дані та Інтернет речей. Усе це можна використовувати в бухгалтерських процесах, і ми проаналізуємо їх далі в цьому дослідженні. Інші кластери мають меншу силу загального кластерного зв'язку, але вони також містять статті про інновації в бухгалтерському обліку в контексті Індустрії 4.0. Деякі ключові слова стосуються використання цифрового обліку на державній службі (наприклад, електронне урядування та державне управління). Один із кластерів торкається питання навчання бухгалтерів як невід'ємної основи для швидкого та ефективного впровадження цифрових технологій у роботу підприємства. Усі вісім кластерів розташовані близько один до одного, що вказує на силу зв'язків між ними. Дійсно, синтез різноманітних цифрових технологій дозволяє істотно покращити роботу економічних систем на різних рівнях (підприємства, регіону, країни), зокрема у сфері бухгалтерського обліку. Результати цього аналізу

демонструють, що цифрові технології стають важливою частиною бухгалтерських процесів як у бізнесі, так і в державному секторі.

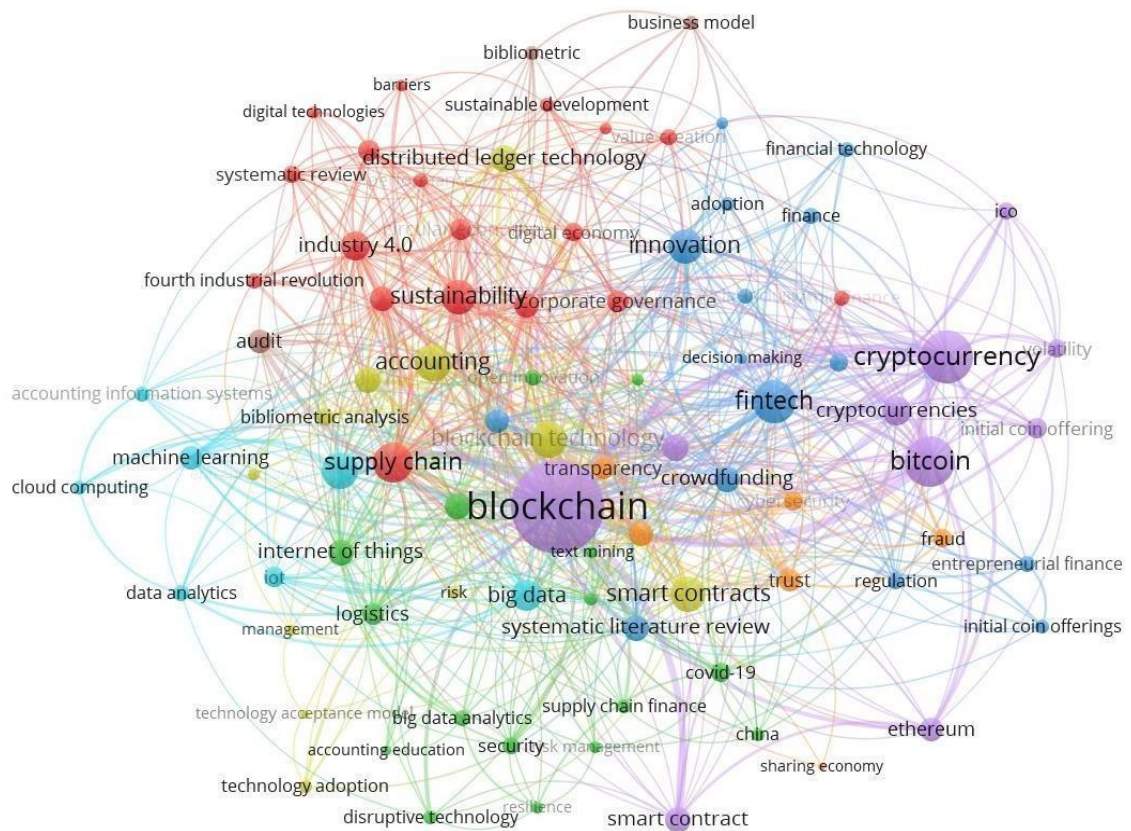


Рисунок 4.2 – Мережева карта бібліометричного аналізу публікацій на тему цифровізації бухгалтерського обліку. Джерело: розроблено авторами з використанням VOSViewer

Роль цифровізації для кращого економічного зростання та сталого розвитку описали Ф. Хабібі та М. Забардаст [62]. Вони підкреслили вирішальну роль цифрових трансформацій для економічної стабільності та якості навколишнього середовища. М. Рахінгер і Р. Раутер пояснюють взаємодію між успіхом компанії та її цифровим розвитком [63]. На макрорівні цей зв'язок розглядали Т. Німанд і Й. Рігтерінг [64]. Інновації у сфері бухгалтерського обліку досліджувалися в багатьох публікаціях [1-16]. Більшість дослідників стверджують, що сучасні бухгалтерські процеси тісно пов'язані з цифровізацією. Д. Агостіно, Е. Браччі та І. Стекколіні пояснили важливість цифровізації

бухгалтерського обліку в державному секторі. Автори констатували, що це має значний позитивний вплив на якість управління та політичну стабільність [65].

Є деякі дослідження, присвячені взаємодії цифровізації та розвитку облікових процесів. Проте ця проблема потребує подальших досліджень, оскільки має значну актуальність та характеризується постійними змінами. У цьому підрозділі акцент буде зроблено на перевагах і недоліках різних технологій з метою посилення їх впровадження в систему бухгалтерського обліку на підприємстві.

Більшість науковців вважає, що ключовими змінами в модернізації та цифровізації бухгалтерського обліку будуть: розширення ролі бухгалтерського обліку в організації, підвищення якості та ефективності обліку; виявлення та збільшення кількості нових об'єктів обліку; розробка інноваційних методів оцінки нових об'єктів обліку; формування підходів до інтеграції різних видів обліку; використання більш прогресивних вітчизняних і зарубіжних інформаційних технологій; розробка теоретичних, методологічних та прикладних аспектів розвитку бухгалтерського обліку [66].

Цифровізація бухгалтерського обліку сприяє тому, що будь-який аспект господарської діяльності вноситься до реєстру (бази даних) у вигляді набору реквізитів, серед яких реквізити рахунків, дебету та кредиту [67]. Незважаючи на те, що вони записуються у двійковому форматі, можна використовувати більше двох облікових записів. Зі збільшенням кількості реквізитів, наприклад аналітичної бухгалтерії, традиційної бухгалтерії, управлінської та іншої інформації, стає зручніше узагальнювати, систематизувати та подавати дані для використання в цифровому вигляді.

Цифровізація в бухгалтерському обліку має свої переваги та недоліки. Важливо проаналізувати їх, щоб надати рекомендації щодо вдосконалення економічних аспектів цифрового обліку. Проведено SWOT-аналіз цифровізації бухгалтерського обліку (табл. 4.1). Цей аналіз демонструє, що можливості та сильні сторони цифровізації бухгалтерського обліку переважають слабкі сторони та загрози.

Таблиця 4.1 – SWOT-аналіз цифровізації бухгалтерського обліку

Сильні сторони	Слабкі сторони
<p>Висока швидкість бухгалтерських операцій Більш точні результати обчислень Мінімізація фактору людської помилки Швидка передача даних Можливість отримати доступ до даних у будь-якої точки планети Можливість миттєво генерувати фінансову звітність</p>	<p>Можливість втрати даних через технічні проблеми Необхідність перенавчати співробітників роботі з програмним забезпеченням Можливі атаки комп'ютерних вірусів</p>
Можливості	Загрози
<p>Економія часу для співробітників Оптимізація роботи компанії Зменшення кількості податкових злочинів Подальший розвиток проривних технологій</p>	<p>Скорочення певної кількості бухгалтерів</p>

Джерело: побудовано авторами

Важливо розглянути ефективні та популярні способи цифровізації бухгалтерського обліку на сучасному етапі, зокрема штучний інтелект, блокчейн, хмарні технології. Ці технології можна побачити на рис. 4.3.

Штучний інтелект (ШІ) – це унікальний продукт науково-технічного прогресу, який дозволяє машинам навчатися, використовуючи людський і особистий досвід, адаптуватися до нових умов у межах свого застосування, виконувати різноманітні завдання, які раніше здійснювалися лише людиною, прогнозувати події та оптимізувати діяльність компанії, її ресурси [68].



Рисунок 4.3 – Найпоширеніші способи цифровізації обліку

Джерело: побудовано авторами

ШІ має великі можливості в сфері бухгалтерського обліку. Його головна перевага полягає в тому, що він може обробляти величезні обсяги інформації за найкоротший час [69]. Це означає, що в майбутньому ШІ зможе створювати різні звіти і робити це швидко. Технологія також корисна в різних фінансових дослідженнях, дозволяючи збирати та аналізувати дані в десятки разів швидше. Слід зазначити, що найбільші аудиторські та фінансові компанії вже взяли на озброєння системи ШІ. Це різні програми та додатки, які використовують ШІ та когнітивні технології для виконання певних обчислень та аналізу даних. Наприклад, роботизація бізнес-процесів функціонує як віртуальна робоча сила, керована фахівцями з бізнес-операцій. Він може швидко автоматизувати повторювані, трудомісткі завдання, які виконуються за певними правилами. Він використовує штучний інтелект для виконання складних завдань, що дозволяє розвивати когнітивну цифрову робочу силу [70]. Подібні технології все ще використовуються для вирішення простих завдань, але спектр їх можливостей з кожним роком розширюється.

За останні десять років поняття «блокчейн» стає все більш популярним у сфері бухгалтерського обліку. Ця технологія являє собою безперервну

послідовність (список) блоків, побудованих за певними правилами. Такий ланцюжок блоків записів дозволяє користувачеві зберігати інформацію розподіленим способом. У свою чергу, кожен наступний блок в системі прив'язується до попереднього, що фіксується цифровим підписом, що виключає будь-яку можливість зміни даних. Ця технологія має величезний і перспективний потенціал у сфері бухгалтерського обліку [71]. Блокчейн має низку властивостей, важливих для бухгалтерської роботи: безпека та постійний запис даних; персональний (обмежений) доступ до певних даних; достовірність наданої в блокчейні інформації за відсутності довіри до контрагента; висока швидкість і точність транзакцій.

Одним із останніх головних трендів у бухгалтерському обліку є хмарні технології. Хмарна технологія – це парадигма, яка передбачає віддалену обробку та зберігання даних. Ця технологія надає користувачам Інтернету доступ до ресурсів комп'ютера сервера та використання програмного забезпечення як онлайн-сервісу. Тобто, якщо у вас є підключення до Інтернету, ви можете виконувати складні обчислення, обробляти дані, використовуючи потужності віддаленого сервера. Про перспективи використання хмарних технологій в бухгалтерському обліку свідчить прогноз, що до 2030 року обсяг глобального хмарного ринку (складової ІТ-ринку) перевищить 320 мільярдів доларів [72]. До переваг використання хмарних технологій в бухгалтерському обліку можна віднести миттєвий доступ до інформації в хмарі незалежно від часу та місця; економія фінансових, трудових і капітальних ресурсів для підтримки програми; постійне оновлення програмного забезпечення, резервне копіювання баз даних, захист даних від несанкціонованого доступу [73]. Однак хмарні технології мають свої недоліки. Найсуттєвішим з них є необхідність постійного підключення до Інтернету. Ще одним недоліком є вразливість до вірусів. Одне з найпопулярніших хмарних сховищ Google Drive не рекомендує зберігати важливу інформацію в «хмарі» [74]. Коли ми говоримо про підприємства, важливо брати до уваги ціну такого програмного забезпечення (яка іноді занадто висока для малого та середнього бізнесу).

Важливо надати ряд рекомендацій бізнесу та уряду щодо просування цифровізації у сфері бухгалтерського обліку.

Для підприємств:

- Розробити стратегію цифровізації підприємства (зокрема, у сфері обліку).
- Здійснити додаткове навчання бухгалтерів та обліковців та мотивувати їх до роботи зі спеціальним програмним забезпеченням.
- Придбати надійне програмне забезпечення з високим ступенем конфіденційності та захисту від вірусів

Для уряду:

- Зменшити податкове навантаження чи встановити пільговий режим оподаткування для компаній з розвиненою системою цифрового обліку.
 - Заохочувати компанії здійснювати перехід до такого бухгалтерського обліку за допомогою фінансових та нефінансових стимулів.
- Здійснити дерегуляцію та спростити взаємодію між державною податковою службою та підприємствами (зокрема, через системи електронного урядування).

4.2 Смарт-контракти в банкінгу для цифровізації економіки України

Цифровізація та впровадження нових фінансових технологій докорінно трансформують існуючі принципи та інструменти на фінансових ринках економік більшості країн світу. Смарт-контракти, які створюються в середовищі блокчейн, є однією з цифрових технологій, здатних суттєво змінити форму та процес взаємодії суб'єктів господарювання. Вперше ідею смарт-контракту запропонував у 1994 році вчений у галузі інформатики, криптографії та права Нік Сабо. Він описав смарт-контракт як «цифрове представлення набору зобов'язань між сторонами, включаючи протокол для виконання цих зобов'язань» [75, с. 20]. Смарт-контракт – це вихідний код програмного забезпечення, який надається та зазвичай зберігається в блокчейні, який контролює та забезпечує виконання певних зобов'язань. Слід зазначити, що є «класичні» смарт-контракти, які не прив'язані до середовища блокчейн. Сучасним прикладом ідеї смарт-контракту є формат роботи компаній Uber.

Агрегатори виконують роль посередника та арбітра, який забезпечує виконання угоди між водієм таксі та клієнтом: клієнт погоджується оплатити поїздку за ціною, заздалегідь визначеною системою-посередником (агрегатором), а водій, свою чергу, зобов'язується виконати послугу транспортування клієнта до заздалегідь визначених місць [76, с. 12]. За допомогою смарт-контрактів можна здійснювати майже безпечні транзакції, оскільки всі умови та узгоджені дії для виконання контракту містяться в ньому. Виявляється, смарт-контракт не тільки передає інформацію, а й одночасно є гарантом виконання умов угоди всіма сторонами. Сьогодні у світовій практиці смарт-контракти використовуються в уряді, ритейлі, охороні здоров'я, первинному розміщенні монет (ICO) і, звісно, у фінансових операціях. Багато вчених вважають, що смарт-контракти вже найближчим часом значно розширять своє використання. Банківська справа – це та сфера, де розумні контракти вже можна використовувати, а їх можливості для розвитку різних фінансових операцій численні.

Xuan S. і колеги акцентували увагу на технологічній складові смарт-контракту. Вони стверджують, що технологія блокчейн справила великий вплив на розвиток смарт-контрактів [77]. Teperdjia R. Аналізувала правовий статус таких контрактів [78]. Salmerón-Manzano E. and Manzano-Agugliaro F. розкрили роль смарт-контрактів у сталому розвитку [79]. L. Thomas обґрунтував роль смарт-контрактів в енергоефективності [80].

Проте досі бракує досліджень (особливо в українських наукових виданнях) щодо поточного стану та майбутнього розвитку смарт-контрактів для банківської справи.

Аналізуючи смарт-контракти в певній сфері застосування, важливо розуміти різні підходи до визначення поняття смарт-контракту. Деякі з них представлені в табл. 4.2.

Найбільш впізнаваною технологією для роботи смарт-контрактів сьогодні є блокчейн. Передбачається, що за допомогою блокчейну можна вирішити питання довіри між учасниками правовідносин – одна копія для кількох суб'єктів

має гарантувати незмінність даних і стійкість до технічної атаки. На рис. 4.4 можна спостерігати чотири основні етапи смарт-контракту на основі блокчейну.

Таблиця 4.2 – Різні тлумачення дефініції «смарт-контракт»

Автори	Визначення
Thakor A. V	Комп'ютерні програми, які реєструють та (або) виконують умови договору, ознаки якого були попередньо чітко визначені [81, с. 105]
Cong L. W., He Z.	Спеціалізований комп'ютерний протокол, який дозволяє сторонам переговорів обмінюватися між собою активами: акціями, грошима чи майном без залучення третьої сторони як посередника [82, с. 1757]
Kolvart M., Poola M., Rull A	Автоматично виконуваний процес, в якому передбачені всі можливі сценарії і відсутня можливість внесення змін [83, с. 134]

Джерело: [81; 82; 83]

Варіантів використання смарт-контрактів безліч, починаючи від простого мультипідпису (найпростіший, класичний приклад смарт-контракту). З його допомогою контрагенти, які не довіряють один одному, можуть таким чином заморозити певну кількість монет в блокчейні, у разі потреби більше половини учасників повинні будуть підписати цю суму до операцій з похідними фінансовими інструментами.

Практика використання смарт-контрактів сьогодні зводиться переважно до часткової автоматизації окремих аспектів угод, таких як обмін цифровими активами, наприклад, обмін коштів на майнові права [79, с. 145]. Проте дуже ймовірно, що в міру розвитку інфраструктури та платформ на основі технології розподіленого реєстру смарт-контракти перестануть бути просто доповненням до паперової версії документа, а стануть основним гарантом виконання зобов'язань сторін при укладанні угод, забезпечуючи перехід на цифрові контракти без необхідності їх підтвердження паперовими документами.

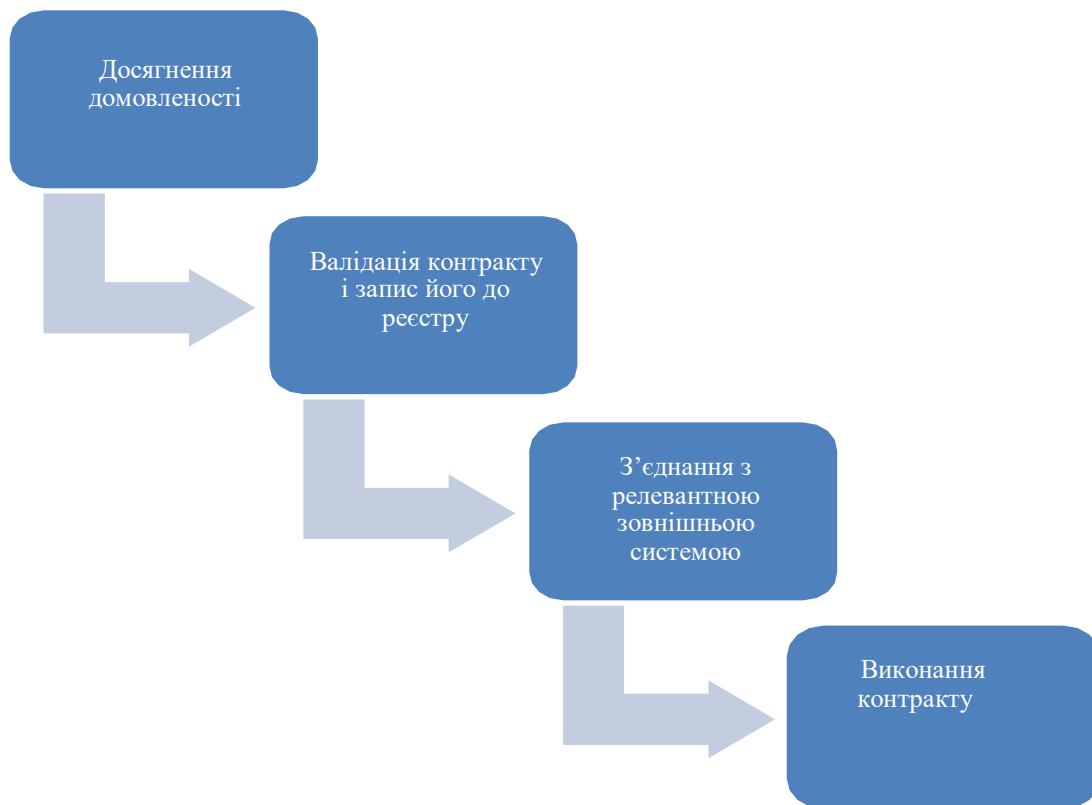


Рисунок 4.4 – Чотири базові етапи укладання смарт-контракту

Джерело: [84]

Одним із найбільш перспективних застосувань смарт-контрактів є автоматизація надання банківських послуг, таких як фінансування ланцюга поставок, іпотечне кредитування та кредитування малого бізнесу. Розумні контракти дозволять автоматизувати платежі та зменшити невизначеність і кредитні ризики.

Обмін інформацією про позичальника та цифровими версіями різних реєстрів і правовстановлюючих документів може полегшити автоматичне виконання всього процесу кредитування, від етапу подання заявки, оцінки кредитного ризику, поновлення іпотеки, передачі права власності до іпотечного обслуговування та сек'юритизації.

Смарт-контракти можуть замінити потребу в трудомісткій і складній юридичній документації – просто нові клієнти банку будуть дотримуватись процесів KYC (знай свого клієнта) [85, с. 126]. Інформацію про клієнта можна

легко перевірити за записами, що зберігаються в блокчейні. Це, у свою чергу, може задовольнити умови для розблокування додаткових послуг на основі смарт-контрактів.

Процес клірингу та розрахунків, у якому всі платежі та транзакції узгоджуються та перевіряються, пов'язаний із високими адміністративними витратами. Вони повністю усуваються, якщо угоди виконуються автономно в блокчейні.

Завдяки впровадженню децентралізованих протоколів консенсусу банки зрештою більше не потребуватимуть багатьох послуг, які вимагали стороннього посередництва до появи блокчейна.

Єдине, що банки не можуть і не зможуть робити – здійснювати емісію криптовалюти на власний розсуд. Але одна з головних цілей криптовалюти полягає саме в тому, щоб перехопити контроль над грошовою масою від усталених самовмотивованих організацій і довірити його неупередженим алгоритмам.

Схоже, що багато банківських процесів і юридичних контрактів з часом буде замінено фінансовими рішеннями на основі блокчейну, хоча цей процес переходу буде поступовим. Смарт-контракти, безумовно, пропонують значні переваги перед традиційними паперовими угодами. Слід мати на увазі, що якою б розвиненою не була технологія, завжди існує ризик уразливостей в ІТ-системах, а також уразливості, пов'язані з безпосередніми виконавцями, обмеженим часом і ресурсами для прийняття рішення, неповними або недостатніми даними. По-перше, для відтворення традиційних юридичних контрактів на блокчейні знадобиться поєднання юридичної експертизи та майстерності кодування [86, с. 71]. Існує також потреба в спеціалістах із відповідності, які розуміють, як це все має відповідати поточним і змінним нормативним актам.

Очевидно, що юридичні функції та функції DLT розвитку банків мають значно зрости, а багато посередницьких адміністративних функцій застаріють.

Більше того, фінансові установи, що діють на ринку, навряд чи захочуть повністю віддати контроль над своїми базами даних невідомим третім особам. Швидше за все, групи установ використовуватимуть авторизовані блокчейни, а клієнти взаємодіятимуть лише з довіреними вузлами, а не безпосередньо з обліковою книгою.

Незважаючи на наявність недоліків, популярність смарт-контрактів зростає, зростає зручність їх використання. Ряд організацій працює над вдосконаленням технологій, які використовують смарт-контракти. Основними шляхами оптимізації є стандартизація «шаблонів смарт-контрактів» і створення засобів візуалізації для формування логіки смарт-контрактів з готових блоків. Слід зазначити, що смарт-контракти не можуть бути єдиним інструментом забезпечення діяльності організації – завжди виникають невизначені ситуації, для виходу з яких необхідна взаємодія в адміністративному режимі (наприклад, можливе вирішення суперечок, що виникають на укладення смарт-контракту сторонами переговорів або вирішення спорів у суді).

Британський банк Barclays використовував смарт-контракти для проведення операцій з акредитивами при міжнародній доставці товарів (сиру та масла). До документів, що підтверджують виконання умов акредитива, належали електронні документи: сертифікат походження товару, страховий сертифікат, інвойс, товарно-транспортна накладна. Транзакція була здійснена за допомогою фіатних грошей.

Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA) використовує розумні контракти для надання кредитів. BBVA видала кредит корпоративному клієнту на суму 75 млн євро. Угода була зареєстрована за допомогою смарт-контракту в мережі Ethereum. Використання технології розподіленого реєстру та смарт-контрактів для виконання транзакцій знижує ризик шахрайства та значно скорочує витрати часу [87, с. 282].

В даний час багато учасників фінансового ринку, а також представники інших секторів економіки проводять різні експерименти з використання смарт-контрактів з метою оптимізації бізнес-процесів і здешевлення фінансових

операцій. Використання розумних контрактів у традиційних процесах потенційно може створити більш зручне середовище для взаємодії між урядом, організаціями та громадянами. У багатьох випадках експерименти та розробка рішень смарт-контрактів є невід'ємною частиною використання технології розподіленої бази даних. Одним із найбільш перспективних застосувань смарт-контрактів є автоматизація надання банківських послуг, таких як фінансування ланцюга поставок, іпотечне кредитування та кредитування малого бізнесу. Автоматична реалізація повного процесу кредитування, від подачі заявки до оцінки кредитного ризику, поновлення іпотеки, передачі прав власності, обслуговування іпотеки та сек'юритизації, може бути полегшена шляхом обміну інформацією про позичальника та цифровими версіями кількох реєстрів і правовстановлюючих документів. Були згадані приклади використання смарт-контрактів у банківській справі, зокрема фінансові операції британського банку Barclays та Banco Bilbao Vizcaya Argentaria. Тим не менш, не варто очікувати швидкого і повсюдного впровадження смарт-контрактів в банківську справу, оскільки будь-яка інновація повинна пройти певний шлях розвитку, перш ніж отримати широке застосування.

4.3 Іноземні інвестиції, цифрові технології та еколого-економічний розвиток

Дослідження проблеми інвестування економіки країни завжди були в центрі уваги економічної науки. Це зумовлено тим, що курс на інвестиційно-інноваційний розвиток світового господарства та національних економік розвинених країн значно активізує науковий пошук нових підходів і теоретичних положень інвестиційної діяльності. Крім того, трансформаційні процеси в Україні тривають уже більше десяти років. Перехід до регульованої ринкової економіки змінив функції інвесторів та учасників інвестиційного процесу, модифікував принципи їх діяльності. В умовах розвитку національної економіки інвестиції є основою розвитку різних рівнів економічної системи і є невід'ємною частиною активізації інвестиційних процесів. Вони необхідні для збільшення

темрів виробництва та модернізації економіки. А під інвестиційним процесом розуміють процес вкладення інвестиційних ресурсів у реальні об'єкти з метою досягнення очікуваного рівня прибутковості у вигляді матеріального прибутку чи соціальних благ. Інвестиційний процес є складовою інвестиційної діяльності, що сьогодні є дуже актуальним для України. Залучення інвестицій сприяє розвитку та розширенню потенціалу країни, який, у свою чергу, залежить від якості реалізації та регулювання інвестиційного процесу. Тобто чим активніше відбувається інвестиційний процес, тим швидше відбуваються ефективні ринкові перетворення в країні. А результати інвестиційних процесів покращують загальні макроекономічні показники економічного розвитку держави, що позитивно впливає на її імідж на світовій арені. Інвестиційний процес є складовою інвестиційної діяльності, що сьогодні є дуже актуальним для України. Залучення інвестицій сприяє розвитку та розширенню потенціалу країни, який, у свою чергу, залежить від якості реалізації та регулювання інвестиційного процесу. Тобто чим активніше відбувається інвестиційний процес, тим швидше відбуваються ефективні ринкові перетворення в країні. А результати інвестиційних процесів покращують загальні макроекономічні показники економічного розвитку держави, що позитивно впливає на її імідж на світовій арені. Інвестиційний процес є складовою інвестиційної діяльності, що сьогодні є дуже актуальним для України. Залучення інвестицій сприяє розвитку та розширенню потенціалу країни, який, у свою чергу, залежить від якості реалізації та регулювання інвестиційного процесу. Тобто чим активніше відбувається інвестиційний процес, тим швидше відбуваються ефективні ринкові перетворення в країні. А результати інвестиційних процесів покращують загальні макроекономічні показники економічного розвитку держави, що позитивно впливає на її імідж на світовій арені. чим активніше йде інвестиційний процес, тим швидше відбуваються ефективні ринкові перетворення в країні. А результати інвестиційних процесів покращують загальні макроекономічні показники економічного розвитку держави, що позитивно впливає на її імідж на світовій арені. чим активніше йде інвестиційний процес, тим швидше

відбуваються ефективні ринкові перетворення в країні. А результати інвестиційних процесів покращують загальні макроекономічні показники економічного розвитку держави, що позитивно впливає на її імідж на світовій арені.

На тлумачення поняття «інвестиційний процес» науковці мають різні точки зору, наприклад, Хітман і Джонк пропонують таке визначення: – «Інвестиційний процес – це механізм залучення потенційних інвесторів і тих, хто їх потребує» [88]. Тумусов, розглядаючи інвестиційний процес як рух капіталу, вважає, що: – «інвестиційний процес – це процес відтворення і накопичення засобів виробництва і фінансів для забезпечення руху і відтворення капіталу [89]. Шевчука, інвестиційний процес – це послідовність робіт інтелектуального та фізичного характеру, які служать створенню об'єкта, а також прямо чи опосередковано впливають на нього [90].

Розглянувши кілька трактувань поняття інвестиційного процесу, хочу запропонувати свою. Інвестиційний процес — це безперервний у просторі та часі процес реалізації інвестиційних стратегій, під час якого інвестиційні ресурси збираються та вкладаються в об'єкти інвестиційного процесу з метою досягнення певної економічної чи соціальної мети.

Спираючись на різні визначення понять та сутності інвестиційного процесу, можна виділити його особливості:

- інвестиції потребують значних фінансових витрат;
- дохід (вигоду) від інвестицій можна отримати лише на стадії експлуатації об'єкта, в який інвестують;
- ризики є невід'ємною частиною інвестування.

Пропонуємо розглянути структуру інвестиційного процесу (табл. 4.3).

Для детального розуміння сутності інвестиційного процесу розглянемо його етапи (рис. 4.5).

Мотивація до здійснення інвестиційної діяльності є пріоритетною, оскільки її мотивом є надлишок певних коштів у потенційного інвестора та його бажання отримати додатковий дохід чи соціальні вигоди шляхом здійснення інвестицій.

Таблиця 4.3 – Основні складові інвестиційного процесу

Учасники	Об'єкти прикріплення	Джерела фінансування
Інвестори: фізичні та юридичні особи України та інших держав; стан; інші держави, міжнародні організації.	Фінансові інвестиції: цінні папери: акції, облігації, векселі, банківські депозити, депозити.	Внутрішні інвестиції: державні інвестиції, ресурси інвестування, страхування, пенсійні фонди, амортизаційний фонд.
Замовники: фізичні та юридичні особи України та інших держав; стан.	Реальні інвестиції: матеріальні: будівлі, обладнання, земля; нематеріальні: патенти, ліцензії, торгові марки.	Іноземні іноземні інвестиції: приватні іноземні інвестиції, державні іноземні інвестиції, кошти міжнародних фінансових організацій.
Підрядники Постачальники сировини	Інтелектуальні інвестиції: патенти, ліцензії, торгові марки, ноу-хау, експертиза.	Джерела фінансування ще можна розділити на: - приватні інвестиції (фізичних та юридичних осіб України), - державні інвестиції (центральні та місцеві органи влади), - іноземні інвестиції (фізичні та юридичні особи іноземних держав, іноземні держави, міжнародні організації).

Джерело: побудовано автором на основі даних [91; 92; 93]

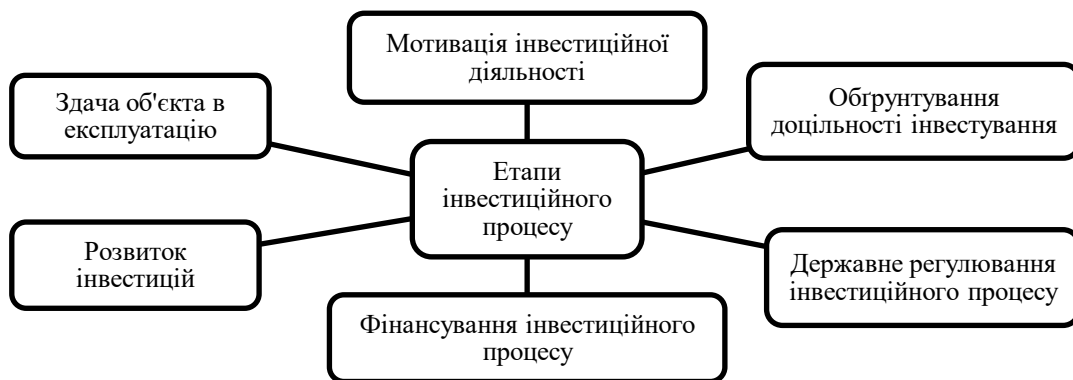


Рисунок 4.5 – Етапи інвестиційного процесу

Джерело: побудовано автором на основі даних [91]

Обґрунтування доцільності інвестування також є пріоритетним, адже інвестор повинен вивчити ринок, ситуацію компанії чи галузі, в яку він планує інвестувати та адекватно оцінити ситуацію, поставити собі провокаційне запитання: «Чи варто чи ні?». У цей час замовник повинен скласти

обґрунтований бізнес-план проекту та переконати інвестора вкласти кошти в його проект.

Щодо державного регулювання інвестиційного процесу слід контролювати належне виконання договірних угод між інвестором та замовником та вирішення конфліктів у разі виникнення спорів.

Фінансування інвестиційного процесу, тобто його ресурсне забезпечення може здійснюватися як інвестором, так і за допомогою інших учасників інвестиційного процесу, наприклад, держави.

Розвиток інвестицій призводить до початку діяльності, в яку вони інвестують: чи це будівництво, чи дослідження, чи розвиток інноваційного стартапу. Після закінчення цієї діяльності «об'єкт» вводиться в експлуатацію.

Замовник та інвестор повинні постійно контролювати процес реалізації проекту, оцінювати результати та вносити при необхідності корективи для ефективної та точної реалізації поставленої мети.

Регулювання інвестиційного процесу здійснюється відповідно до Закону України «Про інвестиційну діяльність», оскільки інвестиційна діяльність включає інвестиційний процес. Закон «Про інвестиційну діяльність» тлумачить, що державне регулювання інвестиційної діяльності здійснюється з метою реалізації економічної, науково-технічної та соціальної політики, що базується на цілях і показниках економічного і соціального розвитку України, державних і регіональних програмах економічного розвитку, програмах економічного розвитку України, державних і регіональних програмах економічного розвитку України. державного та місцевих бюджетів. вони мають обсяг фінансування інвестиційної діяльності [94].

Регулювання інвестиційного процесу здійснюється через податкову політику, кредитну та амортизаційну систему, встановлення правових норм інвестування, а також через забезпечення належного функціонування та впровадження цієї системи регулювання. Наприклад, використання податкових канікул для бізнесу впливає на розвиток виробництва, а запровадження

прискореної амортизації на підприємствах призводить до збільшення прибутку і, відповідно, відрахувань на інвестиції.

Розглянемо більш детально основні завдання принципів і форм регулювання (табл. 4.4).

Інвестиційний процес є важливою складовою економіки, оскільки його ефективна реалізація забезпечує відтворювальні процеси в країні, такі як відновлення робочої сили, оновлення основних фондів тощо.

За моїм визначенням інвестиційного процесу я можу зробити висновок, що його основна мета полягає в тому, щоб забезпечити найбільш ефективні шляхи реалізації інвестиційних стратегій країни, підприємства чи особи.

Ефективне стимулювання інвестиційного процесу призводить до збільшення інвестицій у бюджет країни та в бюджети суб'єктів господарювання.

Таблиця 4.4 – Характеристика регулювання інвестиційного процесу

Цілі	Принципи	Форми
<ul style="list-style-type: none"> – досягнення максимального ефекту від інвестицій – створення умов для розвитку пріоритетних галузей – створення умов для залучення іноземних інвестицій 	<ul style="list-style-type: none"> – зміцнення регіональної економіки – збільшення власних коштів суб'єкта господарювання на фінансування проектів – виділення бюджетних коштів на реалізацію державних пріоритетів 	<ul style="list-style-type: none"> – експертиза інвестиційних проектів – забезпечення захисту інвестицій – податкове регулювання діяльності – надання матеріальної допомоги

Джерело: побудовано на основі [95]

Стимулювання інвестиційного процесу полягає в забезпеченні:

- високі темпи економічного розвитку країни та конкурентоспроможності галузей;
- максимальна прибутковість від інвестиційної діяльності;
- мінімізація ризиків;
- швидке реінвестування та оптимальна ліквідність інвестицій [96].

Слід зазначити, що стимулювання інвестиційної діяльності має як позитивний, так і негативний вплив на економіку країни.

Розглянемо це твердження на прикладі прямих іноземних інвестицій, наведених у табл. 4.5. Оскільки зараз держава націлена на залучення іноземних інвесторів в економіку України, доцільно дослідити це питання та визначити плюси та мінуси іноземного інвестування в економіку.

Таблиця 4.5 – Вплив прямих іноземних інвестицій на економіку країни

Позитивний вплив	Негативний вплив
Показовий приклад сучасного прогресивного підприємства	Невпевненість місцевих підприємців, що вони зможуть зробити те саме
Позитивні зовнішньоекономічні ефекти підприємства з іноземними інвестиціями.	Втрата ефективності через зростання попиту на фактори виробництва
Компанія з іноземними інвестиціями може надати переваги місцевим постачальникам, розміщуючи великі замовлення	Підприємства з іноземними інвестиціями можуть вилучати ресурси у вітчизняних підприємств
Конкуренція спонукає місцеві фірми працювати ефективніше	Структурне безробіття внаслідок конкуренції
Підвищення кваліфікації їхніх працівників приносить користь іншим фірмам, коли працівники переходять на іншу роботу	Довгострокові загальноекономічні наслідки:
Україна отримує податки з чистого доходу такого підприємства	– виникнення залежності від іноземних інвесторів;
	– посилення недосконалої конкуренції;
	– погіршення екологічної ситуації.

Джерело: побудовано авторами на основі даних [95]

Варто додати, що кожна сфера має свої переваги та недоліки, проте залучення іноземних інвестицій на сьогодні є одним із провідних шляхів покращення економічної ситуації в країні. Тому вважаю за необхідне проводити активну політику стимулювання інвестиційної діяльності з метою залучення як вітчизняного, так і іноземного капіталу. Для відстеження динаміки інвестицій розглянемо обсяги прямих іноземних інвестицій в економіку України (рис. 4.6).

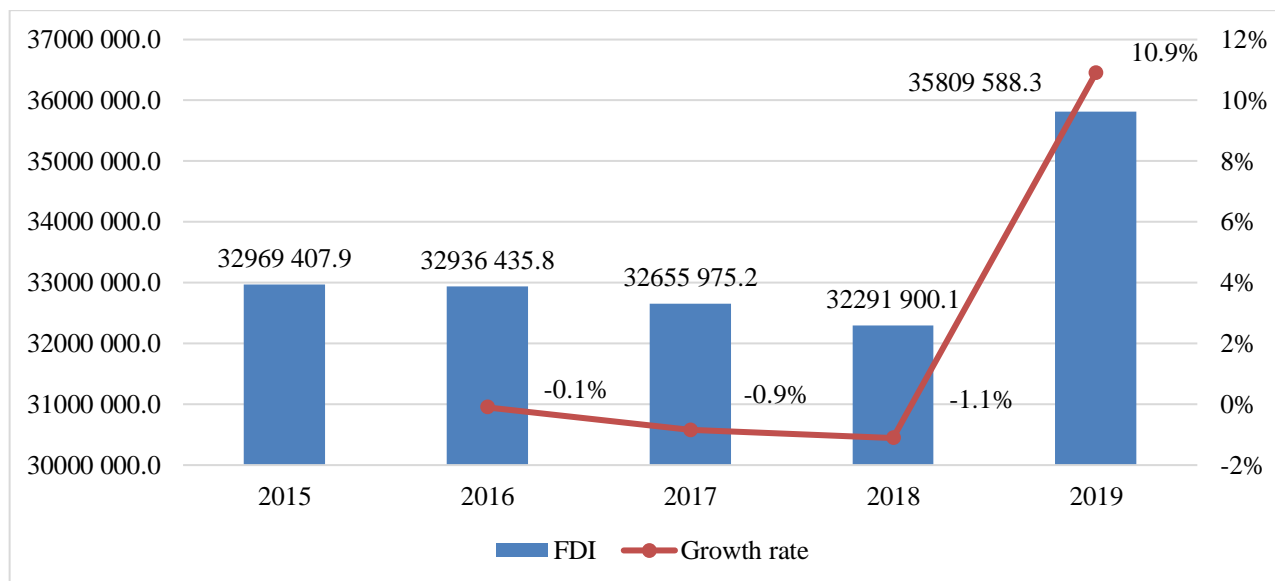


Рисунок 4.6 – Обсяги ПІІ в економіку України та темпи їх зростання

Джерело: побудовано авторами на основі даних [95]

Аналізуючи рис. 4.6, можна сказати, що у 2015 та 2016 роках обсяг ПІІ майже не змінився, а у 2017 та 2018 роках відбулося незначне зниження показника на 0,9% та 1,1% відповідно. Найбільший обсяг ПІІ спостерігався у 2019 році, що на 10,9% більше, ніж у 2018 році.

Найпопулярнішими сферами для інвестування є промисловість; оптова та роздрібна торгівля; фінансова та страхова діяльність; інформація та телекомунікації. При цьому на промисловість припадає 34% інвестицій, на оптову та роздрібну торгівлю та фінансову та страхову діяльність – 13%, на інформацію та телекомунікації – 9% від загального обсягу прямих іноземних інвестицій (рис. 4.7).

Інвестиційний процес слід розглядати як процес вкладення інвестиційних ресурсів у реальні об'єкти з метою досягнення очікуваного рівня прибутковості у вигляді матеріальної вигоди чи соціальних благ. Це складова інвестиційної діяльності, яка регулюється Законом «Про інвестиційну діяльність». Методів регулювання інвестиційного процесу багато, але не завжди вони ефективні.

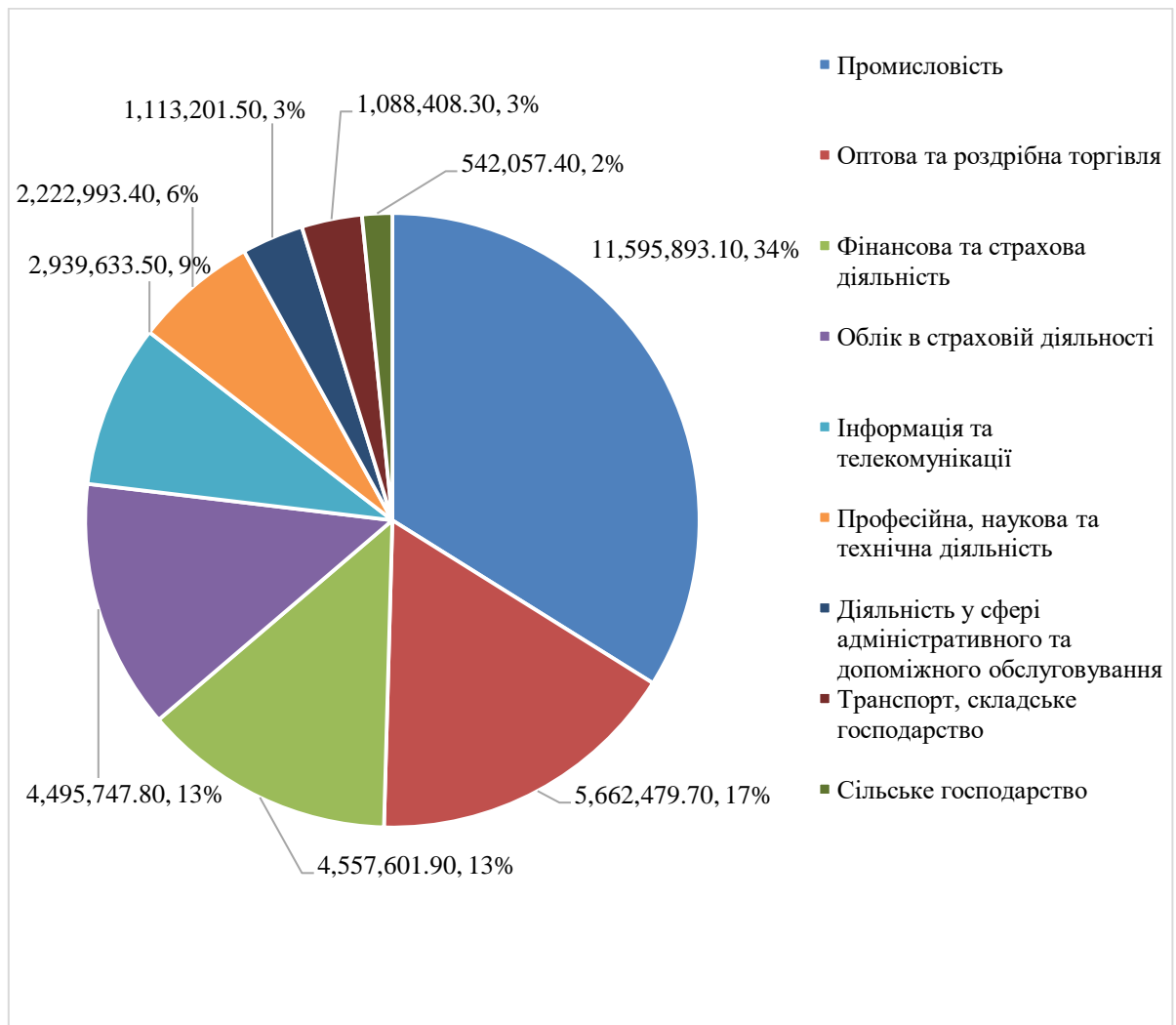


Рисунок 4.7 – Структура ПІІ в економіку України за видами економічної діяльності. Джерело: побудовано авторами на основі даних [29]

Розрізняють 6 основних етапів інвестиційного процесу: мотивація інвестиційної діяльності; обґрунтування доцільності інвестування; державне регулювання інвестиційного процесу; фінансування інвестиційного процесу; розвиток інвестицій; введення об'єкта в експлуатацію. Інвестиційний процес є

важливою складовою економіки, оскільки його ефективна реалізація забезпечує відтворювальні процеси в країні, такі як відновлення робочої сили, оновлення основних фондів тощо. Досліджуючи вплив ПІІ на економіку країни, ми виявили, що є як позитивні, так і негативні наслідки. Проте найбільший обсяг ПІІ надходить у промисловість, оптову та роздрібну торгівлю, фінансову та страхову діяльність. Отже, інвестиції відіграють провідну роль у структурній перебудові національної економіки, забезпеченні технічного прогресу, підвищенні економічних показників. Інвестиції є джерелом інвестицій у вигляді сучасних засобів виробництва, підвищують добробут населення, сприяють інноваційній діяльності, збільшують продуктивність праці. А ефективність інвестиційних процесів відіграє ключову роль у залученні інвестицій.

4.4 Задоволеність життям і цифрова трансформація суспільства: кейси з європейських економік

Задоволеність життям – це складне, комплексне поняття, яке акумулює багато факторів і умов, які варто розглядати окремо. На сьогоднішній день поняття «задоволеність життям» залишається недостатньо вивченим. Дослідники звертають увагу на вплив характеристик на задоволеність життям, але переважно на національному рівні. Зі зростанням населення мільйонних міст, стає важливішим зрозуміти, які географічні чинники сприяють особистому добробуту міст та їхніх громадян. Було обрано кілька факторів і проаналізовано їхній вплив на задоволеність життям у різних країнах.

Механізм соціальної нерівності може викликати відмінності в задоволеності життям. Тому вивчення цієї теми є критичним для попередження соціальної напруги через різницю в рівні добробуту.

Показники самопочуття можуть бути дуже суб'єктивними, але цінні для порівняння якості життя в різних державах. Насправді інформація може виражатися в індивідуальній оцінці стану здоров'я, освіти, доходів, самореалізації особистості, соціальних умов. Фактично, опитування проводяться для вимірювання задоволеності життям і щастя.

Відповідно до підходу ОЕСР, задоволеність життям описує, як громадяни оцінюють життя таким, яким воно є, а не тимчасові почуття [97].

Унікальною характеристикою суспільства є задоволеність громадян своїм життям загалом і різними його сторонами зокрема. Цей показник свідчить про цілісність країни та подальші перспективи її розвитку. Дійсно, антидержавна опозиція не може впливати на суспільство, більшість членів якого повністю чи переважно задоволені своїм життям. З іншого боку, немає акцій протесту, які б не були підкріплені високим ступенем незадоволення значної частини громадян окремою сферою життя суспільства чи навіть життям загалом.

Важливість цієї характеристики підтверджується вченими в рамках нового напрямку економічної теорії щастя («happiness economy»), у якому задоволеність життям розглядається як суттєве доповнення до традиційних показників добробуту та як один із основних елементів для розробки соціальної політики країни.

Розглянута тема завжди хвилювала вчених і мала багато різних точок зору. У дослідженні аналізуються різні соціальні фактори, які впливають на задоволеність життям. Деякі з них будуть розглянуті нижче.

На нашу думку, автори [98] найбільш широко висвітлили цю тему у своїй статті під назвою «Щастя та задоволення життям». Вони заявили, що:

- більш заможні країни найчастіше заявляють про вищі показники задоволеності життям, ніж у бідніших.
- можна зробити висновок, що економічне зростання та задоволеність життям безпосередньо пов'язані.
- точна форма зв'язку існує при порівнянні тривалості життя (здоров'я) і задоволеністю життям. Фактор адаптації має значення для самооцінки щастя.

Акерман висловила цікаву точку зору у своїх наукових записках «Теорія задоволеності життям і 4 сприяючі фактори» [99]. Багаті країни, швидше за все, матимуть кращі середні показники задоволеності життям, ніж відносно бідні країни.

Крім того, важливі думки були викладені в «Аналізі детермінант задоволеності життям», зокрема такі як «Хоча дохід підтверджено як один із факторів, пов'язаних з високим рівнем задоволеності життям. декілька інших характеристик є особливо актуальними, включаючи рівень освіти, здоров'я, статус зайнятості та житлові умови. На територіальному рівні проживання в умовах, що характеризуються вищим рівнем зайнятості, вищими рівнями соціальних витрат муніципалітету та кращими екологічними умовами приносять перевагу з точки зору задоволеності життям» [100].

Згідно з [101], задоволеність життям пов'язана із виникненням приємних і неприємних ситуацій у роботі та особистому житті. Доведено, що більш високі показники задоволеності життям пов'язані з більшою ймовірністю шлюбу та/або народження дитини та знижуються через розлучення шлюбу, втрату роботи та переїзд.

Автори [102] стверджують, що «суб'єктивне щастя стосується всіх видів оцінювання та охоплює когнітивні оцінки (задоволення життям, роботою тощо)». Нижчі показники здоров'я та самопочуття призводять до відпусток через хворобу, зниження продуктивності праці і навіть прогулів.

У роботі [103] розглядали задоволеність життям з точки зору гендерної рівності. Наприклад, «жінки в егалітарних країнах з вищою гендерною рівністю відносно більш задоволені своїм життям, ніж жінки в традиційних суспільствах». Необхідно констатувати, що жінки і чоловіки демонструють різні позиції щодо факторів, що впливають на їх задоволеність життям.

У роботі [104] дослідили ще один важливий фактор і виявили зв'язок між ВВП і суб'єктивним благополуччям. Базуючись на даних ЄС за перше десятиліття 2000-х років, парадокс Істерліна стверджує, що як регресії між країнами, так і особливості всередині країни стверджують, що ВВП позитивно пов'язаний із задоволеністю життям, хоча цей зв'язок особливо виражений у східних країнах ЄС. Існують інші сучасні дослідження [105; 106] присвячені проблемам дослідження взаємозв'язку між доходом домогосподарства, житлом

та якістю життя як базових параметрів соціальної безпеки європейських економік.

На основі проведеного аналізу автори [107] зробили наступні висновки:

- «1. Важливість якості трудового життя залежить від місця роботи;
2. Люди реагують на події, але з часом повертаються до початкового рівня щастя та задоволення.
3. Щастя підвищує загальну робочу продуктивність.
4. Задоволеність заробітною платою залежить від відносної заробітної плати з іншими».

У роботі [108] описано вплив забруднення повітря на задоволеність життям і висловив думку, що забруднення повітря негативно впливає на суб'єктивне самопочуття (наприклад, щастя та оптимізм). Важливим політичним наслідком є те, що зменшення забруднення повітря покращує якість життя людей. Такі результати дають підстави урядовцям створювати чисте довкілля, зокрема шляхом впровадження економічних заходів, спрямованих на стимулювання розвитку енергоефективних технологій, відновлюваної енергетики тощо [109; 110]. Енергоефективні трансформації економік є прямим шляхом до сталого розвитку та покращення задоволеністю життям [111; 112], а відновлювана енергетика є вагомим чинником сталого розвитку [113; 114].

У статті [115] надається оцінка зв'язків між забрудненням і рівнем задоволеності життям на основі даних перехресного аналізу та встановлено, що забруднення негативно впливає на задоволеність життям. Антонюк та ін. [116] виявили зв'язок між підприємницькою етикою та задоволеністю життям власників малого та середнього підприємництва. Останні краще функціонують та беруть участь у розвитку суспільства, ніж ті, хто не дотримується жодного етичного кодексу.

У цій темі вчені [117] проаналізували, що концентрації SO₂ за регіонами важливі для ухвалення управлінських рішень політиками і місцевими органами влади. Як і в інших дослідженнях, було виявлено негативний зв'язок між забрудненням повітря та особистим рівнем задоволеності життям. Збільшення

концентрації SO_x на один міліграм на кубічний метр пов'язане зі зменшенням задоволеністю життям. Інновації та високий технологічний розвиток є важливими для зростання ВВП та покращення задоволеністю життям [44; 46]. Але для підвищення економічної ефективності, а отже, і задоволеності життям, потрібні не лише самі інновації, але й інноваційні стратегії [41; 42]. Екологічний слід та тіньова економіка є факторами, які зменшують задоволеність життям і вважаються негативними зовнішніми ефектами [38; 118]. Якість освіти та розвиток людського капіталу можуть бути факторами, які позитивно впливають на задоволеність життям [119].

Також, важливо приділити належну увагу сучасним дослідженням рівня задоволеністю життям та пандемією COVID-19.

Для цього аналізу було обрано 33 країни та дані для них за 2016, 2017 та 2018 роки. Бельгія (B), Болгарія (BG), Чехія (CZ), Данія (DK), Німеччина (D), Естонія (EE), Ірландія (IRL), Греція (GR), Іспанія (E), Франція (F), Хорватія (CR), Італія (I), Кіпр (CY), Латвія (LV), Литва (LT), Люксембург (L), Угорщина (H), Мальта (MT), Голландія (NL), Австрія (AU), Польща (PL), Португалія (P), Румунія (RO), Словенія (SL), Словаччина (SK), Фінляндія (FIN), Швеція (S), Великобританія (UK), Ісландія, Норвегія (N), Швейцарія (SC), Сербія, Туреччина. Річні дані для всіх показників було згенеровано з порталу Євростату. Згадані вище країни були обрані на основі наявності даних і тому, що вони географічно пов'язані з Європою.

У цьому дослідженні в ролі залежної змінної обрано задоволеність життям. Одиницею виміру є рейтинг від 0 до 10 (де 0 означає «зовсім не задоволений», а десять — «повністю задоволений»). Оскільки це суб'єктивний показник і отриманий завдяки опитуванням населення, основними запитаннями були: «Наскільки Ви задоволені своїм життям сьогодні?».

Першою незалежною змінною був середній і медіанний дохід. Одиницею виміру доходу є євро.

З погляду методології панельні дані можуть відображатися як у лінійному, так і в матричному позначеннях:

$$\{ y_{jt}; X_{jt}, j, j=1,2,3,\dots, t=1,2,3,\dots,T \} \quad (4.1)$$

де x_1, \dots, x_n є набір пояснювальних змінних регресії GLS;

j – це використані змінні

t – це період

Емпірична специфікація теоретичної моделі (1) може мати таку схему:

$$y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \dots + \alpha_n x_n + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (4.2)$$

де α_0 є константа;

$\alpha_1, \dots, \alpha_n$ є набір коефіцієнтів регресії;

ε_{it} – це похибка.

Загальні оцінки найменших квадратів (GLS) мають таку структуру коваріації.

y_i ($T \times 1$) набір спостережень залежних змінних

X_i ($T \times k$) набір спостережень незалежних змінних

$$Y = (y_1 \ y_2 \ y_3 \ \dots \ x_n), X = (x_1 \ x_2 \ x_3 \ \dots \ x_n) \ v = (u_1 \ u_2 \ u_3 \ \dots \ u_n) \quad (4.3)$$

Коваріаційна матриця (СМ) для похибок матиме наступний вигляд:

$$\Omega = E(uu') = [\Sigma \ \dots \ 0 \ \vdots \ \vdots \ 0 \ \dots \ \Sigma] \quad (4.4)$$

Оцінивши коваріаційну матрицю для похибок, можливо знайти належні значення GLS регресорів:

$$\hat{\alpha}_{GLS} = (X\Omega^{-1}X)^{-1}X\Omega^{-1}Y \quad (4.5)$$

Нижче наведено теоретичну модель для індикаторів задоволеності життям:

$$LS_t = F(mmi_t, pgi_t, cvv_t, er_t, mi_t, dc_t, hr_t, ap_t, dp_t, ar_t), \quad (4.6)$$

де LS_t – рівень задоволеності життям в рік t (в пунктах)
 mmi_t – середній і медіанний дохід (в євро)
 pgi_t – забруднення чи інші екологічні проблеми (у відсотках)
 cvv_t – злочинність, жорстокість чи вандалізм (у відсотках)
 er_t – рівень зайнятості (відсоток від загального населення)
 mi_t – показники щодо шлюбу (у відсотках)
 dc_t – смерть через рак (у відсотках)
 hr_t – людські ресурси в науці й техніці (відсоток від працездатного населення)
 ap_t – забруднювачі повітря за сферами (у тоннах)
 dp_t – смерть через пневмонію (у відсотках)
 ar_t – заборгованості (за іпотекою чи орендою, комунальними послугами, споживчими кредитами, у відсотках).

Розберемо незалежні змінні глибше. Рівень зайнятості визначається як частка від кількості людей віком від 20 до 64 років до всього дорослого населення у віці, зазначеному вище. Дані отримані з дослідження робочої сили ЄС. Одиницею вимірювання рівня зайнятості є відсоток від загальної чисельності населення. Наше дослідження передбачає, що чим вищі рівні зайнятості, тим вищі рівні задоволеності життям досліджуваних економік. І навпаки, чим вищий рівень безробіття, тим нижчий рівень задоволеності життям.

Потім було обрано кількість злочинів чи насильства на певній території, яка вимірюється у відсотках. Наше дослідження передбачає, що чим вищий

рівень злочинності в регіоні, тим нижчий рівень задоволеності життям в досліджуваних економіках.

Не менш важливою змінною є реальний ВВП на душу населення. Середній і медіанний дохід, а також реальний ВВП на душу населення є мірою економічної діяльності та широко використовуються як індикатор матеріальної якості життя. Обидві змінні вимірюються у євро на душу населення. Очікується, що ВВП на душу населення та медіанний дохід позитивно впливатимуть на рівень задоволеності життям.

Крім того, було обрано пояснювальну змінну – людські ресурси у науково-дослідній діяльності, що включає економічно активну дорослу людину віком 25-64 роки, яка має повну вищу освіту та працює в науково-дослідній діяльності, де зазвичай потрібна вища освіта. Одиницею вимірювання цієї змінної є відсоток активного населення. Припускається, що більш освічене населення має вищий рівень задоволеності життям.

Наступне – економічно активне населення. Одиницею вимірювання цієї змінної є відсоток від усього населення. Ще однією незалежною змінною є заборгованість, яка вимірює такі борги, як іпотека або орендна плата. Одиницею вимірювання заборгованості є відсотки.

Крім того, було вирішено взяти дві змінні, пов'язані із забрудненням. Одним із них є забруднення, що вимірюється у відсотках. І другий – забруднювачі повітря за сферою походження. Одиницею її вимірювання є тонна. Обидві змінні пов'язані з негативними зовнішніми ефектами, і насправді очікується, що більш високі рівні забруднення негативно впливають на задоволеність життям. Потім вибирається індикатор для взяття показників браку. Ця змінна показує нам кількість шлюбів, і очікується, що вищі показники шлюбу корелюють з вищими рівнями задоволеності життям.

Останніми змінними є смерть внаслідок раку та пневмонії. Рівень смертності населення було скориговано відповідно до стандартного розподілу за віком і виміряно як рівень смертності на 100 000 жителів, і очікується, що більш

високі показники смертності корелюють з нижчими рівнями задоволеності життям.

Після відбору даних було використано програму Stata та отримано регресії для цього дослідження.

Описавши вибірку даних і методологію, перейдемо до емпіричних оцінок. Для таких оцінок побудовано три моделі. Таким чином, перший використовує задоволеність життям (ЗЖ) як залежну змінну з оціненим впливом економічних, соціальних, структурних і цифрових показників. Використовуючи загальну техніку найменших квадратів із випадковими ефектами, побудовано три регресії та комбінацію десяти змінних, які впливають на задоволеність життям.

Таблиця 4.6 – Результати регресійного аналізу

	(1)	(2)	(3)
Змінні	ЗЖ Модель 1	ЗЖ Модель 2	ЗЖ Модель 3
Середній і медіанний дохід	4.27e-05*** (1.26e-05)	3.47e-05** (1.46e-05)	
Забруднення	0.00948 (0.0201)		
Злочинність, жорстокість і вандалізм	-0.0128 (0.0177)		-0.00464 (0.0172)
Рівень зайнятості	0.0699*** (0.0166)	0.0617*** (0.0173)	
Показники щодо шлюбу	1.16e-06 (8.59e-07)		
Смерть через рак	7.65e-05 (0.00324)		-0.00298 (0.00253)
Людські ресурси в науці й техніці		0.0111 (0.0194)	0.0550*** (0.0115)
Забруднювачі повітря за сферами		3.92e-07 (2.97e-07)	3.97e-08 (3.01e-07)
Смерть через пневмонію			0.00658 (0.00623)
Заборгованість			-0.0363*** (0.0105)
Константа	0.737 (1.371)	0.921 (1.076)	5.192*** (1.118)
Кількість спостережень	99	99	99
Кількість id	33	33	33

Джерело: побудовано авторами

Зі зростанням ВВП країни підвищується і рівень життя її жителів. Розширюється виробництво, зростає заробітна плата, а держава збільшує витрати на різноманітні соціальні програми та потреби громадян. Тому цей показник також впливає на задоволеність життям.

З першої моделі видно, що якщо середній і медіанний дохід зростає на 10 000 євро, задоволеність життям зростає на 0,42. Люди, які займають більш високе місце на суб'єктивній соціальній драбині і мають великий сімейний дохід, більш задоволені, ніж сім'ї з низькими доходами і становищем у суспільстві (рис. 4.8).

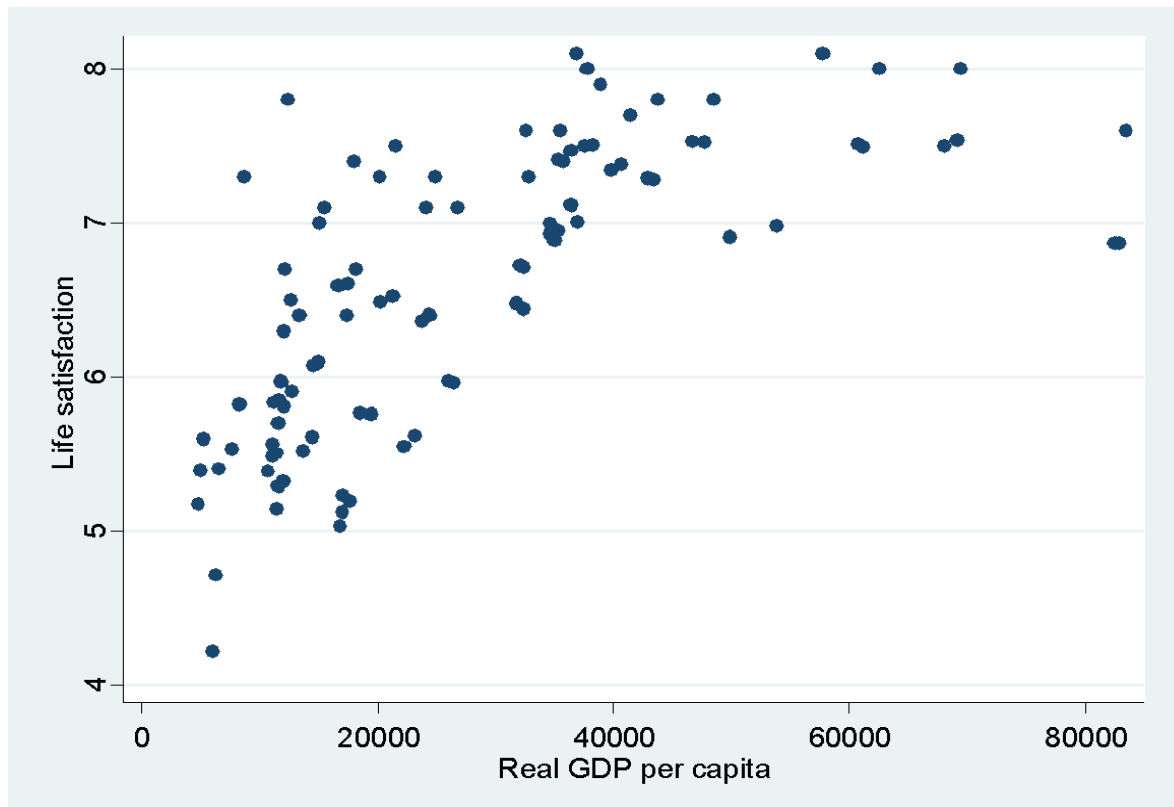


Рисунок 4.8 – Залежність між задоволеністю життям і реальним ВВП на душу населення для 34 обраних країн в 2016-2018. Джерело: побудовано авторами

Можна помітити, що збільшення змінних доходу лише до певної міри позитивно впливає на задоволеність життям. Таким чином, можна висунути гіпотезу про те, що після деякої критичної точки в досягненні доходу показники

задоволеності життям починають знижуватися. Вже доведено, що щастя має U-подібну форму протягом життєвого циклу, але не дохід, як це видно в [120]. Щоб перевірити цю гіпотезу, необхідно проаналізувати перевернуту U-подібну криву для змінних задоволеності життям і доходу.

Таблиця 4.7 – Перевернута U-подібна крива для задоволеності життям і змінних доходу

Random-effects GLS regression	R-squared: within = 0.5908 between = 0.8063 total = 0.6140 Wald chi2(1) = . corr(u_i, X) = 0 (assumed)		Кількість спостережень = 99 Кількість груп = 33 мінімум = 3 середнє = 3.0 максимум = 3		
Задоволеність життям	Коефіцієнт	Стандартне відхилення	Z (st)	P> z	[95% інтервал довіри]
Реальний ВВП на душу населення	.0000993	.000016	6.22	0.0	.000068 .0001306
Реальний ВВП на душу населення у квадраті	-8.39e-10	1.99e-10	-4.22	0.000	-1.23e-09 -4.49e-10
_cons	4.754456	.2566724	18.52	0.000	4.2513875 .257525
sigma_u sigma_e rho	.29363712. .37083071 .38537348				

Джерело: побудовано авторами

Оцінивши співвідношення квадратичної форми між доходом і задоволеністю життям, можна створити модель для знаходження критичної точки. Як лінійні, так і квадратичні змінні є статистично значущими і можуть бути записані як $LS = 4,754456 + 0,0000993 * Y - 8,39e-10 * Y^2$, з критичною точкою 59177 євро. Коли дохід на душу населення починає перевищувати 59177 євро, рівень задоволеності життям починає знижуватися. З цієї причини можна говорити про обернені U-подібні зв'язки між економічним зростанням і

задоволеністю життям. Після деяких критичних точок у добробуті населення інші фактори стають необхідними для підвищення задоволеності життям.

Якщо рівень зайнятості зростає на 10%, то задоволеність життям зростає на 0,7. Хоча гроші не вважаються джерелом щастя, вони все одно є суттєвою рушійною силою для досягнення вищого рівня задоволеності життям і, таким чином, підвищують добробут людей і задоволеність життям. Також вважається, що суспільство з високою зайнятістю є багатшим, політично стабільнішим і здоровішим, тому цей показник також впливає на задоволеність.

Наші емпіричні результати можуть бути підтвержені графічними ілюстраціями (рис. 4.9).

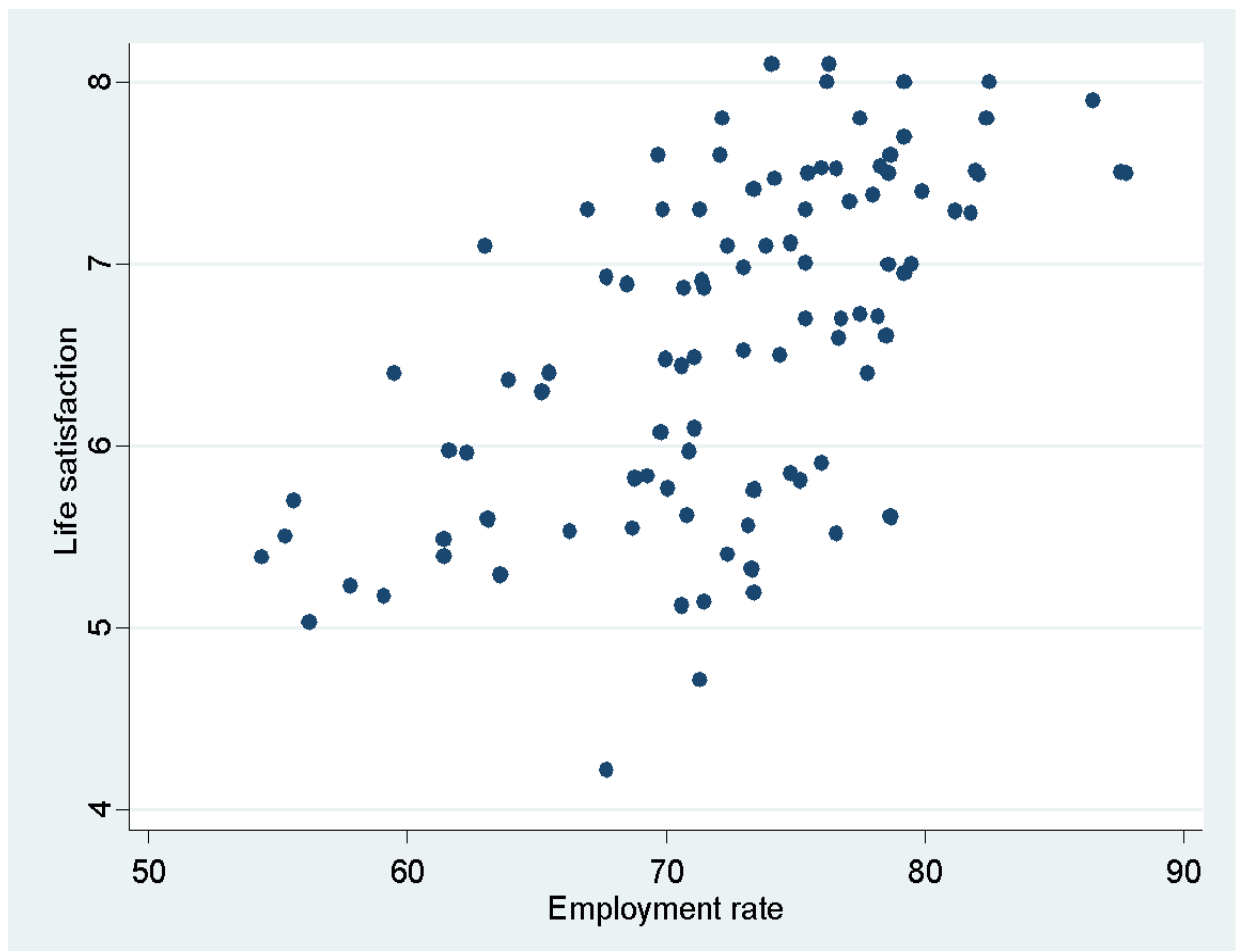


Рисунок 4.9 – Залежність між задоволеністю життям і безробіттям для 34 обраних країн в 2016-2018 рр. Джерело: побудовано авторами

Проаналізуємо специфікації моделі 3. Якщо людські ресурси в науці та техніці збільшуються на 10%, задоволеність життям зростає на 0,5. Усі нові досягнення в цих сферах ведуть до технічного прогресу, який, у свою чергу, впливає на підвищення якості та рівня життя. Тому цей фактор також впливає на задоволеність життям. Якщо заборгованість зростає на 10%, задоволеність життям знижується на 0,36. Люди, задоволені своїм життям, реалізували себе як фахівці певної галузі, наприклад науки і техніки. Природно, чим більше у людей боргів, тим більше у них проблем, тому вони незадоволені своїм життям. З емпіричних результатів стає зрозуміло, що злочинність не є статистично значущим фактором для задоволеності життям.

Здоров'я є основним рушієм задоволеності життям, як усередині, так і між країнами, тому очікувалося, що смертність від раку та смертність від пневмонії мають впливати на задоволеність життям. Але насправді наші результати довели, що смерть від раку та смерть від пневмонії не мають істотного впливу на задоволеність життям.

Можна стверджувати, що незалежні змінні, такі як злочинність/насильство, економічно активне населення, забруднення, забруднювачі повітря за сферами, показники шлюбу та смертність від пневмонії не є статистично значущими.

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз проблематики прикладних аспектів переходу до сестейнової моделі економіки в руслі Industries 3.0; 4.0; 5.0 дозволив зробити ряд висновків, а саме:

1. Науковий напрямок дослідження впливів та взаємозв'язків проривних технологій та сталого розвитку продовжує набирати актуальність, про що зокрема свідчить експонентна публікаційна активність з даної у проблематики у виданнях, що індексуються базою даних Scopus.

2. Впровадження досягнень Industries 3.0; 4.0; 5.0 у сферу суспільного життя збільшує продуктивність праці та підвищує економічну безпеку, проте одного цього не достатньо для протидії катастрофічним негативним впливам на сталий розвиток внаслідок війни в Україні. При цьому масштаби такого впливу не обмежуються лише Україною і одна із найбільш глобальних проблем, які стоять перед людством на сьогодні є подолання бідності.

3. У процесі розроблення прикладних методичних підходів щодо оцінки узгодженості протікання процесів, фаз між елементами структур в рядах еколого-економічної динаміки виявлено синхронізацію флуктуацій ВВП на душу населення за 2000–2021 рр. для України, Польщі та Білорусі. Синхронізація флуктуацій ВВП свідчить про наявність сильних взаємозв'язків у згаданий економічний період між вибраними національними економічними системами. Зокрема, усі вищеназвані економічні системи знаходилися у стані стрімкого економічного зростання до початку глобальної фінансової кризи у 2008 р. Найбільша волатильність флуктуацій властива саме для України, потім іде Білорусь та Польща, що свідчить про нижчий рівень економічної безпеки національної економіки у зазначений період відносно порівнювальних країн.

4. Встановлено позитивний та статистично значущий вплив зростання кількості користувачів Інтернет серед усього населення на ВВП на душу населення. Так, при збільшенні користувачів на 1%, ВВП на душу населення в середньому зростає на 47,69 USD для країн ОЕСР за 2004-2018 рр. Також

виявлено позитивний та статистично значущий вплив зростання кількості користувачів Інтернетом серед усього населення на кількість населення за межею бідності в країнах ОЕСР, зокрема збільшенні користувачів інтернетом на 1%, кількість населення за межею бідності в середньому падає на 0,07%. Аналогічні результати отримано при дослідження впливу цифрових технологій та викиди CO₂ на душу населення. Так, при збільшенні користувачів Інтернетом серед усього населення на 1% корелює зі зменшенням CO₂ на 0,04 метричних тони.

5. При оцінюванні ефектів поширення проривних технологій в соціально-економічних системах на прикладі національної економіки 2017–2021 рр. встановлено, що цифрова трансформація соціально-економічних та екологічних систем України протягом 2017–2021 років має покращення. Загалом Україні необхідно підтримувати ті темпи цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем, які вона мала за цей період. Але в той же час, значення 0,999 для першого агрегатного показника *ДІ*, який відповідає за кількісну сторону цифрової трансформації соціально-економічних систем, свідчить про її спадаючу динаміку у цілому. Це падіння відбулось за рахунок зменшення деяких абсолютних показників, таких як кількість державних установ, які мають доступ до Інтернету, кількість державних установ, які дають можливість користування інструментами електронної демократії, кількість підприємств, що проводять аналіз «великих даних».

6. При апробації методичних підходів оцінювання впливу цифровізації на ВВП як індиктору *СР* для країн ОЕСР за 2007–2018 рр., встановлено, що доступ до Інтернету, як економетричний інструмент досягнення цифровізації та зниження трансакційних витрат, має позитивний і статистично значущий вплив на ВВП на душу населення. При збільшенні користувачів Інтернету на 1% ВВП на душу населення зростає в середньому на 69,73 дол. Частка експорту ІКТ та високих технологій у його загальній структурі позитивно впливає на ВВП на душу населення, але цей вплив є статистично незначущим.

7. При обґрунтуванні інструментарію забезпечення інноваційного

сестейнового розвитку економічних систем на основі урахування економічних, технологічних, екологічних та соціальних флуктуацій обґрунтовано необхідність підвищення резистивності та гнучкості економічної системи будь-якого рівня для протидії негативним флуктуаціям та забезпечення сестейновості розвитку. Оскільки ключова роль у переході країни до екологічно сталого розвитку належить економічній системі, саме вона є основним джерелом виникнення соціальних та екологічних проблем і їй належить провідна роль і у формуванні основних напрямків їх вирішення.

8. Розроблені системи розрахункових алгоритмів, методів та моделей для обґрунтування управлінських рішень щодо цифрової трансформації секторів національної економіки побудовано на основі урахування науково-методичного, нормативного та інформаційного забезпечення критеріально-оціночної бази управління реалізацією заходів обраної альтернативи цифрової трансформації залежно від рівня системи. Окремим елементом управлінських заходів є планування конкретних програм з розвитку цифрової трансформації компонент соціально-економічних та екологічних систем з урахуванням інтересів різних груп зацікавлених сторін, які враховані у розробленій системі показників. Для ефективного впровадження механізму реалізації обраної управлінської альтернативи цифрової трансформації у просторі та часі та усіх рішень у процесі планування, організації, мотивації та контролю її виконання важливим є застосування принципів системної методології розвитку як базових правил управління.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Крисоватий А. І., Сохацька О. М. Четверта промислова революція: зміна напрямів міжнародних інвестиційних потоків : монографія. Тернопіль : Осадца Ю. В., 2018. 478 с.
2. 7th Framework programme URL: https://ec.europa.eu/research/fp7/index_en.cfm.
3. Мельник Л. Г., Ковальов Б. Л. Проривні технології в економіці і бізнесі (досвід ЄС та практика України у світлі III, IV і V промислових революцій) : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2020. 180 с.
4. Saberi S., Kouhizadeh M., Sarkis J., Shen L. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. International Journal of Production Research. 2019. No. 57(7) P. 2117-2135
5. Phaal R. Technology roadmapping - A planning framework for evolution and revolution. Technological Forecasting and Social Change. 2014. No. 71(1-2), P. 5-26
6. Mellor S., Hao L., Zhang D. Additive manufacturing: A framework for implementation. International Journal of Production Economics. 2014. No. 149, P. 194-201
7. Bai C., Dallasega P., Orzes G., Sarkis J. Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. International Journal of Production Economics. 2020. No. 229.
8. Alstone P., Gershenson D., Kammen D.M. Decentralized energy systems for clean electricity access. Nature Climate Change. 2015. No. 5(4), P. 305-314
9. Verbruggen A., Fishedick M., Moomaw W., Nyboer J., Sathaye J. Renewable energy costs, potentials, barriers: Conceptual issues. Energy Policy. 2010. No. 38(2). P. 850-861
10. Hannan M.A., Faisal M., Ker P.J., Mahlia T.M.I., Blaabjerg F. A review of internet of energy based building energy management systems: Issues and recommendations. IEEE Access. 2018. No. 6. P. 38997-39014

11. Bibri S.E. A foundational framework for smart sustainable city development: Theoretical, disciplinary, and discursive dimensions and their synergies. *Sustainable Cities and Society*. 2018. No. 38. P. 758-794
12. Rowan N.J., Galanakis C.M. Unlocking challenges and opportunities presented by COVID-19 pandemic for cross-cutting disruption in agri-food and green deal innovations: Quo Vadis? *Science of the Total Environment*. 2020. No.748.
13. Economic Outlook. World Bank. URL: <https://www.worldbank.org/en/country/ukraine/overview#3>
14. Yang Zhang, Tao Huang, Ettore Francesco Bompard. Big data analytics in smart grids: a review. *Energy Informatics*. 2018. Vol. 1. No. 8.
15. IRENA. Renewable Energy Statistics. The International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi, 2019.
16. Jenkins Nick, Chao Long, Jianzhong Wu. An Overview of the Smart Grid in Great Britain. *Engineering*. 2015. No. 1 (4). P. 413–421.
17. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Закон України від 18.08.2017 № 605-р.
18. Global Innovation Index 2022. URL: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2022/
19. World Energy Outlook 2022. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/executive-summary>
20. Шинкоренко Т. П. Макроекономічні шоки: теоретичні та емпіричні аспекти / Т. П. Шинкоренко // *Економіка і прогнозування*. – 2010. – № 2. – С. 44–60
21. Frankel J. A. The Endogeneity of the Optimum Currency Area Criteria / J. A. Frankel, A. K. Rose // *National Bureau of Economic Research Working Paper*. – 1997. – No. 5700. – 31 p.
22. Mink M. Measuring Similarity of Business Cycles in the Euro Area and the U. S. [Electronic resource] / M. Mink, Jan P.A.M. Jacobs, J. de Haan // *De Nederlandsche Bank CSSO Working Papers*. – 2008. – Mode of access :

<https://pdfs.semanticscholar.org/78d3/eec8ef98ae1956aacb6dda4e90bcad940be6>

23. Кубатко О.В. та ін. Формування науково-методичних підходів та розробка концепції обґрунтування забезпечення сестейнового розвитку та ресурсної безпеки: звіт про наук.–дослід. роботу. Суми: Сумський державний університет, 2021. 164 с.

24. Від проривних технологій до цифрової економіки: монографія / за заг. ред. О. В. Кубатко, Б. Л. Ковальов. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 256 с. ISBN 978-966-657-924-2

25. PricewaterhouseCoopers. Digitization for economic growth and job creation: a report, 2013. 24 p.

26. Balsmeier B., Woerter M. Is this time different? How digitalization influences job creation and destruction. *Research policy*. 2019. Vol. 48, No. 8. P.103-107.

27. GeSI. SMARTer 2030. 2015. URL: <http://smarter2030.gesi.org/>.

28. Офіційний сайт Human Development Reports. URL: <http://hdr.undp.org/>

29. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. 2022. Режим доступу: <https://ukrstat.gov.ua>

30. Вороненко В.І., Кубатко О.В., Ковальов Б.Л., Гриценко П.В., Омеляненко В.А. Динаміка цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем. *Агросвіт*. Дніпро: ДДАЕУ. 2022. №15-16. С. 15-22. DOI: 10.32702/2306-6792.2022.15–16.15 URL: <https://nayka.com.ua/index.php/agrosvit/article/view/354/356>

31. Ruihui Pu, Xiang Li, Pujiayi Ch. Sustainable development and sharing economy: A bibliometric analysis. *Problems and Perspectives in Management*. 2021. Vol. 19, No. 4. P. 1–19. DOI: 10.21511/ppm.19(4).2021.01.

32. Zhang W., Zhao S., Wan X., Yao Y. Study on the effect of digital economy on high-quality economic development in China. *PLOS One*. 2021. Vol. 16, No. 9. P. 257–365. DOI: 10.1371/journal.pone.0257365.

33. Sineviciene L., Hens L., Kubatko O., Melnyk L., Dehtyarova I., Fedyna S. Socio-economic and cultural effects of disruptive industrial technologies for

sustainable development. *International Journal of Global Energy Issues*. 2021. Vol. 43, No. 2–3. P. 284–305. URL: <https://doi.org/10.1504/ijgei.2021.10037749>.

34. Karintseva O., Kharchenko M., Boon E. K., Derykolenko O., Melnyk V., Kobzar O. Environmental determinants of energy-efficient transformation of national economies for sustainable development. *International Journal of Global Energy Issues*. 2021. Vol. 43, No. 2–3. P. 262–274. URL: <https://doi.org/10.1504/ijgei.2021.115148>.

35. Klymchuk O., Khodakivska O., Kovalov B., Brusina A., Benetyte R., Momotenko I. World trends in bioethanol and biodiesel production in the context of sustainable energy development. *International Journal of Global Environmental Issues*. 2020. Vol. 19, No. 1–3. P. 90–108. URL: <https://doi.org/10.1504/ijgenvi.2020.114867>.

36. Honningdal Grytten O., Lindmark M., Bjørn Minde K. The wealth of nations and sustainable development: energy intensity and the environmental Kuznets curve. *Environmental Economics*. 2020. № 11 (1). P. 110–123. DOI: 10.21511/ee.11(1).2020.10.

37. Balsmeier B., Woerter M. Is this time different? How digitalization influences job creation and destruction. *Research policy*. 2019. № 48 (8). P. 103–112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.03.010>.

38. Veklych O., Karintseva O., Yevdokymov A., Guillamon-Saorin E. Compensation mechanism for damage from ecosystem services deterioration: Constitutive characteristic. *International Journal of Global Environmental Issues*. 2020. Vol. 19, No. 1–3. P. 129–142. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJGENVI.2020.114869>.

39. Melnyk L., Dehtyarova I., Kubatko O., Karintseva O., Derykolenko A. Disruptive technologies for the transition of digital economies towards sustainability. *Economic Annals-XXI*. 2019. Vol. 179, No. 9. P. 22–30. URL: <https://doi.org/10.21003/ea.v179-02>.

40. Kurbatova T., Sotnyk I., Kubatko O., Baranchenko Ye., Arakpogun E., Roubik H. State support policy for renewable energy development in emerging

economies: the case of Ukraine. *International Journal of Global Environmental Issues*. 2020. Vol. 19, No. 1–3. P. 26–52. URL: <https://doi.org/10.1504/IJGENVI.2020.114864>.

41. Melnyk L. G., Shkarupa E. V., Kharchenko M. O. Innovative strategies to increase the economic efficiency of greening the economy. *Middle East Journal of Scientific Research*. 2013. Vol. 16, No. 1. P. 30–37.

42. Shkarupa O. V., Karintseva O. I., Zhukova T. A. Ecological modernization of the transport system in Sumy for green growth of economics. *International Journal of Ecology and Development*. 2017. Vol. 32, No. 3. P. 75–85.

43. OECD. Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future. 2019. URL: <https://www.oecd.org/publications/measuring-the-digital-transformation-9789264311992-en.htm>.

44. Melnyk L. Socio-natural antientropic potential: the role of economy and innovations. *Environment, Development, and Sustainability*. 2021. Vol. 23, No. 3. P. 3520–3542.

45. World Bank. World Bank Open Data. 2021. URL: <https://data.worldbank.org/>

46. Benetyte R., Rubio J. G., Kovalov B., Matviychuk-Soskina N., Krusinskas R. Role of R&D expenditure, CEO compensation, and financial ratios for country's economic sustainability and innovative growth. *International Journal of Global Energy*. 2021. Issues 43 (2–3). P. 228–246.

47. Shevchenko H., Petrushenko M., Burkynskyi B., Khumarova N. SDGs and the ability to manage change within the European green deal: The case of Ukraine. *Problems and Perspectives in Management*. 2021. Vol. 19, No. 1. P. 53–67. DOI: 10.21511/ppm.19(1).2021.05.

48. Makarenko I., Plastun A., Situm M., Serpeninova Y., Sorrentino G. Meta-analysis of the literature related to SDG 3 and its investment. *Public and Municipal Finance*. 2021. Vol. 10, No. 1. P. 119–137. DOI: 10.21511/pmf.10(1).2021.10. Nmpanies over the technology tipping point – and transformed business forever: a report. 2020. URL: [https://www.mckinsey.com/business-](https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-) functions/strategy-and-

corporate-finance/our-insights/how-covid-19-has-pushed-companies-over-the-technology-tipping-point-and-transformed-business-forever.

49. Туган-Барановский М. И. Избранные сочинения: в 2-х т. / М. И. Туган-Барановский; научный редактор и автор вступительной статьи Л. И. Дмитриченко. Т.2. Основы политической экономии. – Донецк : ДонГУЭТ, 2004. – 686 с.

50. Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського (2022). URL: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/index.php/uk/>

51. Лісове господарство України. Державне агентство лісових ресурсів України. 2022. URL: <https://forest.gov.ua/>

52. Національна доповідь про стан техногенної по природної безпеки в Україні в 2011 році. URL: <http://www.mns.gov.ua/content/nasdopovid2011.html>

53. Miller J. O., Adkins J. Types of drones for field crop production. University of Delaware: Fact sheets and publications. 2018. URL: <https://www.udel.edu/academics/colleges/canr/cooperative-extension/fact-sheets/types-of-drones-for-field-crop-production>

54. Silver B., Mazur M., Wiśniewski A., Babicz A. Welcome to the era of drone-powered solutions: a valuable source of new revenue streams for telecoms operators: Communications Review / PwC. 2017. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/communications/pdf/communications-review-july-2017.pdf>

55. 9,7 billion on Earth by 2050, but growth rate slowing, says new UN population report. UN News. 2019. URL: <https://news.un.org/en/story/2019/06/1040621>.

56. Agriculture Drones Market with COVID-19 Impact Analysis, by Application (Precision Farming, Livestock Monitoring), Offering, Farming Environment, Farm Produce, Component, and Geography – Global Forecast to 2025. Markets and Markets Research. 2020. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/agriculture-drones-market-23709764.html>.

57. Agriculture Drone Market Worth USD 3,697.4 Million by 2027; Leading Companies Such as DJI and GoPro to Focus on Developing Next-Gen Drones for the Agriculture Industry, Says Fortune Business Insights™. Fortune Business Insights. 2021. URL: <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/10/18/2315910/0/en/Agriculture-Drone-Market-Worth-USD-3-697-4-Million-by-2027-Leading-Companies-Such-as-DJI-and-GoPro-to-Focus-on-Developing-Next-Gen-Drones-for-the-Agriculture-Industry-Says-Fortune-.html>

58. Agriculture drones market – growth, trends, COVID-19 impact, and forecasts (2022 – 2027). Mordor Intelligence. 2021. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/agriculture-drones-market>.

59. DJI: off. website. 2022. URL: <https://www.dji.com>

60. Esmeray A., Esmeray M. Digitalization in accounting through changing technology and accounting engineering as an adaptation proposal. Handbook of Research on Strategic Fit and Design in Business Ecosystems. 2020. P. 354-376,

61. Dorfleitner G., Braun D. Fintech, digitalization and blockchain: possible applications for green finance. The rise of green finance in Europe. 2019. P. 207-237.

62. Habibi F., Zabardast M. A. Digitalization, education and economic growth: A comparative analysis of Middle East and OECD countries. Technology in Society. 2020. Vol. 63. P. 101370.

63. Rachinger M., Rauter R., Müller C., Vorraber W. Digitalization and its influence on business model innovation. Journal of Manufacturing Technology Management. 2019.

64. Niemand T., Rigtering J. C., Kallmünzer A., Kraus S., Maalaoui A. Digitalization in the financial industry: A contingency approach of entrepreneurial orientation and strategic vision on digitalization. European Management Journal. 2021. Vol. 39, №3. P. 317-326.

65. Agostino D., Bracci E., Steccolini I. Accounting and accountability for the digital transformation of public services. Financial Accountability & Management. 2022. Vol. 38, №2. P. 145-151.

66. Warren J. D., Moffitt K. C., Byrnes P. How Big Data Will Change Accounting. *Accounting Horizons*, 2021. Vol. 29, №2. P. 397-407.
67. Cagle M. N. Reflections of digitalization on accounting: the effects of industry 4.0 on financial statements and financial ratios. *Digital Business Strategies in Blockchain Ecosystem*. 2020. P. 473-501.
68. Şerban R. A. The impact of big data, sustainability, and digitalization on company performance. *Studies in Business and Economics*. 2017. Vol. 12, №3. P. 181-189.
69. Al-Nasrallah W., Saleem F. Determinants of the Digitalization of Accounting in an Emerging Market: The Roles of Organizational Support and Job Relevance. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, №11. P. 6483.
70. Yardımcıoğlu M., Karahan M., Yörük A. The future of the accounting profession in the light of digitalization. *Muhasebe Enstitüsü Dergisi-Journal of Accounting Institute*. 2019. Vol. 61, P. 35-46.
71. Chiwamit P., Modell S., Scapens R. W. Regulation and adaptation of management accounting innovations: The case of economic value added in Thai state-owned enterprises. *Management Accounting Research*. 2017. Vol. 37. P. 30-48.
72. Haje P., Arystanbaeva A., Oralbaeva Z., Kuppenova Z. The role and importance of accounting information system in the context of digitalization. *Central Asian Journal of Social Sciences and Humanities*. 2019. Vol. 5, №1. P. 64-73.
73. Ilcus M. A. Impact of digitalization in business world. *Revista de Management Comparat International*. 2018. Vol. 19, №4. P. 350-358.
74. Varaniūtė V., Žičkutė I., Žandaravičiūtė A. The Changing Role of Management Accounting in Product Development: Directions to Digitalization, Sustainability, and Circularity. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, №8. P. 4740.
75. Gatteschi V., Lamberti F., Demartini C., Pranteda C., Santamaría V. Blockchain and smart contracts for insurance: Is the technology mature enough?. *Future Internet*. 2018. №10(2). P. 20.
76. De Caria R. The legal meaning of smart contracts. *European Review of Private Law*. 2018. №26(6). P. 11-16.

77. Zheng Z., Xie S., Dai H. N., Chen, W., Chen, X., Weng, J., & Imran, M. An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. *Future Generation Computer Systems*. 2020. №105. P. 475-491.

78. Thakor A. V. Fintech and banking: What do we know?. *Journal of Financial Intermediation*. 2020. №41P. 100-133.

79. Sheth A., & Subramanian H. Blockchain and contract theory: modeling smart contracts using insurance markets. *Managerial Finance*. 2020. №16(2). P. 143-149.

80. Xuan S. An incentive mechanism for data sharing based on blockchain with smart contracts. *Computers & Electrical Engineering*. 2020. №83. P. 106-127.

81. Thomas L., Long C., Burnap P., Wu J., & Jenkins N. Automation of the supplier role in the GB power system using blockchain-based smart contracts. *CIREN-Open Access Proceedings Journal*. 2017. №1. P. 2619-2623.

82. Cong L. W., He Z. Blockchain disruption and smart contracts. *The Review of Financial Studies*. 2019.

83. Kolvart M., Poola M., Rull A. Smart contracts. In *The Future of Law and echnologies*. 2016. №4. P. 133-147.

84. Christidis K., Devetsikiotis M. Blockchains and smart contracts for the internet of things. *Ieee Access*. 2016. № 4. P. 2292-2303.

85. Rozario A. M., Vasarhelyi M. A. Auditing with Smart Contracts. *International Journal of Digital Accounting Research*. 2018. №18, P. 142-148.

86. Eenmaa-Dimitrieva H., Schmidt-Kessen M. J. Creating markets in no-trust environments: The law and economics of smart contracts. *Computer law & security review*. 2019. №35(1), P. 69-88.

87. Mik E. Smart contracts: terminology, technical limitations and real world complexity. *Law, Innovation and Technology*. 2017. №9(2). P. 269-300.

88. Gitman, L. J., Jonk, M. D. (1997). *Fundamentals of investment: translation from English*. M.: Delo, 120 p.

89. Tumusov F. S. (1999). *Investment potential of the region: Theory. Problems, Practice*. Moscow: "Economics", 272 p.

90. Shevchuk, V. Ya., Rogozhin, P. S. (1997). Fundamentals of investment activity. Kyiv: Heneza, 384 p.

91. Petukhova, O. M. Investing. 2022. Available at: https://pidruchniki.com/1207092263303/investuvannya/stadiyi_investitsiynogo_protseu.

92. Kapatnik, G. M., Mazur, A. G., Kubay, O. G. "State regulation of the economy" Textbook, Topic "The essence of investment and investment activities" Available at: https://pidruchniki.com/1749120738726/ekonomika/sutnist_investitsiy_investitsiynoyi_diyalnosti.

93. Kovshun, N. E. Project Analysis and Planning Beginner's Guide 2008 Kyiv Center for Educational Literature Chapter 1.3 "Participants in the Investment Process". Available at: <https://studfile.net/preview/5429932/page:4>.

94. Law of Ukraine "On Investment Activity". Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1560-12#Text>.

95. International Economic Relations textbook "Investment Regulation and Investment Promotion Policy". Available at: https://pidruchniki.com/85265/ekonomika/politika_regulyuvannya_stimulyuvannya_investitsiy

96. Hrynkova, V. M., Koyuda, B. O., Lepeiko, T. I. Investing textbook section "Purpose, objectives and functions of investment activities". Available at: https://pidruchniki.com/15290527/investuvannya/meta_zavdannya_funktsiyi_investitsiynoyi_diyalnosti.

97. Life Satisfaction. 2020. URL: <http://www.oecdbetterlifeindex.org/topics/life-satisfaction/>

98. Ortiz-Ospina Esteban and Roser Max (2013). Happiness and Life Satisfaction. Our World in Data. URL: <https://ourworldindata.org/happiness-and-life-satisfaction>

99. Ackerman C. (2020). Life Satisfaction Theory and 4 Contributing Factors. by. URL: <https://positivepsychology.com/life-satisfaction/>

100. Baldazzi B., Carli Rita De, Castro Daniela Lo, Savioli M., Siciliani I., Tinto A. (2019). Analysis of determinants of life satisfaction. BES 2019 – Equitable and Sustainable Well-Being in Italy URL: https://www.istat.it/it/files//2019/12/Analisis_o_determinants_of_life_satisfaction.pdf
101. Luhmann, M., Lucas, R., & Eid, M., & Diener, Ed. (2013). The Prospective Effect of Life Satisfaction on Life Events. *Social Psychological and Personality Science*. 4. 39-45. 10.1177/1948550612440105 .
102. Di Castro, V.C., Hernandes, J.C., Mendonça, M.E. et al. (2018). Life satisfaction and positive and negative feelings of workers: a systematic review protocol. *Syst Rev* 7, 243 <https://doi.org/10.1186/s13643-018-0903-6>
103. Sousa, Lorie & Lyubomirsky, Sonja. (2001). Life satisfaction. *Encyclopedia of Women and Gender: Sex Similarities and Differences and the Impact of Society on Gender*. 2. 667-676.
104. Degutis, Mindaugas & Urbonavicius, Sigitas & Gaizutis, Algis. (2010). Relation between GDP and life satisfaction in the European Union. *Ekonomika*. 89. 9-21. 10.15388/Ekon.2010.0.997.
105. Ilyash O., Hrynkevych S., Ilich L., Kozlovskiy S., Buhaichuk N. (2020). Economic Assessment of the Relationship Between Housing and Communal Infrastructure Development Factors and Population Quality of Life in Ukraine. *Montenegrin Journal of Economics*, Vol. 16, No. 3: 93-108. <http://doi.org/10.14254/1800-5845/2020.16-3.8>
106. Ilyash O. (2015) Strategic priorities of Ukraine's social security concept development and implementation. *Economic Annals XXI*, 07-08(1): 20-23 URL: http://soskin.info/userfiles/file/2015/7-8_1/Ilyash.pdf
107. Streimikiene, D., & Grundey, D., (2008). Life satisfaction and happiness - The factors in work performance. *Economics & Sociology*. 2. 9-26. 10.14254/2071-789X.2009/2-1/2.

108. Darçin M. (2017). How air pollution affects subjective well-being, in: *Well-being and Quality of Life: Medical Perspective*, ed. Mollaoglu M., Books on Demand, Rijeka: p. 211-229.

109. Kurbatova T., Sotnyk I., Kubatko O., Baranchenko Ye., Arakpogun E., Roubik H. (2020) State support policy for renewable energy development in emerging economies: the case of Ukraine. *International Journal of Global Environmental Issues*, № 19 (1-3), 26–52 <https://doi.org/10.1504/IJGENVI.2020.114864>.

110. Prokopenko O., Chechel A., Sotnyk I., Omelyanenko V., Kurbatova T., Nych T. (2021). Improving state support schemes for the sustainable development of renewable energy in Ukraine. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*, 24 (1), 85–100. <https://doi.org/10.33223/epj/134144>.

111. Karintseva, O., Kharchenko, M., Boon, E.K., ...Melnik, V., Kobzar, O. (2021). ‘Environmental determinants of energy-efficient transformation of national economies for sustainable development’, *International Journal of Global Energy Issues*, 43(2-3), pp. 262–274. DOI: 10.1504/IJGEI.2021.115148

112. Sineviciene, L., Sotnyk, I. and Kubatko, O. (2017) ‘Determinants of energy efficiency and energy consumption of Eastern Europe post-communist economies’, *Energy & Environment*, Vol. 28, No 8, pp. 870–884. <https://doi.org/10.1177/0958305X17734386>.

113. Melnyk, L., Sommer, H., Kubatko, O., Rabe, M., Fedyna, S. (2020). The economic and social drivers of renewable energy development in OECD countries. *Problems and Perspectives in Management*, 18(4), 37–48.

114. Sineviciene, L., Kubatko, O., Derykolenko, O. and Kubatko, O. (2018) ‘The impact of economic performance on environmental quality in developing countries’, *Int. J. Environmental Technology and Management*, Vol. 21, No 5/6, pp. 222–237.

115. Arvin, M., Lew, B., (2012). Life satisfaction and environmental conditions: Issues for policy. *Int. J. of Global Environmental Issues*. 12. 76 - 90. [10.1504/IJGENVI.2012.047876](https://doi.org/10.1504/IJGENVI.2012.047876).

116. Antoniuk, L. et al. (2018). Code Of Ethics For SMEs: Substantiating The Necessity And Willingness To Implement In Ukraine // *Problems and Perspectives in*

Management – 2018. - №3 – C. 150 -162.

[http://dx.doi.org/10.21511/ppm.16\(3\).2018.12](http://dx.doi.org/10.21511/ppm.16(3).2018.12)

117. Ferreira, S., A. Akay, F. Brereton, J. Cunado, P. Martinsson, M. Moro, and T. F. Ningal (2013). Life Satisfaction and Air Quality in Europe. *Ecological Economics* 88, 1–10.

118. Lyulyov, O., Paliienko, M., Prasol, L., ...Kubatko, O., Kubatko, V. (2021). Determinants of shadow economy in transition countries: Economic and environmental aspects. *International Journal of Global Energy Issues*, 43(2-3), 166–182

119. Pereira, O.P., Goncharenko, O., Chortok, Y., Kubatko, O.V., Coutinho, M.M. (2020) Service learning as an educational outreach project for community's sustainable development and social responsibility support. *International Journal of Global Environmental Issues*, 19(1-3), 53–69.

120. Blanchflower, D.G. (2021) Is happiness U-shaped everywhere? Age and subjective well-being in 145 countries. *J Popul Econ* 34, 575–624 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00148-020-00797-z>