

УДК 37.014.5, 338.246.4; 338.26/.28, 332.122

УКПІ

№ державної реєстрації 0121U109553

Інв. №

**Міністерство освіти і науки України**  
Сумський державний університет (СумДУ)  
40007, м. Суми, вул. Р.-Корсакова, 2  
тел. (0542) 66-51-10, факс (0542) 33-40-49  
info@inform.sumdu.edu.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи  
д-р фіз.-мат. наук, професор

\_\_\_\_\_ А.М. Черноус

**ЗВІТ  
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**

**КОНВЕРГЕНЦІЯ ЕКОНОМІЧНИХ ТА ОСВІТНІХ ТРАНСФОРМАЦІЙ  
У ЦИФРОВОМУ СУСПІЛЬСТВІ: МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ  
НА РЕГІОНАЛЬНУ ТА НАЦІОНАЛЬНУ БЕЗПЕКУ  
(остаточний)**

Керівник НДР  
головний науковий співробітник,  
докт. екон. наук, професор

Т.А. Васильєва

2023

Рукопис закінчено 28 «грудня» 2023 р.

Результати роботи розглянуті науковою радою СумДУ протокол від 28 грудня 2023 №13

## СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР Директор ННІ БіЕМ, г.н.с., д. е. н., професор	<hr/>	Т.А. Васильєва (вступ, підрозділ 4.1, 9, 10, висновки)
Відповідальний виконавець Провідний науковий співробітник, д. е. н.	<hr/>	Ю. М. Петрушенко (підрозділ 4.2, 5.1, 9.3, 10.1)
Старший науковий співробітник, к. е. н.	<hr/>	О.А. Криклій (підрозділ 2.1, 2.3, 5.2, 8.2, 9.4)
Старший науковий співробітник, д. е. н.	<hr/>	<b>С.В. Курбатов</b> (підрозділ 2.1, 5.1)
Старший науковий співробітник, д. е. н.	<hr/>	Ю.М. Дерев'янку (підрозділ 8.1)
Молодший науковий співробітник	<hr/>	О.С. Дуванова (підрозділ 4.2, 7.1)
Фахівець 1-ї категорії (аспірант)	<hr/>	О.О. Єременко (підрозділ 4.3, 9, 10)
Фахівець (аспірант)	<hr/>	І.О. Балагуровська (підрозділ 4.3, 5.1, 7.1, 8.1)
Фахівець (аспірант)	<hr/>	О.В. Скринник (підрозділ 6.1)
Виконавець за договором підряду, д. е. н.	<hr/>	С.В. Леонов (підрозділ, 2.1, 6.2, 9.1)
Виконавець за договором підряду, к. е. н.	<hr/>	А.Є. Артюхов (підрозділ 4.1, 2.3, 6.1, 6.2, 9.4)
Виконавець за договором підряду, к. е. н.	<hr/>	Ю.В. Єльнікова (підрозділ 2.3)

Виконавець за договором підряду, к. е. н.	_____	Г.М. Яровенко (підрозділ 2.3)
	(28.12.2023)	
Виконавець за договором підряду, к. е. н.	_____	А.В. Височина (підрозділ 2.3)
	(28.12.2023)	
Виконавець за договором підряду, к. е. н.	_____	Г.С. Воронцова (підрозділ 4.1)
	(28.12.2023)	
Виконавець за договором підряду	_____	Б.А. Москаленко (підрозділ 4.3)
	(28.12.2023)	
Виконавець за договором підряду	_____	О.Б. Давліканова (підрозділ 4.1)
	(28.12.2023)	
Виконавець за договором підряду	_____	Л.М. Хоменко (підрозділ 4.3)
	(28.12.2023)	
Виконавець за договором підряду	_____	В.В. Новіков (підрозділ 1.3, 1.4, 9, 10)
	(28.12.2023)	
Виконавець за договором підряду	_____	П.В. Костецький (підрозділ 1.1, 1.2, 2.2, 2.4, 3)
	(28.12.2023)	
Виконавець за договором підряду	_____	С. В. Жученко (підрозділ 2.1)
	(28.12.2023)	
Виконавець за договором підряду	_____	Н. Ю. Сідельник (підрозділ 2.1)
	(28.12.2023)	
Виконавець за договором підряду	_____	Є. І. Лаврик (підрозділ 4.3)
	(28.12.2023)	
Виконавець за договором підряду, студент	_____	А.В. Кіріл'єва (підрозділ 4.2)
	(28.12.2023)	
Виконавець за договором підряду, студент	_____	В.Ю. Шаповал (підрозділ 4.2)
	(28.12.2023)	
Виконавець за договором підряду, студент	_____	Ю.П. Малишенко (підрозділ 7.2)
	(28.12.2023)	
Виконавець за договором підряду, студент	_____	А.Ф. Журавка (підрозділ 9.4)
	(28.12.2023)	
Виконавець за договором підряду, студент	_____	Е.Г. Джобава (підрозділ 9.4)
	(28.12.2023)	

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 484 с., 107 табл., 151 рис., 8 додатків, 401 джерело.

ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА, ЕКОНОМІЧНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ, ІМЕРСІЙНІ ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ, ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА, КОНВЕРГЕНТНІ ЗВ'ЯЗКИ, КООПЕТИЦІЙНА МОДЕЛЬ, ОСВІТНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ, СОЦІАЛЬНА БЕЗПЕКА, ЦИФРОВІЗАЦІЯ, ЦИФРОВА ІНКЛЮЗІЯ

Об'єктом роботи є організаційно-економічні відносини, які виникають в ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація» на рівні регіонів та національної економіки в цілому.

Предметом роботи є методологічні засади та методичний інструментарій виявлення оптимальних патернів взаємодії економічних суб'єктів, органів влади та закладів освіти, що забезпечують зростання економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни та регіонів в умовах цифровізації суспільства.

Методологічною основою дослідження є синергетична теорія самоорганізації соціально-економічних систем, моделювання поведінки відкритих стаціонарних систем, економетрики, сучасні концепції біхевіористики, розробки вітчизняних та закордонних вчених у сфері забезпечення національної безпеки, модернізації системи освіти, конвергенції освітніх та економічних трансформацій, цифровізації суспільства.

У ході виконання реалізації проекту було отримано такі наукові та прикладні результати: 1) побудовано композитну модель оцінювання цифровізації суспільства та освіти; 2) побудовано панельні регресійні моделі оцінювання впливу цифровізації суспільства на інтегральні та часткові індикатори соціального та економічного розвитку; 3) розроблено методичне підґрунтя визначення рівнів економічної, соціальної та інформаційної безпеки національної економіки; 4) удосконалено методичний інструментарій моделювання впливу цифровізації суспільства та освіти на економічну, соціальну й інформаційну безпеку національної економіки; 5) удосконалено методологію вимірювання цифрової інклюзії населення; 6) удосконалено методичні засади оцінювання зв'язку

цифрової інклюзії населення з рівнем інформаційної безпеки країни та регіону; 7) удосконалено методичний підхід до вимірювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки; 8) запропоновано методологія проведення оцінки потреб у он-лайн освіти; 9) надано рекомендації щодо удосконалення системи освіти впродовж всього життя з урахуванням впливу цифровізації економічних відносин; 10) визначено ефективні патерни взаємодії стейкхолдерів при виконанні третьої місії університетів; 11) розроблено науково-практичні підходи до використання імерсійних цифрових технологій як інструменту стимулювання трансферу інновацій від закладів освіти в реальний сектор економіки; 12) запропоновано інтегрований підхід до впровадження імерсивного навчання в університеті; 13) розроблено модель синхронізації економічних та освітніх трансформацій із компонентами національної безпеки; 14) вдосконалено методичні засади дослідження регіонального аспекту економічних, освітніх і цифрових трансформацій; 15) запропоновано дорожню карту регуляторних інтервенцій для масштабування моделі інституційного партнерства провайдерів освітніх послуг з метою підвищення резильєнтності місцевого/регіонального соціально-економічного розвитку; 16) удосконалено методологію формування коопетиційної моделі реалізації концепції «місто, що навчається» за мережевим принципом з виділення її основних напрямів, переваг та недоліків; 17) розроблено науково-методичний підхід до формування композитних індикаторів оцінювання освітніх, економічних та цифрових трансформацій; 18) запропонована дескриптивна модель інтегрального оцінювання конвергентних взаємозв'язків у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація»; 19) поглиблено науково-методичні засади формалізації зон комплементарності та мультиплексивних трансмісійних ефектів у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація»; 20) встановлено, що взаємне підсилення розвитку економіки та освіти проявляється через появу нових видів і форм підприємництва; 21) вперше запропоновано методичні засади верифікації ключових каналів впливу економічних і освітніх трансформацій на рівні економічної, соціальної та інформаційної безпеки

національної економіки; 22) верифіковано часові діапазони впливу конвергенції освітніх та економічних трансформацій на рівні економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни.

Практичне значення одержаних результатів: вони впровадженні у навчальний процес Сумського державного університету при викладанні дисциплін: «Міжнародна інформація та комунікації», «Крос-культурні відносини» та «Європейська інтеграція, що підтверджується актами впровадження від 20 грудня 2021 року; «Управління міжнародними проектами» та «Крос-культурні відносини», що підтверджується актами впровадження від 21 грудня 2022 року.

Результати НДР частково використані при виконання 5 господарчих договорів на замовлення громадської організації «Центр освіти впродовж життя» обсягом 45,000 тис. грн, а також впроваджені в освітню діяльність цієї організації (Довідка про впровадження №1 від 08.12.2022 р., Додаток А). Отримано листи підтримки від Європейської асоціації маркетингу та менеджменту (Лист від 08.12.2022 р., Додаток Б) та Лондонської академії науки і бізнесу (Лист від 02.12.2021 р., Додаток В), громадської спілки «Східноєвропейська асоціація громадянської освіти» (Довідка про впровадження №1 від 01.12.2021 р., Додаток Г). Отримано і виконується 23 міжнародних наукових грантів.

У межах дослідження підготовлено та захищено 7 кандидатських дисертації (Москаленко Б.А., Давліканова О.Б., Новіков В.В., Сидельник Н.Ю., Костецький П.В., Скринник О.В., Жученко С. В.) та 3 докторських дисертації (Яровенко Г.М., Єльнікова Ю.В., Артюхов А.Є.), результати яких частково використані в даному звіті.

## ЗМІСТ

ВСТУП	9
<b>1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ СУСПІЛЬСТВА ТА ОСВІТИ</b>	<b>11</b>
1.1 Композитна модель оцінювання цифровізації суспільства та освіти	11
1.2 Модель оцінювання впливу рівня цифровізації суспільства на економічний та соціальний розвиток	19
1.3 Система композитних індикаторів оцінювання економічної, соціальної та інформаційної безпеки на рівні країни в цілому та окремого регіону	29
1.4 Модель оцінювання зв'язку рівня цифровізації суспільства та освіти з економічною, соціальною та інформаційною безпекою країни та регіонів	58
<b>2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИФРОВОЇ ІНКЛЮЗІЇ НАСЕЛЕННЯ, ЇЇ ЗВ'ЯЗКУ З ІНФОРМАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ</b>	<b>73</b>
2.1 Концепція цифрової інклюзії: сутність, фактори, елементи	73
2.2 Методологія та економіко-математичний інструментарій вимірювання цифрової інклюзії населення	81
2.3 Вплив цифрової інклюзії на інформаційну безпеку країни	92
2.4 Модель оцінювання зв'язку цифрової інклюзії населення з рівнем інформаційної безпеки країни та регіону	101
<b>3 ЗМЕНШЕННЯ РОЗРИВІВ МІЖ ПРОПОЗИЦІЯМИ НА РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ ТА ПОТРЕБАМИ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ</b>	<b>111</b>
<b>4 АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ</b>	<b>148</b>
4.1 Виявлення факторів, що визначають якість у вищій освіті	148
4.2 Дослідження потреб у громадянській освіті в онлайн-форматі	157
4.3 Удосконалення системи освіти впродовж з урахуванням впливу цифровізації економічних відносин	168
<b>5 РОЗВИТОК ТРЕТЬОЇ МІСІЇ УНІВЕРСИТЕТУ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ СУСПІЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИН</b>	<b>175</b>
5.1 Аналіз патернів взаємодії стейкхолдерів при виконанні третьої місії університетів як елемент розроблення стратегії лідерства	175
5.2 Науково-практичні підходи до використання імерсійних цифрових технологій для стимулювання трансферу інновацій від закладів освіти в реальний сектор економіки	181
<b>6 ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ФУНКЦІОНУВАННІ УНІВЕРСИТЕТІВ</b>	<b>198</b>
6.1 Імерсивна модель університету: розширення та тестування можливостей занурення у віртуальний світ	198
6.2 Технології імерсивного навчання для забезпечення якісної освіти: приклад українського університету	214

7	КООПЕТИЦІЙНА МОДЕЛЬ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ «МІСТО, ЩО НАВЧАЄТЬСЯ»	233
7.1	Світовий досвід встановлення нових стандартів в освіті: кейс Глобальної Мережі Міст, що Навчаються, та перспективи для України	233
7.2	Методологія формування за мережевим принципом коопетиційної моделі реалізації концепції «місто, що навчається»	243
8	ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКОНОМІЧНИХ ТА ОСВІТНІХ ТРАНСФОРМАЦІЙ НА РЕЗИЛЬЄНТНІСТЬ МІСЦЕВИХ ГРОМАД	260
8.1	Резильєнтний менеджмент як ефективний інструмент при трансформаційних змінах в суспільстві	260
8.2	Дорожня карта регуляторних інтервенцій для масштабування моделі інституційного партнерства провайдерів освітніх послуг з метою підвищення резильєнтності місцевого / регіонального соціально-економічного розвитку	265
8.3	Модель синхронізації економічних та освітніх трансформацій із компонентами національної безпеки	275
9	КОНЦЕПТУАЛЬНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВИВЧЕННЯ КОНВЕРГЕНТНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ У ЛАНЦЮЗІ «ЕКОНОМІКА – ОСВІТА – НАЦІОНАЛЬНА БЕЗПЕКА – ЦИФРОВІЗАЦІЯ»	287
9.1	Науково-методичні засади створення композитних індикаторів оцінки освітніх, економічних та цифрових трансформацій	287
9.2	Дескриптивна модель інтегрального оцінювання конвергентних взаємодій у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація»	307
9.3	Науково-методичні засади формалізації зон комплементарності та мультиплексивних трансмісійних ефектів у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація»	329
9.4	Визначення якості вищої освіти та роль освіти у подоланні цифрових розривів та забезпеченні цифрової інклюзії	345
10	ВЕРИФІКАЦІЯ ТА АНАЛІЗ ВПЛИВУ КОНВЕРГЕНТНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ НА БЕЗПЕКУ КРАЇНИ	350
10.1	Верифікація ключових каналів, за допомогою яких конвергенція економічних та освітніх трансформацій впливає на рівні економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни	350
10.2	Верифікація часових діапазонів впливу конвергенції освітніх та економічних трансформацій на рівні економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни	373
	ВИСНОВКИ	391
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	399
	Додатки	436



## ВСТУП

В Україні та світі наразі формується принципово новий ландшафт загроз національній безпеці, актуалізуються її цифрові та інтелектуальні тригери, що потребує не лише швидкого реагування на поточні загрози, але формування потенціалу для їх превенції. Освічена та професійно підготовлена нація стає рушійною силою запобігання економічним, соціальним та кіберзагрозам, рівень яких постійно зростає. Тому вкрай важливо налагодити систему стійких зв'язків між закладами освіти, бізнесом, владою та громадою, за яких освіта почне виконувати мультиплексивну та трансмісійну функцію у нівелюванні цих загроз національній та регіональній безпеці. Заклади освіти мають трансформуватися в ефективні центри трансферу знань та технологій для економічних перетворень та підвищення обороноздатності, реалізовувати свою місію зростання цифрової інклюзії громад для протидії інформаційним війнам, забезпечення соціальної стабільності, єдності, згуртованості та резильєнтності громад та країни в цілому.

Мета проєкту полягає у розробленні методологічно обґрунтованої та емпірично підтвердженої (за рахунок застосування комплексу економіко-математичних моделей) оптимальної траєкторії конвергенції освітніх та економічних трансформацій, за якої мінімізуються загрози економічній, соціальній та інформаційній безпеці країни, зростає резильєнтність місцевих громад та регіональна безпека, нівелюються загрози та вдало використовуються нові можливості, обумовлені цифровізацією економіки та суспільства.

Тематика дослідження узгоджується з базовими засадами Концепції розвитку цифрових компетентностей до 2025 року (схвалено Кабінетом Міністрів України від 21.03.2021 р.), Стратегії національної безпеки України (затвердженої Указом Президента України від 14.09.2020 р.), а також із положеннями проєкту Організації економічного співробітництва та розвитку «Going Digital» (2017–2022 рр.), звіту Європейської комісії про економічну конвергенцію (№ 078/2018), тощо.

Об'єктом дослідження є організаційно-економічні відносини, які виникають в ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація» на рівні регіонів та національної економіки.

Предметом дослідження є методологічні засади та методичний інструментарій виявлення оптимальних патернів взаємодії економічних суб'єктів, органів влади та закладів освіти, що забезпечують зростання економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни та регіонів в умовах цифровізації суспільства.

Інформаційну та емпіричну базу дослідження становить вивчення й використання різноманітних джерел: законодавчих і нормативно-правових актів з питань забезпечення економічної, соціальної та інформаційної безпеки, цифровізації економіки й освіти, звітно-аналітичні матеріали Державної служби статистики України, дані Світового банку, статистичної бази «Євростат», результати вітчизняних і закордонних наукових досліджень.

# 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ СУСПІЛЬСТВА ТА ОСВІТИ

## 1.1 Композитна модель оцінювання цифровізації суспільства та освіти

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

Таким чином, першим етапом дослідження є відбір релевантних статистичних індикаторів цифровізації суспільства та освіти. Проведений аналіз показав, що однією з найбільш потужних статистичних баз для вимірювання цифровізації суспільства та освіти є база Євростату «Цифрова економіка та суспільство» («Digital Economy and Society») [1], яка вміщує близько 100 індикаторів, що характеризують різні напрямки цифровізації. Окремі параметри цифровізації освіти досить комплексно представлені результатами міжнародного опитування ОЕСР («Teaching and Learning International Survey» (TALIS) [2]. Аналіз зазначених баз даних дозволив сформулювати первинну вибірку з 19 індикаторів, що комплексно та різнобічно характеризують процеси цифровізації освіти та суспільства:

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

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

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

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

Для проведення розрахунків параметри, що вимірюються у %, було переведено для вимірювання у частках одиниці. Узагальнююча характеристика відібраних статистичних даних (табл. 1.1) засвідчує існування досить значних розривів за окремими напрямками цифровізації у розрізі досліджуваних країн.

Таблиця 1.1 – Описова статистика індикаторів цифровізації суспільства та освіти у розрізі вибірки європейських країн

Індикатор цифровізації	Кількість спостережень	Середнє значення	Стандартне відхилення	Мінімальне значення	Максимальне значення
freq	24	0.869	0.078	0.69	0.99
publ	24	0.64	0.218	0.13	0.94
skills	24	0.353	0.128	0.1	0.62
trainfree	24	0.133	0.074	0.04	0.32
traintent	24	0.208	0.093	0.0	0.38
purch	24	0.66	0.164	0.31	0.9
fin	24	0.225	0.177	0.02	0.56
intjob	24	0.174	0.088	0.04	0.37
jobskil	24	0.262	0.087	0.0	0.41
iot	24	0.1	0.137	0.01	0.69
iot2	24	0.088	0.058	0.02	0.22
iot3	24	0.059	0.048	0.01	0.2
ecom	24	0.245	0.07	0.11	0.38
compjob	24	0.245	0.07	0.11	0.38
skilneed	24	0.177	0.052	0.053	0.262
instr	24	0.23	0.134	0.042	0.554
ictproj	24	0.5	0.139	0.289	0.904
ictteach	24	0.518	0.097	0.367	0.747
wellskil	24	0.405	0.141	0.199	0.695

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

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

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

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

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

Для розрахунків використаємо програмне забезпечення Stata 12 SE. Враховуючи той факт, що відібрані індикатори вимірюються за єдиною шкалою, не було проведено їх попередню стандартизацію. Отже, значення альфа Кронбаха для вибірки з 19 нестандартизованих індикаторів цифровізації суспільства та освіти склало 0,8975, що вважається досить високим рівнем. У той же час, аналіз внутрішньо групової та між групової кореляції вхідних індикаторів (табл. 1.2) засвідчує про потенціал підвищення їх внутрішньої узгодженості шляхом виключення окремих індикаторів.

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

Наступна ітерація (рис. Д.1 додаток Д) засвідчила, що виключення параметра частки населення, які використовували домашню сигналізацію, підключену до Інтернету, детектор диму, камери безпеки, дверні замки або інші підключені до Інтернету рішення безпеки для свого дому (IoT2) дозволить додатково підвищити внутрішню узгодженість вибірки до рівня 0,9065.

Третя ітерація (рис. Д.2 додаток Д) підтвердила необхідність видалення індикатора частки населення, які використовували підключені до Інтернету побутові прилади, такі як роботи-пилососи, холодильники, духовки, кавоварки (IoT3) та відповідне збільшення коефіцієнту альфа Кронбаха до рівня 0,9088.

Таблиця 1.2 – Результати розрахунку коефіцієнта альфа Кронбаха при виключенні окремих індикаторів цифровізації освіти та суспільства

Індикатор	Загальна групова кореляція	Залишкова кореляція	Середня міжгрупова кореляція	Альфа Кронбаха при виключенні індикатора
freq	0.9186	0.9032	0.3069	0.8885
publ	0.8474	0.8199	0.3123	0.8910
skills	0.9300	0.9167	0.3061	0.8881
trainfree	0.6251	0.5676	0.3290	0.8982
traintent	0.5089	0.4400	0.3377	0.9018
purch	0.8992	0.8804	0.3084	0.8892
fin	0.7256	0.6802	0.3214	0.8950
intjob	0.8482	0.8208	0.3122	0.8910
jobskil	0.4123	0.3362	0.3450	0.9046
iot	0.3036	0.2217	0.3531	0.9076
iot2	0.5445	0.4788	0.3350	0.9007
iot3	0.2977	0.2155	0.3536	0.9078
ecom	0.7397	0.6962	0.3204	0.8946
compjob	0.7397	0.6962	0.3204	0.8946
skilneed	0.2333	0.1488	0.3584	0.9095
instr	0.7080	0.6603	0.3228	0.8956
ictproj	0.4180	0.3423	0.3445	0.9044
ictteach	0.3121	0.2305	0.3525	0.9074
wellskil	0.4787	0.4074	0.3400	0.9026
Загальний результат			0.3305	0.9037

За підсумками четвертої ітерації (рис. Д.3 додаток Д) було виключено індикатор частки вчителів, які використовують ІКТ для навчання у своїй офіційній освіті чи підготовці (ICTTeach), що дозволило підвищити показник внутрішньої узгодженості до рівня 0,9113.

П'ята ітерація (рис. Д.4 додаток Д) засвідчила необхідність виключення також частки вчителів, які «часто» або «завжди» дозволяють учням використовувати ІКТ для навчальних проєктів (ICTProj). Це дозволило отримати рівень альфа Кронбаха 0,9176 для нестандартизованих даних та відповідно 0,9298 для стандартизованих даних. Цей рівень можна вважати прийнятним, оскільки подальше виключення вхідних індикаторів забезпечить значно менші масштаби зростання їх внутрішньої узгодженості.

Наступний крок дослідження передбачає вибір методу агрегування окремих індикаторів цифровізації освіти та суспільства. Враховуючи той факт, що всі



показники характеризуються єдиним вимірником, відсутня необхідність їх додаткової нормалізації.

У той же час, доцільним є врахування факторних навантажень загального показника, сформованих окремими індикаторами цифровізації освіти та суспільства. З цією метою застосуємо метод головних компонент. Отже, результати, представлені на рис. А.6 додатку А, свідчать, що перша головна компонента пояснює 54,73% загальної дисперсії досліджуваних індикаторів. У той же час, для отримання репрезентативних результатів слід відібрати шість головних компонент, які кумулятивно будуть пояснювати 90,25% загальної дисперсії ознак, що підтверджує побудований графік каменистого осипу (рис. 1.1). Таким чином, для формування вагових коефіцієнтів для 14 відібраних індикаторів цифровізації освіти та суспільства використаємо середні значення факторних навантажень у розрізі шести головних компонент.

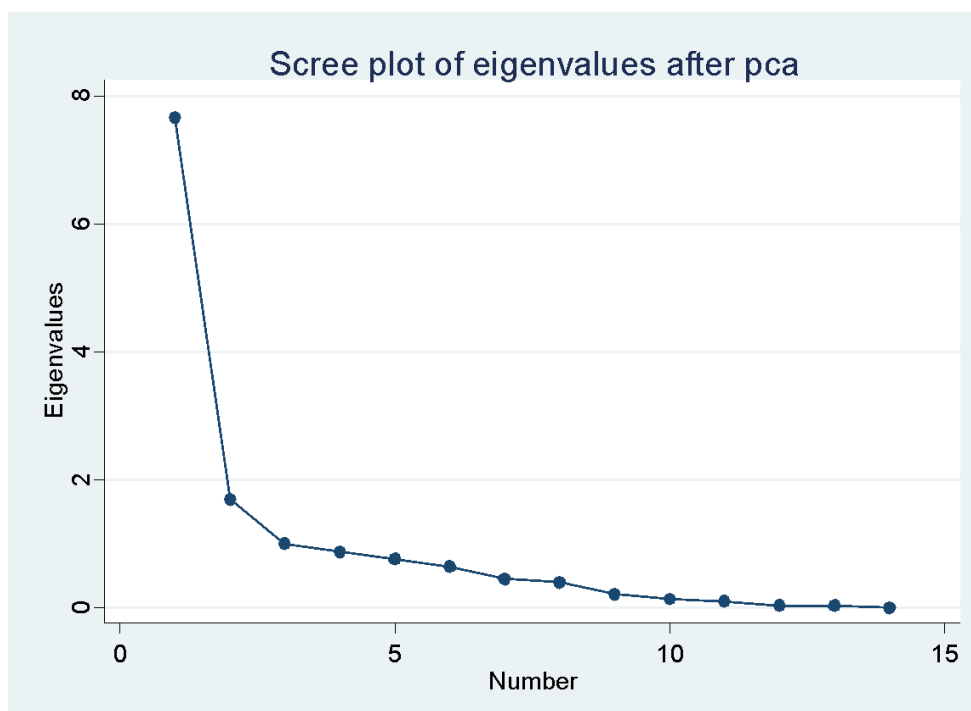


Рисунок 1.1 – Графік каменистого осипу за результатами оцінювання параметрів цифровізації освіти та суспільства методом головних компонент

Отже, композитний рівень цифровізації суспільства та освіти оцінимо за методом адитивно-мультиплікативної згортки з використанням вагових коефіцієнтів, визначених за методом головних компонент. Відмітимо, що відповідно до моделі максимальний композитний рівень цифровізації освіти та суспільства може становити 1,00259.

Важливо, що такі параметри як частка підприємств, що провели навчання для свого персоналу для розвитку навичок (TrainEnt); частка керівників освітніх закладів, які повідомляють про дефіцит або неадекватність цифрових технологій для навчання (Instr) в моделі враховані з від'ємними ваговими коефіцієнтами, що відображає їх дестимулюючий характер. Таким чином, вище значення оціненого композитного рівня буде характеризувати більш масштабну інтеграцію цифрових технологій в суспільне життя та освіти країни.

У той же час, результати моделювання, представлені на рис. 1.2 свідчать, що середній прогрес цифровізації освіти та суспільства у європейських країнах коливається від 0,21329 (мінімальний рівень, досягнутий в Італії) до 0,40858 (максимальний рівень зафіксований в Ісландії).

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

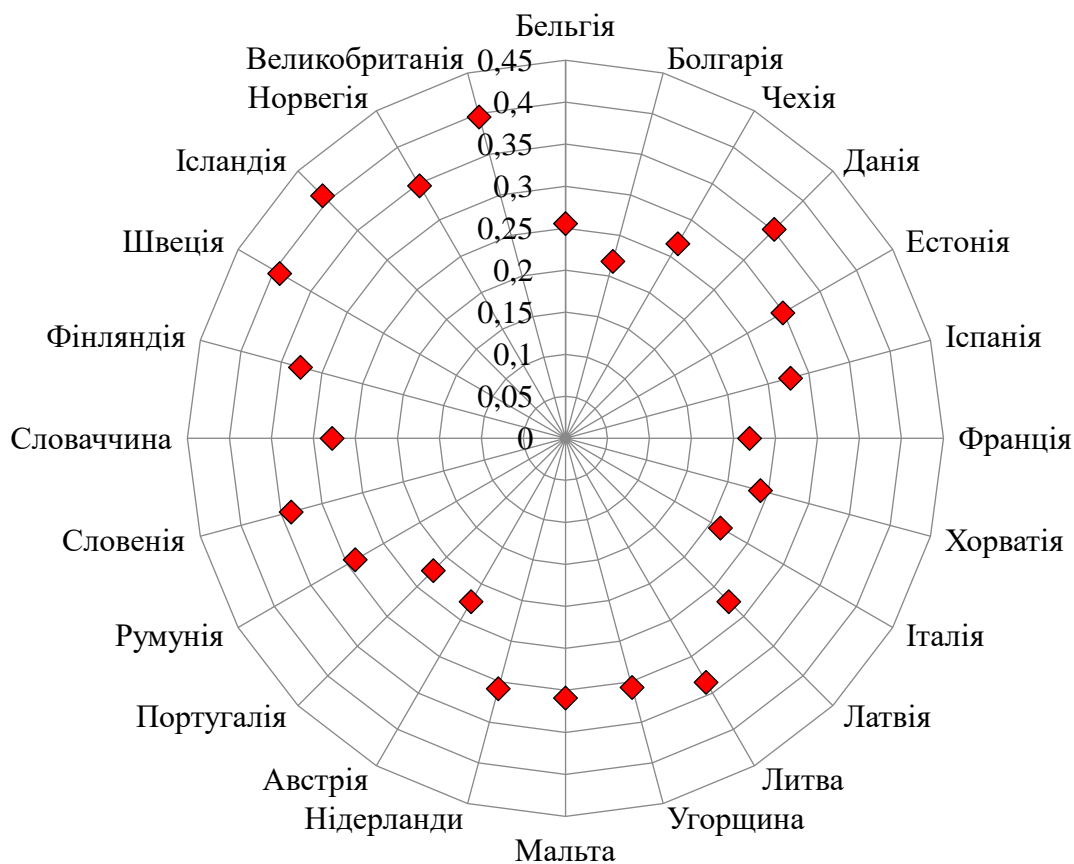


Рисунок 1.2 – Результати моделювання композитного рівня цифровізації освіти та суспільства у європейських країнах

## 1.2 Модель оцінювання впливу рівня цифровізації суспільства на економічний та соціальний розвиток

Необхідність визначення наслідків цифровізації суспільства обумовлена потребою в розробці та модифікації методів публічного та корпоративного управління, уточнення прогнозів подальшого глобального та національного розвитку, розробки превентивних заходів уникнення негативних економічних та соціальних флуктуацій тощо. Саме тому актуальним та значущим є визначення впливу процесів цифровізації на соціальний та економічний розвиток.

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

- частка підприємств, що здійснюють електронні продажі, % (Ecom);
- частка населення, що користується мережею Інтернет принаймні раз на тиждень, % (Freq);
- частка населення, що здійснює фінансові операції в мережі Інтернет принаймні раз на рік, % (Fin);
- частка населення, що використовує мережу Інтернет для зв'язку з публічними органами принаймні раз на рік, % (Publ);
- частка найманих працівників, що використовує в роботі комп'ютер з доступом до мережі Інтернет, % (Comp);
- частка підприємств, що мають власний веб-сайт, % (Web).

Для характеристики соціального розвитку відібрано 10 показників, представлених найбільшою статистичною базою Світового банку «World Development Indicators» [3]:

- частка жінок, зайнятих у менеджменті вищого та середнього рівня, % (SD1);
- сукупні витрати уряду на освіту, % від ВВП (SD2);
- середня кількість лікарняних ліжок-місць у розрахунку на 1 тис. населення, од. (SD3);
- частка доходів, що припадає на 20% найбіднішого населення, % (SD4);
- частка населення, що живе за межею бідності (5,5 дол. США на день), % (SD5);
- рівень загального безробіття, загальне, % від загальної робочої сили (SD6);
- очікувана тривалість життя при народженні, роки (SD7);
- рівень народжуваності, загальна кількість народжених на одну жінку (SD8);
- сукупні державні витрати на охорону здоров'я, % ВВП (SD9);
- частка молоді, яка не отримує освіти, роботи або навчання, % молодого населення (SD10).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Для визначення впливу цифровізації суспільства на економічний та соціальний розвиток здійснимо панельне регресійне моделювання за допомогою інструментарію Stata 12/SE. За результатами застосування тесту Бройша-Пагана було встановлено, що найбільш релевантним є метод узагальнених найменших квадратів з випадковими ефектами. Отже, результати, представлені в табл. 1.3 демонструють, що цифровізація діяльності підприємств, а саме розвиток електронних торговельних процесів позитивно впливає на соціальний розвиток країн.

Таблиця 1.3 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
ecom	0.005	0.001	7.44	0.000	0.004	0.006	***
Constant	0.482	0.019	24.81	0.000	0.444	0.520	***
Mean dependent var	0.580		SD dependent var		0.114		
Overall r-squared	0.471		Number of obs		261.000		
Chi-square	55.397		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.142		R-squared between		0.547		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

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

Статистично значущим та позитивним виявився вплив цифровізації життя населення на соціальний розвиток, про що свідчать результати таблиць 1.4 – 1.6. Так, зростання часток населення, що використовують Інтернет, здійснюють фінансові операції та звернення до публічних органів у мережі Інтернет, на 1% відповідно призводять до зростання інтегрального рівня соціального розвитку на 0,004, 0,001 та 0,002.

В цілому позитивним та релевантним виявився також вплив зазначених параметрів цифровізації суспільства на часткові індикатори соціального розвитку (табл. Е.11 – Е.40 додаток Е).

З іншого боку, звернемо увагу також на той факт, що комп'ютеризація діяльності підприємств також позначається позитивними наслідками зростання рівня соціального розвитку країни, про що свідчать дані табл. 1.7 та табл. 1.8.

Таблиця 1.4 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
freq	0.004	0.000	17.21	0.000	0.004	0.005	***
Constant	0.229	0.025	9.35	0.000	0.181	0.277	***
Mean dependent var	0.580		SD dependent var		0.114		
Overall r-squared	0.555		Number of obs		261.000		
Chi-square	296.241		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.542		R-squared between		0.585		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця 1.5 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
fin	0.001	0.000	4.19	0.000	0.000	0.001	***
Constant	0.581	0.017	33.73	0.000	0.547	0.615	***
Mean dependent var	0.596		SD dependent var		0.099		
Overall r-squared	0.157		Number of obs		145.000		
Chi-square	17.532		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.117		R-squared between		0.201		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							



Таблиця 1.6 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
publ	0.002	0.000	7.87	0.000	0.002	0.003	***
Constant	0.457	0.021	21.46	0.000	0.416	0.499	***
Mean dependent var	0.580		SD dependent var		0.114		
Overall r-squared	0.475		Number of obs		261.000		
Chi-square	61.904		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.150		R-squared between		0.525		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця 1.7 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
comp	0.004	0.000	8.51	0.000	0.003	0.005	***
Constant	0.382	0.027	14.28	0.000	0.330	0.435	***
Mean dependent var	0.580		SD dependent var		0.114		
Overall r-squared	0.546		Number of obs		261.000		
Chi-square	72.355		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.156		R-squared between		0.602		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Поглиблений аналіз впливу зазначених параметрів цифровізації на окремі індикатори соціального розвитку (табл. E.41 – E.60 додаток E) також засвідчив переважно позитивні результати.

Наступним етапом аналізу стало дослідження впливу цифровізації суспільства на економічний розвиток. Важливо, що зростання електронної торгівлі підприємств не виявилось релевантним параметром впливу на інтегральний рівень економічного розвитку (табл. 1.9). У той же час, як показують табл. E.61 – E.70

додаток Е, цей параметр детермінує окремі аспекти економічного розвитку, забезпечуючи як їх зростання, так і погіршення.

Таблиця 1.8 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
web	0.005	0.001	7.51	0.000	0.004	0.006	***
Constant	0.200	0.052	3.81	0.000	0.097	0.303	***
Mean dependent var		0.580	SD dependent var		0.114		
Overall r-squared		0.493	Number of obs		261.000		
Chi-square		56.372	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.108	R-squared between		0.534		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця 1.9 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
ecom	0.000	0.001	0.38	0.701	-0.001	0.001	
Constant	0.339	0.012	28.12	0.000	0.315	0.363	***
Mean dependent var		0.343	SD dependent var		0.044		
Overall r-squared		0.008	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.148	Prob > chi2		0.701		
R-squared within		0.000	R-squared between		0.021		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Статистично незначущими з точки зору їх впливу на економічний розвиток виявились також і індикатори цифровізації повсякденного життя населення (табл. 1.10 – табл. 1.12). Аналізуючи вплив поширення використання населенням мережі Інтернет на окремі параметри економічного розвитку (табл. Б.71 – Б.80) відмітимо, що його зростання пов'язано з активізацією розвитку бізнесу та масштабуванням

міжнародної торгівлі, але в той же час стримує прямі іноземні інвестиції та внутрішні витрати.

Таблиця 1.10 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
freq	0.000	0.000	1.39	0.165	0.000	0.001	
Constant	0.311	0.024	12.98	0.000	0.264	0.358	***
Mean dependent var		0.343	SD dependent var		0.044		
Overall r-squared		0.038	Number of obs		261.000		
Chi-square		1.925	Prob > chi2		0.165		
R-squared within		0.001	R-squared between		0.091		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

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

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
fin	0.000	0.000	-1.45	0.148	-0.001	0.000	
Constant	0.348	0.007	50.09	0.000	0.334	0.362	***
Mean dependent var		0.342	SD dependent var		0.038		
Overall r-squared		0.002	Number of obs		145.000		
Chi-square		2.095	Prob > chi2		0.148		
R-squared within		0.041	R-squared between		0.035		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Показовим є також той факт, що зростання фінансової активності населення в мережі Інтернет майже не має економічних наслідків, окрім підвищення інфляції (табл. Г.81 – Г.90 дод. Г). З іншого боку, покращення електронної взаємодії з публічними органами сприяє створенню нового бізнесу та покращенню платіжного балансу країни (табл. Г.91 – Г.100 дод. Г).

Таблиця 1.12 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
publ	0.000	0.000	0.31	0.755	0.000	0.000	
Constant	0.339	0.013	26.21	0.000	0.314	0.365	***
Mean dependent var							
		0.343	SD dependent var			0.044	
Overall r-squared		0.016	Number of obs			261.000	
Chi-square		0.097	Prob > chi2			0.755	
R-squared within		0.002	R-squared between			0.045	
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Розглядаючи останній блок дослідження, відзначимо, що використання комп'ютерів та мережі Інтернет в роботі працівників не має релевантного впливу на інтегральний економічний розвиток країни (табл. 1.13).

Таблиця 1.13 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
comp	0.000	0.000	-0.72	0.470	-0.001	0.000	
Constant	0.355	0.018	19.49	0.000	0.320	0.391	***
Mean dependent var							
		0.343	SD dependent var			0.044	
Overall r-squared		0.002	Number of obs			261.000	
Chi-square		0.521	Prob > chi2			0.470	
R-squared within		0.012	R-squared between			0.012	
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

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

У той же час, останній з досліджуваних індикаторів – використання веб-сайтів підприємств – виявився статистично значущим каталізатором економічного

розвитку країн (табл. 1.14). Цей ефект підтверджується також окремими позитивними частковими впливами (табл. Г.111 – Г.120 дод. Г).

Таблиця 1.14 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

Факторна змінна	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	Lowest 95 %	Highest 95 %	Sig
web	0.001	0.000	2.88	0.004	0.000	0.002	***
Constant	0.255	0.031	8.23	0.000	0.194	0.316	***
Mean dependent var	0.343		SD dependent var		0.044		
Overall r-squared	0.032		Number of obs		261.000		
Chi-square	8.308		Prob > chi2		0.004		
R-squared within	0.058		R-squared between		0.045		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

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

### **1.3 Система композитних індикаторів оцінювання економічної, соціальної та інформаційної безпеки на рівні країни в цілому та окремого регіону**

Необхідність забезпечення безпеки завжди була присутня в ході історичного становлення суспільства. Вона залишалася актуальною як на рівні конкретного індивіду, так і групи людей, громади, держави тощо. Особливої уваги заслуговувало питання безпеки на національному рівні, що було тісно пов'язано з державним устроєм суспільства. Такий стан речей сприяв формуванню окремої теорії національної безпеки, яка впродовж тривалого часового періоду змінювалася та адаптувалася.

На сьогоднішній день в більшості країн світу забезпечення безпеки розглядається як основна цінність і право людини, що задекларовано в основних законодавчих актах як окремих країн (вперше зустрічається в англійському Біллі про права, американській Декларації незалежності, а згодом в Конституціях країн світу тощо), так і міжнародних організацій (зокрема, в Стратегічній концепції оборони та безпеки членів Організації Північноатлантичного договору (НАТО)).

В Україні у статті 3 Конституції України зазначено: «...людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю» [4]. У статті 17 додатково відмічено, що «забезпечення економічної та інформаційної безпеки України є найважливішими функціями держави, справою всього Українського народу...» [4]. Виходячи з цього потребує уточнення термінів економічна, соціальна та інформаційна безпека, які не мають однозначного трактування в наукових джерелах.

Спершу проведемо кількісний аналіз досліджень проблематики економічної, соціальної та інформаційної безпеки за допомогою бібліометричного аналізу. Для цього було використано дані, отримані з найбільш відомих міжнародних наукометричних баз даних (далі – БД) Scopus та SciVal від Elsevier за наявний часовий період (він варіюється залежно від категорії, деталі – нижче).

На рисунку 1.3 спершу представлені загальні результати пошукових запитів за ключовими словами «економічна безпека» («economic security»), «соціальна безпека» («social security»), «інформаційна безпека» («information security») в усіх наявних суб'єктних сферах. Враховуючи специфіку даного дослідження, пошуковий запит було звужено за сферами: економіка, економетрика та фінанси, бізнес, управління та бухгалтерський облік, що також відображено в таблиці в суміжному рядку. Третя група відображає додаткову метрику, що надає сукупність модулів системи SciVal – кількість наукових тем (як сукупність документів, що мають загальний інтелектуальний інтерес) та кластерів наукових тем (як об'єднання тем, що мають подібний дослідницький інтерес).

Результати свідчать, що достатньо актуальною проблемою, що широко досліджується науковцями економічного спрямування на світовому рівні є

соціальна безпека країни. Інформаційна безпека знаходиться на другому місці, яка також при звуженні кола пошуку на економічні дисципліни, зменшує кількість праць (адже більшість стосувалося сфери комп'ютерних наук). Проблематика економічної безпеки є найменш досліджуваною серед обраних категорій.

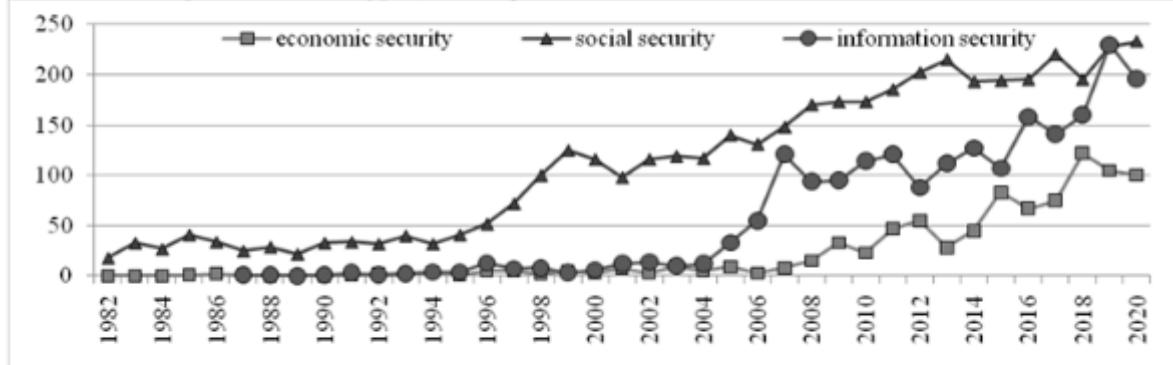
Перша згадка про економічну безпеку датується 1948 роком (у вигляді резолюції Міжамериканської конференції з підтримки континентального миру та безпеки), про соціальну безпеку – 1937 роком, про інформаційну – 1982 роком, після чого кількість праць поступово зростала. Для більш наглядного сприйняття інформації на рисунку 1.3 наведено зміна кількості праць за обраними пошуковими запитами з 1982 по 2020 роки.

Станом на 2020 рік в БД Scopus представлено 100 робіт, пов'язаних з тематикою економічної безпеки, 233 – соціальної та 196 – інформаційної. При цьому, зростання досліджень з тематики інформаційної безпеки має досить стрімкий ріст, що в 2019 році зрівнялося з кількістю досліджень з тематики соціальної безпеки.

У географічному вимірі кількість праць за обраними тематиками варіюється. Лідером наукових досліджень за всіма напрямками є Сполучені Штати Америки. Цікавим є той факт, що питання економічної безпеки достатньо широко досліджується в Росії та Україні (2-ге та 3-тє місця в вибірці топ-15), а вже потім такими англomовними країнами як Великобританія, Канада, Австралія. Соціальна безпека є об'єктом численних досліджень європейських країн (Великобританія, Німеччина, Нідерланди тощо) та Китаю. Питання інформаційної безпеки розглядається науковцями в США, Великобританії, Китаї, так і Росії, Індії, Південній Африці тощо.

Досліджувана категорія	Загальна кількість наукових праць		Звужена кількість наукових праць		Додаткові метрики від SciVal	
	Scopus	SciVal	Scopus	SciVal	Наукові теми	Кластери наукових тем
Економічна безпека	3,363	1,669	952	936	353	137
Соціальна безпека	33,077	18,258	4,752	4,555	847	229
Інформаційна безпека	24,514	24,737	2,146	2,163	569	189

## 2. Часовий вимір за 1982-2020 рр. ( БД Scopus)



## 3. Географічний вимір ( БД Scopus)

Економічна безпека		Соціальна безпека		Інформаційна безпека	
Країна	Кількість наукових праць	Країна	Кількість наукових праць	Країна	Кількість наукових праць
США	530	США	3534	США	1392
Російська Федерація	365	Великобританія	1429	Китай	467
Україна	233	Німеччина	834	Великобританія	305
Великобританія	167	Китай	507	Російська Федерація	202
Канада	86	Нідерланди	425	Індія	194
Австралія	81	Австралія	408	Південна Африка	189
Китай	54	Іспанія	375	Австралія	164
Індія	53	Франція	364	Німеччина	121
Німеччина	35	Італія	334	Південна Корея	119
Казахстан	31	Канада	333	Тайвань	111
Польща	31	Індія	281	Малайзія	110
Сінгапур	28	Бельгія	253	Швеція	104
Нідерланди	27	Швейцарія	231	Канада	89
Швеція	25	Японія	213	Греція	68

Рисунок 1.3 – Бібліометричний аналіз наукових праць з тематики економічної, соціальної та інформаційної безпеки в БД Scopus та SciVal

Джерело: складено автором на основі БД Scopus та SciVal.

Відповідно до отриманих вище результатів і відбувається розподіл наукових робіт за організаціями, що здійснюють їх фінансування. За категорією «економічна безпека» лідерами є Російський фонд фундаментальних досліджень (19 робіт), Російський науковий фонд (10 робіт), Міністерство освіти і науки України (5 робіт) та Російської Федерації (4 роботи). Для категорії «соціальна безпека», основними організаціями, що здійснювали фінансування є Департамент охорони здоров'я та соціальних служб США (67 робіт), Національний інститут охорони здоров'я США



(66 робіт), Адміністрація соціального забезпечення США (58 робіт), Національний інститут старіння США (55 робіт), Європейська комісія (49 робіт). Дослідження проблематики інформаційної безпеки фінансуються в основному за рахунок Національного наукового фонду США (35 робіт), Національного фонду природничих наук Китаю (28 робіт), Європейської комісії (13 робіт), Російського фонду фундаментальних досліджень (13 робіт), Міністерства освіти Китайської Народної Республіки (12 робіт).

Проведене дослідження дозволяє стверджувати, що поняття економічної, соціальної та інформаційної безпеки як окремі складові національної безпеки розглядаються в багатьох предметних сферах: економічній, соціальній, психологічній, математичній тощо. Це зумовлює і відсутність єдиного підходу до трактування обраних категорій, що потребує додаткового теоретичного аналізу.

Дослідження національної безпеки мають глибокі історичні коріння та розглядалися разом зі становленням самих держав. За оцінками окремих науковців початок формування самої ідеології майбутньої концепції національної безпеки приписують 16-17 століттю [5, 6], що спочатку було пов'язана з прагненням людства до влади та відповідно військовими конфліктами та конкуренцією на цій основі (так званий мілітаристський підхід). У другій половині ХХ століття почалось зміщення основних ідей національної безпеки в бік людиноцентричних. Як зазначає у своїй роботі Бут К., «відбувається перехід розуміння того, що найбільшою загрозою для добробуту людей є не іноземна армія, а економічний крах, політичний гніт, дефіцит, перенаселення, етнічне суперництво, знищення природи, тероризм, злочинність та захворювання» [7].

На цій основі в наукових працях починають виділятися та досліджуватися окремі види національної безпеки. У 2001 році під егідою окремих лідерів ООН було створено Комісію з питань людської безпеки (Commission on Human Security), яка визнавала, що «людські (або можна сказати суспільні – прим. авт.) та національні елементи безпеки є окремими, але взаємозалежними» [6]. Так, в наукових дослідженнях ([8], [9]) з'являються згадки про військові політичні, економічні, соціальні, екологічні аспекти безпеки.

Сам термін «безпека» у тлумачному словнику трактується дуже просто – як «відсутність небезпеки, страху, надійність» [10] або як «стан, коли кому- або чому-небудь ніщо не загрожує [11]. Широка міждисциплінарність категорії безпеки зумовлює її розгляд як:

- філософської категорії, зокрема у тісному зв'язку із поняттям буття (духовного, матеріального, історичного, особистісного) [12];
- соціальної категорії «через соціалізацію сфер людського життя та підпорядкування їх соціальним цілям» [13];
- економічної категорії у контексті забезпечення «сталості економічної системи та недопущення її дестабілізації, підвищення конкурентоспроможності національної економіки та ефективному функціонуванню ринкового механізму тощо» [13].

Логічно припустити, що економічна безпека пов'язана з відсутністю загроз економіці країни, соціальна та інформаційна – соціуму. Проте для більш ґрунтовного аналізу розглянемо поширення наукових праць та визначимо наукові підходи щодо трактування зазначених вище категорій.

Розпочнемо з поняття «економічна безпека», яке досить широко використовується серед політичних діячів та науковців. На законодавчому рівні, економічна безпека трактується як «стан національної економіки, який дає змогу зберігати стійкість до внутрішніх та зовнішніх загроз, забезпечувати високу конкурентоспроможність у світовому економічному середовищі і характеризує здатність національної економіки до сталого та збалансованого зростання» [14]. У науковій літературі в доповнення до попередньо визначення використовують: «готовність інститутів влади до створення та реалізації механізмів захисту національних інтересів розвитку вітчизняної економіки» [15], «створення достатнього оборонного потенціалу» [16, 17] тощо.

Якщо узагальнити основні риси, якими можна описати економічну безпеку, то можна окремо виділити такі елементи [15]:

– економічна незалежність щодо можливості оптимального використання власних національних ресурсів країни для забезпечення найвищої її конкурентоспроможності;

– економічна стабільність для підприємницької та трудової діяльності, що у тому числі забезпечує можливість залучення інвестиційних ресурсів для розвитку країни;

– економічний розвиток усіх галузей національної економіки шляхом модернізації виробництва, покращення умов праці, впровадження інновацій;

– сталість щодо усіх перелічених вище елементів, що дозволяє досягти збалансованого сталого розвитку країни не лише в економічному, а й в соціальному та екологічному вимірі.

Економічна безпека є достатньо комплексною категорією, що охоплює різні вектори, а отже включає багато складових. Зокрема до її складу прийнято включати ([18], [19], [14]): виробничу, демографічну, енергетичну, зовнішньоекономічну, інвестиційно-інноваційну, макроекономічну, продовольчу, соціальну, фінансову, енергетичну, трудоворесурсну тощо.

Перейдемо до наступної категорії – соціальної безпеки. У Конституції України підкреслено соціальну спрямованість економіки країни (зокрема ст. 1, 3, 13) та соціальну захищеність населення (з-поміж інших ст. 17, 46). Окрім цього, в більшості нормативних документах стратегічного характеру (наприклад, Стратегії сталого розвитку) приділяється значна увага соціальній сфері та запобігання її можливим проблемам. Все це підкреслює значимість соціальної безпеки та необхідність її дослідження як окремої категорії, а не як складової економічної безпеки.

Відповідно до законодавства України, соціальна безпека – «це стан розвитку держави, за якого держава здатна забезпечити гідний і якісний рівень життя населення незалежно від віку, статі, рівня доходів, сприяти розвитку людського капіталу як найважливішої складової економічного потенціалу країни» [14]. У наукових працях до наведеного вище визначення додаються наступні твердження: «результат реалізації соціальної політики» [20], «забезпечення номінального рівня

соціальних умов та соціальних благ» [21.], «стан захищеності соціальних інтересів особи і суспільства від впливу загроз» ([22], [23]).

Основи щодо інформаційної безпеки також зустрічаються в Конституції України. Зокрема, у статті 32 зазначається заборону на «збирання, зберігання, використання та поширення конфіденційної інформації про особу без її згоди, крім випадків, визначених законом, і лише в інтересах національної безпеки, економічного добробуту та прав людини». В цій же статті гарантується людині право в судовому порядку «спростовувати недостовірну інформацію про себе і членів своєї сім'ї» та вимагати разі настання такої ситуації відшкодування матеріальної і моральної шкоди [4].

Під інформаційною безпекою розуміють «стан захищеності життєво важливих інтересів людини, суспільства і держави, при якому запобігається нанесення шкоди через: неповноту, невчасність та невірогідність інформації, що використовується; негативний інформаційний вплив; негативні наслідки застосування інформаційних технологій; несанкціоноване розповсюдження, використання і порушення цілісності, конфіденційності та доступності інформації» [24]. Додатково в наявних дефініціях можна зустріти такі ключові моменти як: «стійкість основних сфер життєдіяльності щодо небезпечних, дестабілізуючих, деструктивних дій» [25].

Проведений вище аналіз наукових дефініцій економічної, соціальної та інформаційної безпеки дозволяє виділити одну їх спільну рису – це нівелювання та стійкість до ризиків та загроз, зокрема зовнішніх та внутрішніх, що погрожують національним інтересам країни. Саме цей підхід буде покладено в основу концептуалізації та формування системи композитних індикаторів їх оцінювання.

Дослідження ряду наукових праць ([26], [27], [28]) присвячених системі відносин ризику-загрози дозволяють стверджувати, що ризик є первинною категорією, адже існує щодо будь-яких економічних систем на постійній основі. Загрози вже являють собою негативну форму прояву ризику, що призводять до небажаних змін.

Відповідно до Закону України «Про національну безпеку», під загрозами розглядаються «явища, тенденції і чинники, що унеможливають чи ускладнюють або можуть унеможливити чи ускладнити реалізацію національних інтересів та збереження національних цінностей України» [29].

Політичний та військовий союз НАТО [30] розглядає широкий спектр можливих національних загроз, серед яких можна виділити суб'єктний підхід: залежно від державних та недержавних суб'єктів; від військових сил та від терористичних, кібер- та гібридних атак. В основному альянс має військово-політичну направленість в забезпеченні національної безпеки, але не оминає і окремі економічні (зокрема енергетична безпека), інформаційні (кіберзахист, нові технології) та соціальні питання.

Окрім цього, в науковій літературі ([31], [32]) прийнято виділяти такі види загроз економічній, соціальній та інформаційній безпеці як: зовнішні та внутрішні (за джерелом); особистісні, суспільні, державні (за напрямком); прогнозовані та непередбачені (за можливістю передбачити); прийнятні, критичні (за наслідками), явні та латентні (за проявом) тощо.

На глобальному рівні до основних загроз економічній, соціальній та інформаційній безпеці виділяють загострення політичної ситуації, «нестабільність світової фінансової системи та як наслідок кризові явища; експансія передових країн світу; дефіцит ресурсів для розширеного розвитку» ([33], [34]).

На думку О.Олійничука, до найбільш важливих економічних загроз доцільно відносити: «скорочення ВВП; зниження інвестиційної активності; скорочення досліджень у критично-важливих напрямках; ослаблення системи державного регулювання у сфері економіки; висока залежність від кон'юнктури зовнішніх ринків; тощо.» [35].

Щодо соціальної безпеки, то до її основних загроз запропоновано відносити: «демографічні (показники народжуваності та смертності, старіння населення тощо), працересурсні (показники зайнятості та безробіття), загрози добробуту (ВВП на душу населення) та загрози поширення соціальних негараздів (захворюваність, злочинність, самогубства та інші)» (підхід Є. Грабко) [36].

В умовах останніх років до соціальних загроз національним інтересам також стали включати поширення коронавірусної хвороби COVID-19, яка лише загострила існуючі проблеми в сфері охорони здоров'я [37]. За оцінками ООН, криза, зумовлена поширенням пандемії, має ризик «знівелювати десятиліття прогресу у боротьбі з бідністю та посилити і без того високий рівень нерівності всередині та між країнами. [38].

Загрози інформаційній безпеці країни набувають особливої актуальності в наш час, адже розвиток інформаційних технологій використовують не лише в мирних, а й у військових цілях. Так звані «гібридні війни» передбачають використання інформаційно-комунікаційних засобів для маніпулювання громадською думкою, дестабілізації економічного та соціального стану в країні, розвитку кіберзлочинності тощо [39].

Аналіз розробленої в Україні Доктрини інформаційної безпеки дозволяє додатково виділити таку загрозу як недостатня розвиненість національної інформаційної інфраструктури та відповідного законодавства в інформаційній сфері, що сприяє відставанню розвитку вітчизняних галузей у сфері ІКТ, а також інших секторів національної економіки [40]. Відповідно до розробленої в Україні Стратегії національної безпеки України [41] додатково до попередніх виділяють такі поточні та прогнозовані загрози як зміна клімату, зростання техногенного навантаження та біологічних загроз, зміни внаслідок стрімких технологічних змін та глобалізації, посилення міжнародної конкуренції між передовими країнами та ескалюються конфлікти, загострюється демографічна та міграційна ситуація тощо.

Проведений аналіз численних наукових праць, присвячених тематиці оцінювання економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни та регіонів дозволив виділити наступні найбільш поширені практики:

– метод системи індикаторів (Швайба Д. Н. [42], Старікова О. В. [43], Глазьев С.Ю. [44]) або коефіцієнтів – досить часто використовується в наукових дослідженнях, полягає у відборі кількісних параметрів, що порівнюються з граничними значеннями;

- функціональний метод (Харазішвілі Ю.М. [45], Сидорчук О.Г. [13], Левченко В. та ін. [46]), що полягає в оцінці інтегрального показника шляхом агрегування множини відібраних даних. Може мати як звичайну, так і ієрархічну структуру, тобто мати окремі блоки в межах загального інтегрального індикатора;
- метод експертних оцінок (група авторів на чолі з Новікова О. Ф. [47], Молодецька-Гринчук К. [48]), що передбачає залучення кваліфікованих експертів, що виставляють бали чи формують рейтинг;
- змішані методи із засадами економіко-математичного моделювання (Бойко А. [49]).

Кожен з даних методів має свої переваги та недоліки, досить часто в наукових дослідженнях використовують декілька методів разом. Врахувавши основні напрацювання вітчизняних та зарубіжних науковців щодо оцінювання економічної, соціальної та інформаційної безпеки прийнято власний підхід на основі системи композитних індикаторів.

Відповідно до рекомендацій ОЕСР, композитний індикатор «вимірює багатовимірні поняття, які неможливо охопити одним показником, а отже формується шляхом компіляції індивідуальних індикаторів в єдиний» [50]. Отже, він як найкраще підходить для оцінювання таких складних понять як економічна, соціальна та інформаційна безпека. Формування композитних індикаторів зазвичай складається з наступних кроків:

- збирання необхідних даних, групування та структурування до вигляду, що прийнятний для проведення подальшого аналізу. Даний процес повинен ґрунтуватися на принципах «аналітичної обґрунтованості, вимірюваності, географічним охопленням та відповідності показників явищу, яке вимірюється»;
- імпутація відсутніх даних, що необхідно для формування повноцінної бази даних;
- багатовимірний аналіз для вивчення загальної структури даних (як за показниками, так і за країнами), визначення придатності даних для подальшого аналізу, можливості групування за статистично подібними групами, оцінки викидів тощо;

– нормалізація, що полягає в перетворенні даних до співставного вигляду. Для цього обирають процедуру, що найбільше відповідає структурі зібраних даних, його властивостям. У разі необхідності здійснити трансформування викидів у вигляді дуже великих чи маленьких даних тощо;

– зважування та агрегування найбільш доцільними для зібраних даних методами;

– аналіз невизначеності та чутливості складеного показника з точки зору можливого включення/виключення додаткових змінних, вибору методів нормалізації, зважування, агрегування тощо;

– аналіз отриманого показника, а саме що впливає на кінцевий результат, чи є він адекватним та логічним, у разі необхідності можна протестувати наявність кореляції з іншими відомими показниками, візуалізувати результати [50].

На першому етапі дослідження відбувся збір даних, що формують необхідну інформаційну базу. В якості географічних об'єктів аналізу обрано 11 країн Центральної та Східної Європи (Хорватія (HRV), Чехія (CZE), Естонія (EST), Угорщина (HUN), Латвія (LVA), Литва (LTU), Польща (POL), Румунія (ROU), Словаччина (SVK), Словенія (SVN)) та Україна (UKR). Така вибірка зумовлена географічною та соціально-історичною схожістю обраних країн, що зумовлює більшу співставність результатів. Для формування переліку індикаторів, що характеризують економічну, соціальну та інформаційну безпеку, на основі попереднього теоретичного аналізу наукових праць виділено основні загрози. В результаті отримано наступний перелік показників (табл.1.15), що передбачають трирівневу ієрархічну систему композитних індикаторів.



Таблиця 1.15 – Основні рівні та складові системи композитних індикаторів, що характеризують стан економічної, соціальної та інформаційної безпеки

Рівень системи композитного індикатора			Умовні позначення	База даних
1	2. Блок національних загроз	3. Блок індикаторів, що їх вимірюють		
A	B	C	1	2
Е К О Н О М І Ч Н А Б Е З П Е К А	Зменшення економічного зростання країни	ВВП на душу населення (постійні ціни станом на 2010 р., US\$)	<i>gdpc</i>	WDI -
	Цінова нестабільність	Інфляція, споживчі ціни (річний %)	<i>infl</i>	WDI
	Критичні обсяги боргової залежності держави	Борг центрального уряду (% ВВП)	<i>govdebt</i>	IMF
		Чисте державне кредитування / запозичення (% ВВП)	<i>govlend</i>	IMF
	Зростання рівня корупції	Контроль корупції (од.)	<i>corrupt</i>	WGI
	Зниження інноваційності країни	Патентні заявки (од.)	<i>patap</i>	WDI
		Витрати на дослідження та розробки (% ВВП)	<i>rdexp</i>	WDI
		Дослідники у галузі досліджень та розробок (ос., на млн)	<i>res</i>	WDI
		Заявки на торговельні марки (од.)	<i>tradm</i>	WDI
	Зниження інвестиційної привабливості країни	Чистий приплив прямих іноземних інвестицій (поточні ціни, US\$)	<i>fdii</i>	WDI
		Чистий відтік прямих іноземних інвестицій (поточні ціни, US\$)	<i>fdio</i>	WDI
	Неефективне державне регулювання у сфері економіки	Ефективність уряду (од.)	<i>govef</i>	WGI
		Нормативна якість (од.)	<i>regqual</i>	WGI
	Висока експорто- чи імпорто- залежність	Експорт товарів та послуг (% ВВП)	<i>exp</i>	WDI
		Імпорт товарів та послуг (% ВВП)	<i>imp</i>	WDI
	Загроза енергетичній безпеці країни	Рівень енергоємності первинної енергії (МДж /\$ ВВП, 2011 р.)	<i>enint</i>	WDI
		Споживання енергії (кг нафтового еквівалента на душу населення)	<i>enus</i>	WDI
		Споживання відновлюваної енергії (% від загального кінцевого споживання енергії)	<i>renencons</i>	WDI
	Несприятливе середовище для ведення бізнесу в країні	Простота ведення бізнесу (од.)	<i>edb</i>	DB
	С О Ц І А Л Ь Н А Б Е З П Е К А	Зростання рівня бідності в країні	Індекс Джині (од.)	<i>gini</i>
Частка доходів 10% найбагатшої частини населення (од.)			<i>incsh_h</i>	WDI
Частка доходів 10% найбіднішої частини населення (од.)			<i>incsh_l</i>	WDI
Погіршення ситуації на ринку праці		Частка робочої сили (% населення)	<i>labforc</i>	WDI
		Рівень безробіття (% робочої сили)	<i>unempl</i>	WDI
		Частка вразливої зайнятості (%зайнятості)	<i>vempl</i>	WDI
		Продуктивність праці на одну людину ( в US\$ за ПКС)	<i>lproductv</i>	CB
Зростання частки тіньової економіки		Розмір тіньової економіки (од.)	<i>tiniz</i>	M&S
Загальне погіршення рівня людського розвитку		Індекс людського розвитку (од.)	<i>hdi</i>	UNDP
Стрімке старіння населення		Коефіцієнт вікової залежності (% населення працездатного віку)	<i>adrate</i>	WDI
	Населення віком від 65 років (ос.)	<i>pop65</i>	WDI	

Продовження Таблиці 1.15			
A	B	C	I
Негативний природний приріст населення	Рівень народжуваності (на тис. чол.)	<i>brate</i>	WDI
	Рівень смертності (на тис. чол.)	<i>drate</i>	WDI
	Приріст населення (річний %)	<i>popgr</i>	WDI
Погіршення стану системи освіти та охорони здоров'я	Державні витрати на освіту (% ВВП)	<i>edexp</i>	WDI
	Витрати на охорону здоров'я на душу населення (поточні ціни, US\$)	<i>hexp</i>	WDI
	Ліжка в лікарнях (на 1000 осіб)	<i>hospbed</i>	WDI
Соціальна дестабілізація	Кількість штату збройних сил (% від загальної кількості робочої сили)	<i>army</i>	WDI
	Умисні вбивства (на 100 000 осіб)	<i>homic</i>	WDI
	Політична стабільність та відсутність насильства / тероризму (од.)	<i>polst_viol</i>	WGI
Б І Н Зменшення рівня розвитку ІКТ сфери	Частка сектору ІКТ у ВВП (%)	<i>ictsect</i>	Eurostat
	Частка працівників сфери ІКТ у загальній зайнятості (%)	<i>ictempl</i>	Eurostat
Ф О Р М А Зменшення обсягів міжнародної ІКТ-торгівлі та е-комерції	Експорт товарів ІКТ (%)	<i>ictgexp</i>	WDI
	Імпорт товарів ІКТ (%)	<i>ictgimp</i>	WDI
	Експорт послуг ІКТ (%)	<i>ictsexp_fts</i>	WDI
	Продажі електронної комерції (млрд євро)	<i>ecom</i>	
П І Й Н Погіршення інформаційної інфраструктури	Фіксований широкопasmовий зв'язок (ос.)	<i>fbs</i>	WDI
	Фіксований телефонний зв'язок (ос.)	<i>fts</i>	WDI
	Мобільний широкопasmовий зв'язок (ос.)	<i>mobss</i>	WDI
	Безпечні інтернет-сервери	<i>secint</i>	WDI
	Індекс розвитку електронного уряду (од.)	<i>egov</i>	UN
А Б Е Зменшення рівня доступу до інформації	Особи, що користуються Інтернетом (% населення)	<i>intuser</i>	WDI
	Індексу електронної участі (од.)	<i>epart</i>	UN
П Е К А Погіршення рівня свободи ЗМІ	Індекс свободи преси (од.)	<i>pressfr</i>	RWB

Для отримання необхідної статистичної інформації використано такі міжнародні бази даних як World Development Indicators (WDI) [51], Doing Business (DB) [52], Worldwide Governance Indicators (WGI) [53], Global Debt Database від Міжнародного валютного фонду (IMF) [54], Total Economy Database від The Conference Board (CB) [55], Програми розвитку ООН (UNDP) [56, 57], Євростату (Eurostat) [58], дані розрахунків рівня тінізації країни а методикою Медіни та Шнайдера (Medina and Schneider – M&S) [59], Ecommerce Europe [60], дані організації Reporters without borders (RWB) [61] тощо. Для найбільш повноцінного представлення інформації в якості часового періоду обрано часовий діапазон 2005-2019 роки (за виключенням показників: розмір тіньової економіки – до 2017 року, даних блоку WGI – до 2016 року, дані DB 2010-2019 р., показники електронної комерції 2009-2019 р., показники Євростату – 2008-2019 рр.).

Для процесу імпутації відсутніх даних було обрано метод прогнозування на основі загального тренду, що дозволило отримати більш співставні та точні результати. Результати багатовимірної аналізу представлено у вигляді описових статистик (Додаток Є).

Наступним кроком є нормалізація показників. Її суть полягає у перетворенні вхідного масиву даних, які мають різні одиниці виміру, в співставний масив. Для цього використовують різні методи (ранжування, стандартизація z-оцінками, метод мін-максу, еталонів тощо). Враховуючи характер дослідження та наявні відібрані показники прийнято рішення застосувати метод мін-максу для нормалізації. Це дозволить отримати безрозмірні дані в діапазоні від 0 до 1, а також врахувати характер впливу факторів на інтегральний показник. Визначення характеру впливу залежатиме від того, яким чином зміна конкретного показника впливатиме на зміну економічної, соціальної чи інформаційної безпеки. Якщо такий вплив є позитивним, то показник визначено в якості стимулятора (S) і буде розраховуватися за формулою 1.2, якщо негативний – то в якості дестимулятора (D) і буде розраховуватися за формулою 1.3.

$$\bar{x}_{ic}^t = \frac{x_{ic}^t - \min(x_i^t)}{\max(x_i^t) - \min(x_i^t)}, \quad (1.2)$$

де  $\bar{x}_{ic}^t$  – нормалізоване значення показника  $c$ -ї країни в  $t$ -му році;

$x_{ic}^t$  – значення показника  $c$ -ї країни в  $t$ -му році;

$\min(x_i^t)$  – мінімальне значення, усереднене по всім рокам та країнам;

$\max(x_i^t)$  – максимальне значення, усереднене по всім рокам та країнам.

$$\bar{x}_{ic}^t = \frac{\max(x_i^t) - x_{ic}^t}{\max(x_i^t) - \min(x_i^t)}, \quad (2.3)$$

Зважування є важливим етапом, адже дозволяє врахувати вплив одних факторів та нівелювати вплив інших. Їх визначення також може здійснюватися різними способами як кількісного (факторний аналіз, аналіз обсягу даних та моделі неспостережуваних компонентів (UCM)), так і якісного характеру (шляхом експертного опитування). В межах нашого дослідження обрано факторний аналіз з використанням головних компонент. Він дозволяє не лише економічно обґрунтовано встановити вагу кожного показника, а й згрупувати їх в окремі фактори відповідно до ступеня їх кореляції [50]. Всі подальші розрахунки проводяться на основі програмного комплексу STATA/SE 11.1.

На початку факторного аналізу відбувається перевірка відібраних даних (або вибірки) на адекватність, що зазвичай проводиться за допомогою тесту Барлетта та критерію Кайзера-Мейєра-Олкіна (результати – табл. 1.16).

Таблиця 1.16 – Розгляд критеріїв адекватності вибірки для проведення факторного аналізу

Критерій	Значення для блоку економічної безпеки	Значення для блоку соціальної безпеки	Значення для блоку інформаційної безпеки
Тест Барлетта на сферичність			
$\chi^2$	3896.538*	4037.035*	2526.239*
Ступені свободи	171	190	91
p-value	0.000*	0.000*	0.000*
Критерій Кайзера-Мейєра-Олкіна щодо адекватності вибірки			
КМО	0.659*	0.679*	0.622*
<i>де * – значимий показник; <math>\chi^2</math> – значення тесту Барлетта на сферичність; p-value – рівень значимості (оптимальне – менше 0,05), КМО – критерій Кайзера-Мейєра-Олкіна (оптимальне – більше 0,5)</i>			

Отримані показники свідчать про адекватність сформованої вибірки, що дозволяє перейти безпосередньо до факторного аналізу з головними компонентами. Спершу проведемо розрахунки для блоку показників економічної безпеки.

Достатньо важливим етапом факторного аналізу є виділення оптимальної кількості факторів. Для цього отримані на першому кроці результати піддають ротації (тобто обертанню, що найчастіше проводять ортогональним методом

«варімакс»), що змінює основні показники по відібраним факторам (зокрема, власне значення, частку дисперсії) та оптимізує розподіл по ним змінним. Окрім цього, загально визнаними правилами, що використовуються для відбору оптимальної кількості факторів є: по-перше, власне значення повинно бути більшим за одиницю; по-друге, частка дисперсії повинна бути не менше 10%; по-третє, кумулятивна дисперсія по всім факторам повинна становити не менше 60% [50]. Результати проведеного факторного аналізу до та після ротації наведено в таблиці 2.3. Для більшої достовірності щодо вибору оптимальної кількості факторів будують графік каменистого осипу (рис. 1.17).

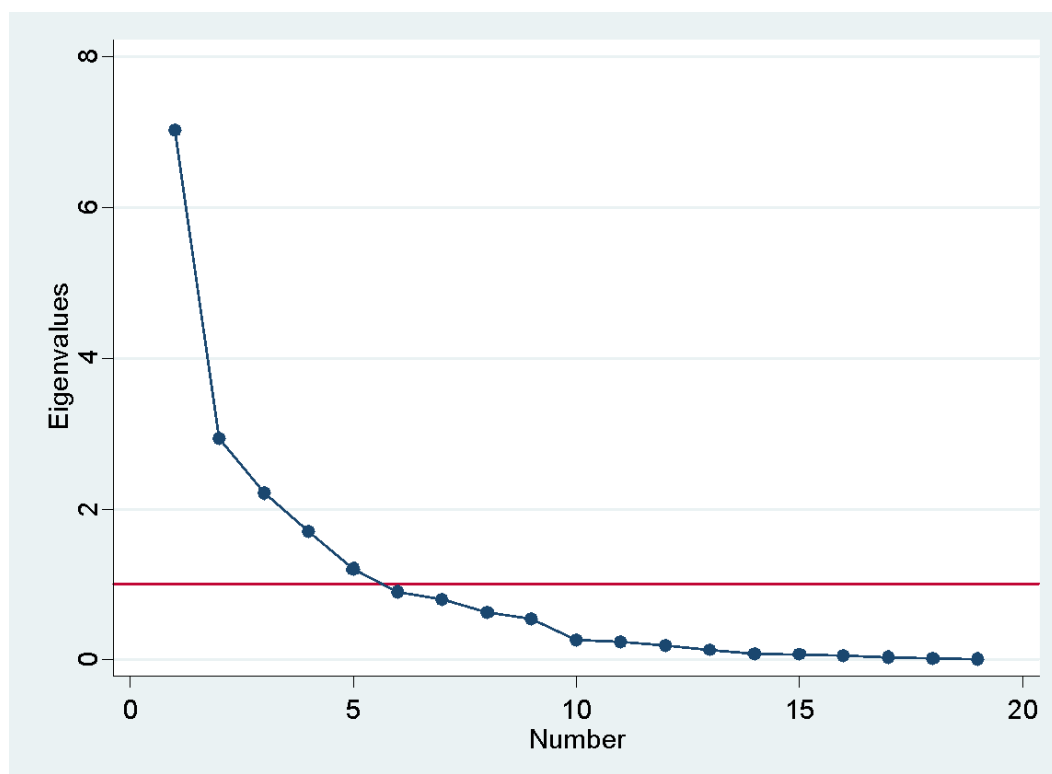


Рисунок 1.4 – Графік каменистого осипу для вибору оптимальної кількості факторів блоку показників економічної безпеки

Як графік 1.4, як і відповідність результатів таблиці 1.17 стандартним критеріям, свідчать про оптимальне виділення п'яти факторів (пояснюють 79,8% загальної дисперсії). Тепер можемо розглянути, яким чином відбувається розподіл

відібраних показників блоку економічної безпеки по обраним факторам на основі їх факторних навантажень.

Таблиця 1.17 – Результати факторного аналізу з головними компонентами до та після ротації для блоку показників економічної безпеки

Фактор	Власне значення	Різниця	Частка дисперсії	Кумулятивна дисперсія
Результати до ротації				
Factor1	7.144*	4.196	0.376*	0.376
Factor2	2.948*	0.760	0.155*	0.531
Factor3	2.188*	0.481	0.115*	0.646
Factor4	1.707*	0.542	0.090*	0.736
Factor5	1.165*	0.261	0.061*	0.798
Factor6	0.904	0.146	0.048	0.845
Factor7	0.757	0.130	0.040	0.885
Factor8	0.627	0.085	0.033	0.918
Factor9	0.542	0.282	0.029	0.947
Factor10	0.260	0.031	0.014	0.960
Factor11	0.228	0.037	0.012	0.972
Factor12	0.192	0.074	0.010	0.982
Factor13	0.118	0.042	0.006	0.988
Factor14	0.076	0.020	0.004	0.992
Factor15	0.056	0.017	0.003	0.995
Factor16	0.040	0.016	0.002	0.998
Factor17	0.024	0.011	0.001	0.999
Factor18	0.013	0.002	0.001	0.999
Factor19	0.011	.	0.001	1.000
Результати після ротації (ортогональний метод варімакс)				
Factor1	5.312*	1.581	0.280*	0.280
Factor2	3.731*	1.539	0.196*	0.476
Factor3	2.192*	0.131	0.115*	0.591
Factor4	2.061*	0.205	0.109*	0.700
Factor5	1.856*	.	0.098*	0.798

*де \* – значимий показник*

У таблиці 1.18 наведемо отримані факторні навантаження та унікальність для показників економічної безпеки, які для зручності проранжовані в порядку їх зменшення по факторам. Значимими вважаються факторні навантаження більше 0,6-0,7 (як виключення допустимо і 0,5).

Таблиця 1.18 – Факторні навантаження та унікальність змінних блоку економічної безпеки, розподілені по п'яти ротованим факторам

Змінна	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Унікальність
<i>enint</i>	0.88*	-0.11	-0.02	0.06	0.31	0.11
<i>tradm</i>	-0.84*	-0.17	-0.34	0.09	-0.08	0.14
<i>regqual</i>	0.79*	0.41	0.11	0.09	-0.23	0.13
<i>edb</i>	0.79*	0.10	0.27	-0.01	-0.08	0.29
<i>renencons</i>	0.77*	-0.35	0.07	-0.24	-0.16	0.20
<i>corrupt</i>	0.73*	0.58	0.01	0.02	-0.20	0.09
<i>govdef</i>	0.72*	0.55	0.18	0.00	0.02	0.14
<i>infl</i>	0.63*	0.25	-0.15	-0.01	0.30	0.43
<i>patap</i>	-0.56*	0.03	-0.56	0.17	0.08	0.34
<i>enus</i>	0.05	-0.88*	-0.18	-0.01	0.28	0.12
<i>res</i>	0.24	0.81*	0.32	-0.07	0.03	0.18
<i>rdexp</i>	0.10	0.80*	0.17	-0.05	0.11	0.30
<i>imp</i>	0.15	0.48	0.81*	0.05	0.09	0.09
<i>exp</i>	0.18	0.57	0.74*	0.05	0.20	0.06
<i>fdii</i>	-0.07	-0.02	-0.06	0.99*	0.03	0.01
<i>fdio</i>	-0.02	0.01	-0.07	-0.98*	-0.03	0.04
<i>govdebt</i>	0.10	0.20	-0.18	-0.08	-0.82*	0.24
<i>gdpc</i>	0.29	0.12	0.19	0.06	0.64*	0.45
<i>govlend</i>	-0.16	-0.02	-0.43	0.02	0.55*	0.48

*de* \* – значимий показник

У результаті факторного аналізу з використання головних компонент відбулося наступне групування економічних показників:

– перша група умовно характеризує загальний рівень розвитку та безпечність країни, адже включає показники енергетичного, інноваційного, макроекономічного, регуляторного характеру (рівень енергоємності первинної енергії та споживання відновлюваної енергії, заявки на торговельні марки та патенти, простота ведення бізнесу, нормативна якість та ефективність уряду, рівень інфляції та корупції);

– друга група включає показники інноваційного розвитку країни (витрати на дослідження та розробки, кількість дослідників та споживання енергії);

– третя група пов'язана з показниками міжнародної торгівлі країни – експортом та імпортом товарів та послуг;

– четверта група представляє основні показники інвестиційної діяльності країни, а саме через рух прямих іноземних інвестицій;

– п'ята група характеризує основні макроекономічні показники та ефективність бюджетного управління країни (ВВП на душу населення, стан державного боргу, державне кредитування та запозичення).

Наступним кроком необхідно визначити вагові коефіцієнти для кожної змінної. Для цього використаємо отримані значимі факторні навантаження та частку дисперсії, яку пояснює кожен фактор. Математично це здійснюється за наступною формулою 1.4:

$$w_i = \frac{|fl_i|p_k}{\sum_i |fl_i|p_k}, \quad (1.4)$$

де  $w_i$  – ваговий коефіцієнт для змінної  $i$ ;

$fl_i$  – значиме факторне навантаження  $i$ -ї змінної;

$p_k$  – частка загальної дисперсії  $k$ -го фактору.

У результаті отримано наступні вагові коефіцієнти для змінних блоку економічної безпеки (табл. 1.19). Найбільшу вагу отримали показники першої групи факторів, що умовно характеризують загальний рівень розвитку та безпечність країни.

Таблиця 1.19 – Вагові коефіцієнти для показників блоку економічної безпеки

Змінна	Ваги	Змінна	Ваги	Змінна	Ваги	Змінна	Ваги
<i>enint</i>	0.08	<i>corrupt</i>	0.07	<i>res</i>	0.05	<i>fdio</i>	0.04
<i>tradm</i>	0.08	<i>govef</i>	0.07	<i>rdexp</i>	0.05	<i>govdebt</i>	0.03
<i>regqual</i>	0.07	<i>infl</i>	0.06	<i>imp</i>	0.03	<i>gdpc</i>	0.02
<i>edb</i>	0.07	<i>patap</i>	0.05	<i>exp</i>	0.03	<i>govlend</i>	0.02
<i>renencons</i>	0.07	<i>enus</i>	0.06	<i>fdii</i>	0.04		

Наступним кроком є розрахунок композитного показнику економічної безпеки, що отримується як сума добутку нормалізованих даних та вагових коефіцієнтів за кожен рік, та аналіз отриманих результатів. Зобразимо на графіку



1.5 динаміку отриманих композитних індикаторів економічної безпеки за 2005, 2012 та 2019 роки для 11 країн вибірки.

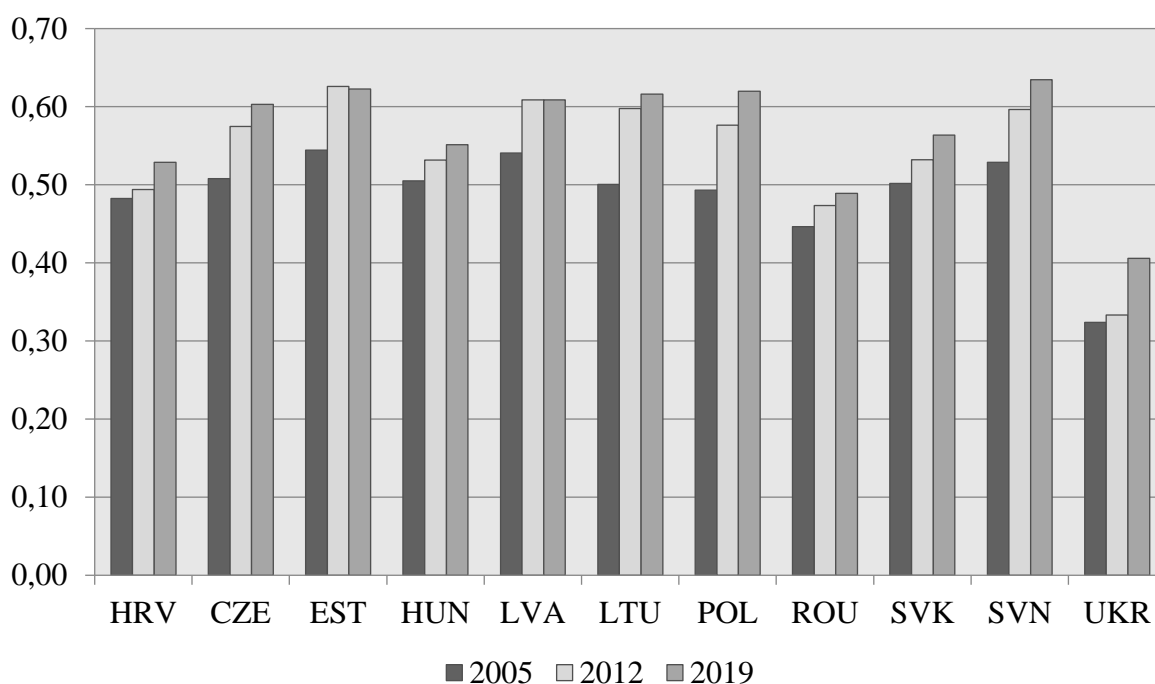


Рисунок 1.5 – Динаміка композитних індикаторів оцінювання економічної безпеки за 2005, 2012 та 2019 роки

Якщо порівнювати динаміку композитного показника у 2019 році порівняно з 2005 роком, то в більшості країн спостерігається його зростання: найбільше у Польщі (на 25,7% до рівня 0,620), Україні (на 25,3% до рівня 0,406) та Литві (на 23,1% до рівня 0,616). Станом на 2019 рік лідерами за рівнем розвитку економічної безпеки є Словенія, Естонія та Польща, а аутсайдерами – Україна, Румунія та Хорватія.

Аналогічно до наведеної вище методології проведемо розрахунок композитних індикаторів для соціальної та інформаційної безпеки. В Додатках В та Г наведено вижимки з нормалізованих масивів даних по відібраним показникам та їх класифікацію як стимуляторів та дестимуляторів. В додатку Д та Е наведено результати факторного аналізу: розподіл дисперсії поміж факторами та факторні навантаження для блоку показників соціальної та інформаційної безпеки.

Прослідкуємо динаміку отриманих композитних індикаторів соціальної та інформаційної безпеки на рисунках 1.6 та 1.7.

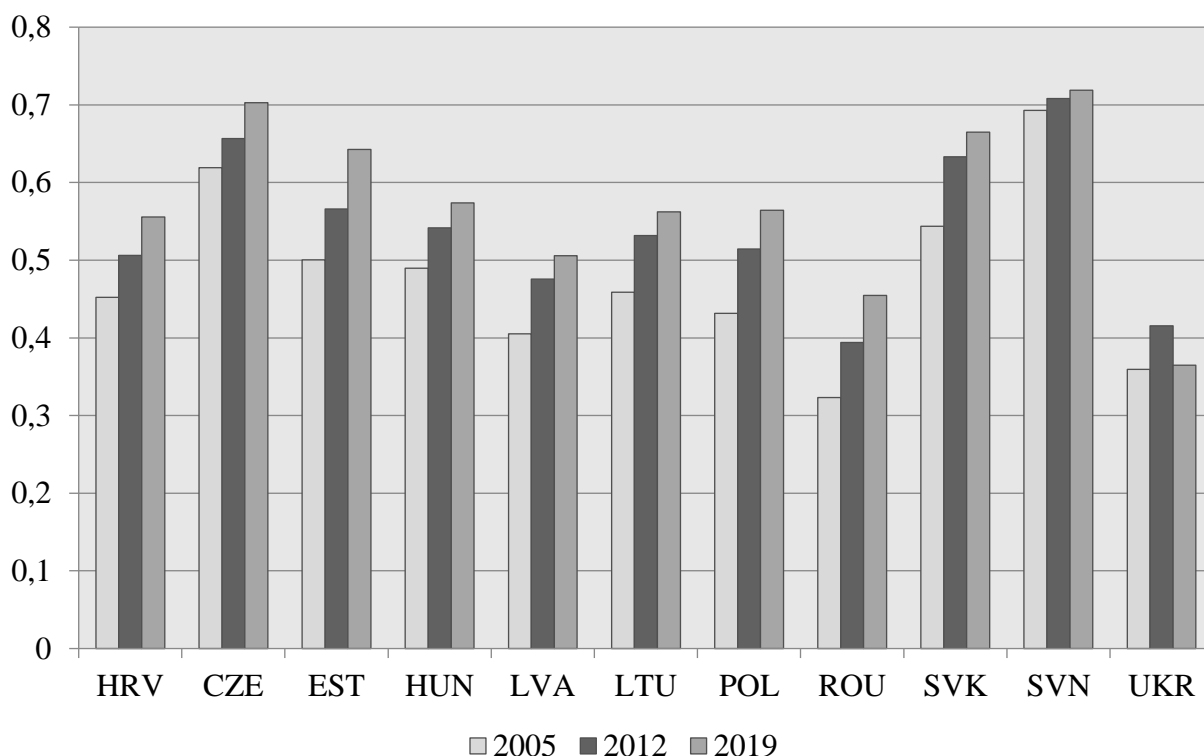


Рисунок 1.6 – Динаміка композитних індикаторів оцінювання соціальної безпеки за 2005, 2012 та 2019 роки

За проведеним аналізом станом на 2019 рік найбільше значення композитного індикатора соціальної безпеки мали Словенія (0,72, од.), Чехія (0,70 од.) та Словаччина (0,66 од.), найменше – Україна (0,36 од.), Румунія (0,45 од.) та Латвія (0,51 од.). При цьому, найбільше зростання порівняно з 2005 роком спостерігалось щодо індикатора Румунії (на 40,6%) та Польщі (30,7%).

Досліджуючи динаміку зміни композитного індексу інформаційної безпеки серед обраної вибірки країн відмічається його стрімке зростання. Найбільша зміна у 2019 році порівняно з 2005 роком зафіксована в Латвії з 0,11 до 0,37 од. та Литві – з 0,10 до 0,33 од. Станом на 2019 рік лідерами є Польща, Чехія та Румунія, а аутсайдерами – Хорватія, Словенія та Литва.

Для якісної інтерпретації отриманих результатів запропоновано використовувати вербально-кількісну шкалу Харрінгтона [62], що дозволяє

оцінити рівень композитних індикаторів економічної, соціальної та інформаційної безпеки (табл. 1.20).

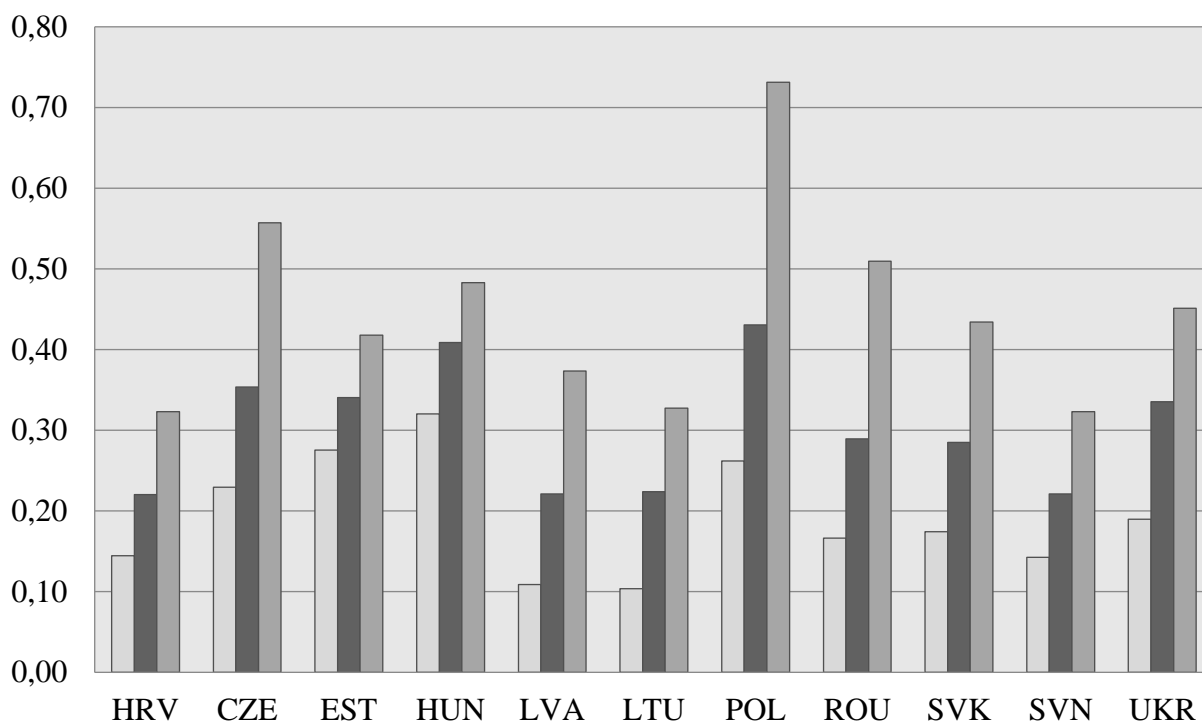


Рисунок 1.7 – Динаміка композитних індикаторів оцінювання інформаційної безпеки за 2005, 2012 та 2019 роки

Таблиця 1.20 – Модифікована вербально-кількісна шкала Харрінгтона для оцінки композитних індикаторів економічної, соціальної та інформаційної безпеки

Кількісний діапазон	Вербальна інтерпретація стану безпеки	Умовне позначення
[0,00 – 0,20]	Дуже низький	VL
(0,20 – 0,37]	Низький	L
(0,37 – 0,64]	Задовільний	A
(0,64 – 0,80]	Високий	H
(0,80 – 1,00]	Дуже високий	VH

Для зручності представлення інформації проаналізуємо рівень розрахованих композитних індикаторів економічної, соціальної та інформаційної безпеки за 2005, 2012 та 2019 рік на рисунку 1.8.

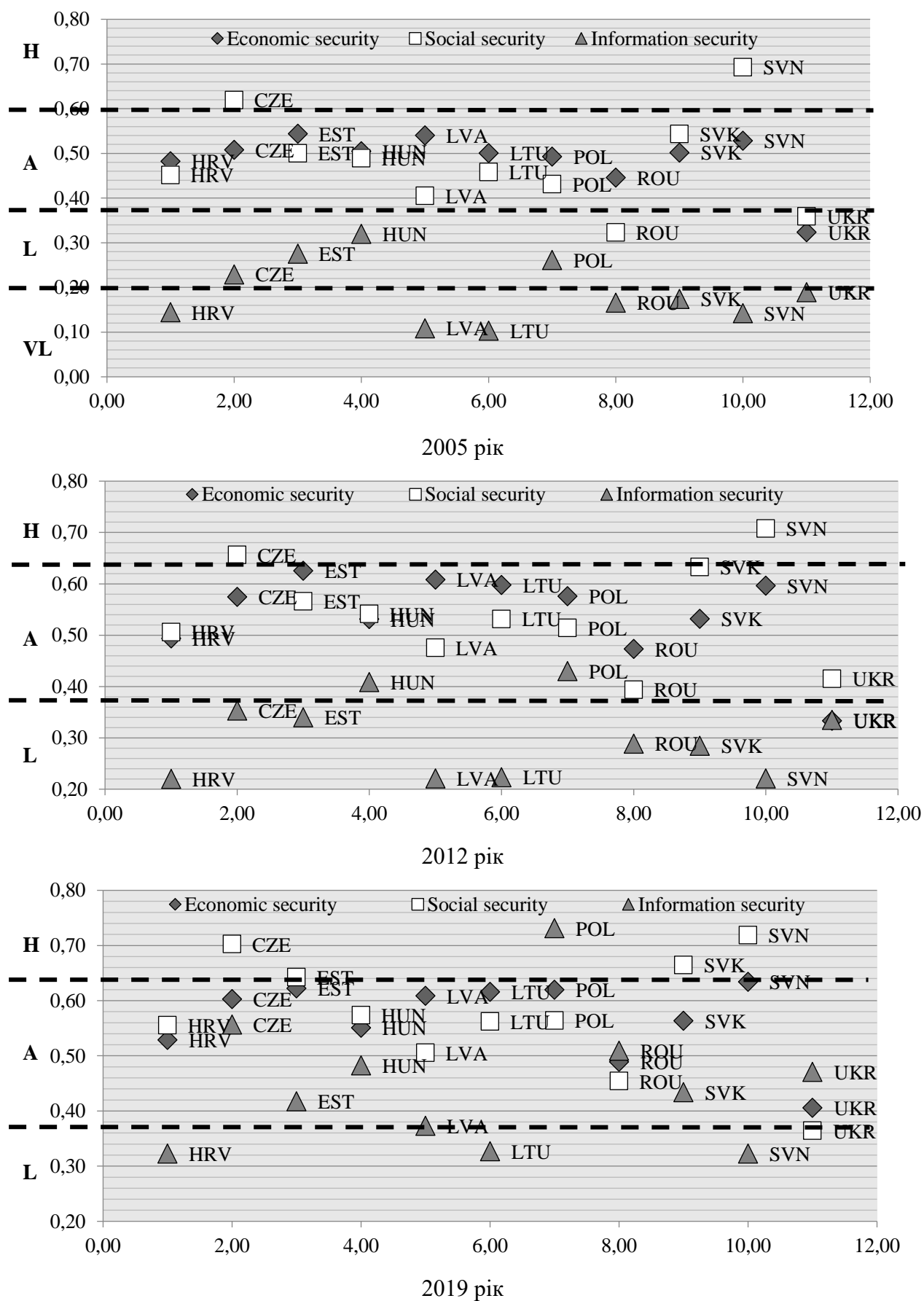


Рисунок 1.8 – Порівняння композитних індикаторів економічної, соціальної та інформаційної безпеки за 2005, 2012 та 2019 рік

Наведений рисунок 1.8 дозволяє простежити загальну картину зміни рівнів економічної, соціальної та інформаційної безпеки за аналізований період часу. Зокрема спостерігається в середньому переважання в аналізованих країнах задовільного рівня економічної та соціальної безпеки, інформаційна безпека спостерігається в кластері з дуже низьким та низьким рівнем. Порівняно з 2005 роком більшість країн покращили свої позиції з дуже низького рівня (Хорватія, Литва, Латвія, Румунія, Словаччина, Словенія, Україна) та низького рівня інформаційної (Чехія, Естонія, Угорщина, Польща), соціальної безпеки (Румунія, Україна). У 2019 році у кластері з низьким рівнем залишилися лише країни: Хорватія, Литва, Словенія (за рівнем інформаційної безпеки) та Україна (за рівнем соціальної безпеки).

Запропонований методичний підхід до формування системи композитних індикаторів оцінювання економічної, соціальної та інформаційної безпеки є доволі універсальним та може використовуватися як на рівні країни, так і на рівні регіонів з відповідною адаптацією. На рисунку 1.8 наведемо узагальнену схему етапів запропонованого підходу, що застосовувався для 11 аналізованих вище країн Центральної та Східної Європи та були описані вище.

Для розрахунку регіональної економічної, соціальної та інформаційної безпеки на рівні України необхідно внести корективи до етапу формування масиву даних, а саме щодо складових структури композитних індикаторів. Як було зазначено вище, композитний індикатор створюється на основі доступної та порівнюваної інформації. Окрім того, окремих індикаторів, які розглядаються на міжнародному рівні (наприклад показники індексу розвитку електронного уряду, е-комерції, показники Worldwide Governance Indicators тощо), неможливо знайти на рівні регіонів України, що також потрібно враховувати. Попри це та на основі аналізу наукової літератури з питань регіональної безпеки, ми вважаємо за доцільне залишити запропоновану структуру та більшість блоків 2 рівня системи композитного.

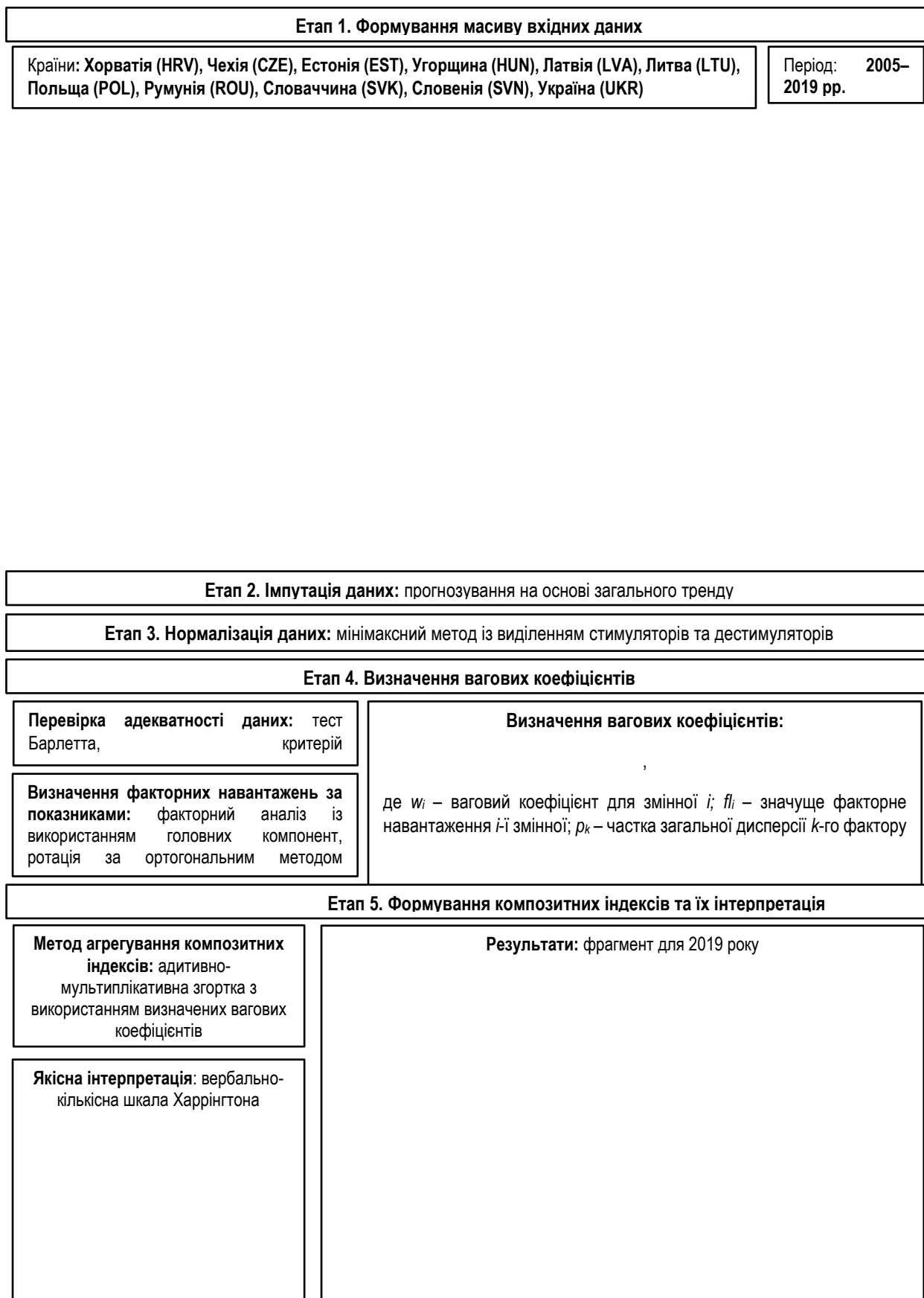


Рисунок 1.8 – Методичний підхід до формування композитних індикаторів оцінювання економічної, соціальної та інформаційної безпеки національної економіки індикатора, запропонованого в таблиці 1.15.

Для цього на основі наявної статистичної інформації Державної служби статистики України пропонується використовувати наступні показники для формування системи композитних індикаторів оцінювання економічної (табл. 1.21), соціальної (табл. 1.22) та інформаційної безпеки регіонів України (табл. 1.23).

Таблиця 1.21 – Структура системи композитних індикаторів оцінювання економічної безпеки регіонів України

1. Композитний індикатор економічної безпеки регіону	
2. Блок національних загроз	3. Блок індикаторів, що їх вимірюють
Зменшення загального економічного зростання та економічної активності регіону	Валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу, грн
	Індекси промислової продукції, од.
	Індекси будівельної продукції, од.
	Індекси фізичного обсягу роздрібного товарообороту підприємств роздрібною торгівлі, од.
	Індекси сільськогосподарської продукції, од.
Цінова нестабільність в регіоні	Індекси споживчих цін (грудень до грудня попереднього року)
Неефективне управління бюджетними коштами	Виконання доходів місцевих бюджетів, % Виконання витрат місцевих бюджетів, %
Зниження інноваційності регіону	Витрати на виконання наукових досліджень і розробок, млн. грн
	Кількість працівників, задіяних у виконанні наукових досліджень і розробок, ос.
	Кількість промислових підприємств за напрямками проведених інновацій, од.
	Обсяг реалізованої інноваційної продукції, тис. грн.
Зниження інвестиційної привабливості країни	Капітальні інвестиції, млн. грн
Висока експорто- чи імпорто- залежність	Регіональні обсяги експорту товарів та послуг (тис. дол. США)
	Регіональні обсяги імпорту товарів та послуг (тис. дол. США)
Несприятливе середовище для ведення бізнесу в країні	Кількість суб'єктів господарювання, од.
	Кількість найманих працівників у суб'єктів господарювання, ос.
	Обсяг реалізованої продукції (товарів, послуг) суб'єктів господарювання, тис. грн.
	Витрати на персонал підприємств, тис. грн.
	Чистий прибуток (збиток), млн. грн.

Як бачимо, було обрано більшість запропонованих блоків національних загроз, але з адаптацією до наявних статистичних індикаторів по регіонам України. До системи індикаторів соціальної безпеки було додано блок щодо загострення проблем ЖКТ.

Таблиця 1.22 – Структура системи композитних індикаторів оцінювання соціальної безпеки регіонів України

1. Композитний індикатор соціальної безпеки регіону	
2. Блок національних загроз	3. Блок індикаторів, що їх вимірюють
Зростання рівня бідності в країні	Частка населення із середньодушовими еквівалентними грошовими доходами на місяць нижче прожиткового мінімуму, %
	Нааявний дохід у розрахунку на одну особу, грн
	Середньомісячна заробітна плата у розрахунку на одного штатного працівника, грн
	Сума заборгованості з виплати заробітної плати, станом на 1 січня, млн.грн.
Погіршення ситуації на ринку праці	Рівень участі населення в робочій силі працездатного віку
	Рівень безробіття населення (за методологією МОП) працездатного віку
Загальне погіршення рівня людського розвитку	Індекс регіонального людського розвитку (од.)
Негативний природний приріст населення та стрімке старіння населення	Природний приріст, скорочення, ос.
	Міграційний приріст, скорочення, ос.
	Чисельність постійного населення у віці 65 років і старше (ос.)
Погіршення стану системи освіти та охорони здоров'я	Видатки на освіту, млн. грн
	Видатки на охорону здоров'я, млн. грн
	Кількість учнів, слухачів закладів професійної (професійно-технічної) освіти у розрахунку на 10000 населення
	Кількість студентів закладів вищої освіти у розрахунку на 10000 населення
	Кількість лікарів усіх спеціальностей
	Кількість лікарняних ліжок
Соціальна дестабілізація	Кількість виявлених злочинів, од.
	Кількість виявлених організованих груп та злочинних організацій, од.
	Загальна кількість осіб, які потерпіли від злочинів, од.
Загострення проблем ЖКГ	Ветхий житловий фонд, од.
	Аварійний житловий фонд, од.

Найменш доступною інформацією на рівні регіонів України виявилася на рівні інформаційної безпеки. На нашу точку зору, це зумовлено недостатньою увагою з боку держави до стратегічного напрямку розвитку інформаційного сектора до революції Гідності та подій з окупацією Криму і на Донбасі. Саме тут стало очевидним, що інформація може виступати суттєвим інструментом при проведенні гібридних війн та при маніпулюванні думкою суспільства. Незважаючи на це, достовірної періодичної статистичної інформації в цьому напрямі на сьогоднішній день не надано у відкритому доступі.



Таблиця 1.23 – Структура системи композитних індикаторів оцінювання інформаційної безпеки регіонів України

1. Композитний індикатор інформаційної безпеки регіону	
2. Блок національних загроз	3. Блок індикаторів, що їх вимірюють
Зменшення рівня доступу до інформації та погіршення інформаційної інфраструктури	Кількість абонентів Інтернету (тис. осіб, 2019 р.)
	Обсяг реалізованих послуг у сфері телекомунікацій та поштового зв'язку, млн. грн
	Кількість абонентів багатоканального платного телебачення (тис. осіб, 2019 р.)

Підсумовуючи проведені дослідження відмітимо, що питання національної безпеки поставало разом із становленням самої держави, а наукові систематизовані дослідження економічної, соціальної та інформаційної безпеки починаються з 30-40-х років ХХ століття. Щодо трактування їх сутності, то в узагальненому вигляді вони зводяться до стійкості від можливих внутрішніх та зовнішніх загроз, що загрожують конкурентоспроможності країни, розвитку її людського капіталу та інформаційному розвитку. На основі цього запропоновано розробити трирівневу ієрархічну систему композитних індикаторів оцінювання економічної, соціальної та інформаційної безпеки як країни, так і регіону.

В основу запропонованого підходу покладено метод факторного аналізу з використання головних компонент, що дозволяє виявити вагу кожної запропонованої змінної та розрахувати єдиний композитний індикатор для 11 країн Центральної та Східної Європи. Отриманий результат запропоновано інтерпретувати за модифікованою вербально-кількісною шкалою Харрінгтона, що дозволила виявити лідерів за рівнем обраних категорій безпек та аутсайдерів та динаміку їх зміну у часовому періоді 2005-2019 рр. Станом на 2019 рік у всіх аналізованих країн спостерігається задовільний композитний рівень економічної безпеки (найвищі показники у Словенії, Естонії та Польщі); високий композитний рівень соціальної безпеки спостерігається в Словенії, Чехії, Словаччині та Естонії; високий композитний рівень інформаційної безпеки – у Польщі.

#### **1.4 Модель оцінювання зв'язку рівня цифровізації суспільства та освіти з економічною, соціальною та інформаційною безпекою країни та регіонів**

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується зміною структур національних економік, викликаних наслідками переходу до індустрії 4.0, що вимагає кардинально нових підходів до освіти населення у зв'язку з підвищенням вимог цифровізації та новими тенденціями ринку праці. Протягом останніх 10 років у розвинутих країнах світу відбулося зростання рівня цифровізації суспільства майже до свого максимального рівня. Так, за даними Євростату, у 2017 році в середньому 86% населення країн, що входять до Європейського Союзу, використовує мережу Інтернет не рідше ніж раз на тиждень (у 2011 році цей показник становив 65%). При цьому в окремих країнах цей показник досягає рівня 97-98% [1]. Проникнення цифровізації в усі сфери суспільного життя призводить до зміни основних вимог, що висувають роботодавці на ринку праці до найманих працівників, а також вимагає коригування основних навичок, необхідних для професійного розвитку, що неодмінно позначається на змінах у підходах до освіти населення.

Дослідження сучасних викликів цифровізації все більше привертає увагу вітчизняних та зарубіжних науковців. Зокрема, активно вивчаються питання використання цифрових технологій у системі шкільної освіти як на рівні удосконалення підходів до навчання, так і з точки зору національних методичних рекомендацій [63, 64], впровадження цифрового та змішаного навчання в систему вищої освіти [65, 66]. Привертають увагу науковців також і питання вивчення причинно-наслідкових зв'язків між цифровізацією суспільства та цифровізацією освіти [67] на фоні трансформацій економічної системи, викликаних наслідками цифровізації [68, 69]. На підставі теоретичних та емпіричних досліджень науковці приходять до висновку про невідворотність цифрових трансформацій системи освіти та формуванні кардинально нових підходів до навчання [70, 71].

Сучасні тенденції цифровізації змінюють середовище, в якому працюють компанії. Ці зміни розглядаються на рівні процесу, організації та бізнесу. Цифровізація не завжди полягає у перетворенні існуючих процесів у їх цифрові версії, але обов'язково передбачає переосмислення поточних операцій з нових точок зору, завдяки цифровим технологіям. Цифровізація впливає на всі підприємства, і вплив у майбутньому буде лише посилюватися. Тому важливо, що компанії застосовують ініціативний підхід, спрямований на підвищення відповідності внутрішнього технологічного та кадрового забезпечення сучасним вимогам. Невідворотним стратегічним напрямком розвитку освіти є її цифровізація як у контексті забезпечення потреб ринку праці в фахівцях з цифровими навичками, так і з точки зору відповідності методів і прийомів навчання вимогам сучасного цифрового суспільства. Імплементация цифрових технологій на всіх рівнях освіти дозволяє підготувати освітнє середовище до максимального розкриття його потенціалу в майбутньому.

У даному контексті важливого значення набуває забезпечення безпеки національної економіки, що в умовах викликів цифровізації має супроводжуватись розробкою нових підходів і методів, коригуванням переліку індикаторів рівня національної безпеки тощо. Першим етапом на шляху до визначення перспектив подолання безпекових викликів в умовах цифровізації має бути визначення сили та напрямку впливу цифровізації освіти та суспільства на безпеку національної економіки.

Складовими безпеки національної економіки, потенційно детермінованими впливом цифровізації, виступають економічна, соціальна та інформаційна безпека. Саме ці параметри, розраховані у другому розділі роботи, обрано результативними змінними для визначення впливу цифровізації освіти та суспільства на безпеку національної економіки.

У той же час, незважаючи на стрімкий розвиток цифрових технологій, їх проникнення в усі сфери сучасного життя, на сьогоднішній день статистичні бази щодо вимірювання інтенсивності цифровізації освіти та суспільства є обмеженими. Так, найбільший масив статистичної інформації що описує даний напрямок,

міститься у базі даних Євростат «Цифрова економіка та суспільство» [1]. У той же час, період статистичних спостережень відрізняється в розрізі окремих показників, що вимагає необхідності формування вибірки індикаторів не лише з огляду на їх описову спроможність, а й з урахуванням наявних часових рядів.

Проведений аналіз за методом експертних оцінок засвідчив, що найбільш релевантними індикаторами цифровізації суспільства слід вважати такі показники:

- частка населення, що використовує Інтернет принаймні 1 раз на тиждень, % (доступний період даних для аналізу 2011–2019 рр.);
- частка населення, що використовує Інтернет для взаємодії з публічними органами, % (2011–2019 рр.);
- частка населення, що використовує Інтернет для купівель, % (2010–2019 рр.);
- частка населення, що має цифрові навички, вищі від базових, % (2016–2019 рр.);
- частка населення, що здійснює фінансові операції в мережі «Інтернет», % (2016–2019 рр.).

У той же час, найбільш репрезентативними характеристиками цифровізації освіти обрано наступні показники:

- частка підприємств, що проводить тренінги для підвищення цифрових навичок персоналу, % (доступний період даних для аналізу 2012–2019 рр.);
- працевлаштовані фахівці у сфері ІКТ з базовою та середньою освітою, тис. осіб. (2011–2019 рр.);
- працевлаштовані фахівці у сфері ІКТ з вищою освітою, тис. осіб (2011–2019 рр.);
- частка населення з досвідом написання програм мовами програмування, % (2014–2019 рр.);
- частка населення з досвідом підготовки презентацій у спеціальних програмах, % (2014–2019 рр.).

Враховуючи той факт, що база даних Євростат містить статистичні дані лише для країн Європейського Союзу, вибірку дослідження склали 10 країн Європи, а

саме Хорватія, Чехія, Естонія, Угорщина, Латвія, Литва, Польща, Румунія, Словаччина та Словенія. Наявні вітчизняні статистичні бази не містять аналогічних або подібних параметрів, які можна вважати релевантними. Саме тому Україну не було включено до вибірки.

Отримані результати щодо наявності часових лагів впливу освітніх та економічних трансформацій на економічну, соціальну та інформаційну безпеку засвідчили, що очікуваний вплив цифровізації суспільства та освіти на параметри безпеки національної економіки буде відстроченим. У зв'язку з цим економіко-математичним інструментарієм дослідження обрано авторегресійну модель з розподіленим лагом. Оскільки за обраними показниками періоди доступних статистичних даних не співпадають, то оцінювання проведено шляхом побудови окремих економіко-математичних моделей для кожного з параметрів цифровізації суспільства та освіти.

У той же час, інструментарій дистрибутивно-лагового моделювання не дозволяє адекватно оцінити ефекти впливу для даних з часовим горизонтом дослідження менше 5 років. Саме тому, для окремих показників цифровізації суспільства (частка населення, що має цифрові навички, вищі від базових, частка населення, що здійснює фінансові операції в мережі «Інтернет») та освіти (частка населення з досвідом написання програм мовами програмування, частка населення з досвідом підготовки презентацій у спеціальних програмах) було модифіковано інструментарій дослідження та обрано панельну регресію з випадковими ефектами (за результатами тесту Хаусмана).

Отже, результати оцінювання впливу параметрів цифровізації суспільства на рівень економічної безпеки національної економіки демонструє табл. 1.24.

Таблиця 1.24 – Результати оцінювання довгострокових та короткострокових ефектів впливу рівня цифровізації суспільства на економічну безпеку

Індикатор	Параметр	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	z	P> z	Нижн і 95%	Верхні 95%
Частота використання Інтернету	LR	0,702***	0,081	8,67	0,000	0,543	0,861
	SR	0,001	0,001	0,88	0,378	-0,001	0,002
	Const	-0,003	0,007	-0,42	0,676	-0,017	0,011

Використання Інтернету для взаємодії з публічними органами	LR	0,544***	0,051	10,6 4	0,000	0,444	0,645
	SR	0,000	0,000	0,99	0,323	-0,000	0,001
	Const	0,003	0,002	1,33	0,184	-0,002	0,008
Використання Інтернету для купівель	LR	0,651***	0,156	10,5 9	0,000	1,346	0,957
	SR	0,000	0,001	0,83	0,407	-0,001	0,001
	Const	0,003	0,002	1,59	0,111	-0,001	0,007

Примітка: LR – довгостроковий ефект; SR – короткостроковий ефект; Const – константа моделі; \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%).

Аналізуючи отримані залежності, відмітимо, що в довгостроковому періоді зафіксовано позитивний статистично значущий вплив усіх досліджуваних індикаторів цифровізації суспільства на економічну безпеку національної економіки. Натомість ефекти короткострокового впливу виявилися статистично незначущими. Це підтверджує висунуту гіпотезу, що цифровізація має відстрочений у часі вплив на національну безпеку.

Аналогічні ефекти спостерігаються також при оцінюванні впливу цифровізації суспільства на соціальну безпеку (табл. 1.25).

Таблиця 1.25 – Результати оцінювання довгострокових та короткострокових ефектів впливу рівня цифровізації суспільства на соціальну безпеку

Індикатор	Параметр	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	z	$P >  z $	Нижні 95%	Верхні 95%
Частота використання Інтернету	LR	0,005***	0,001	9,94	0,000	0,004	0,005
	SR	-0,000	0,001	-0,51	0,609	-0,002	0,001
	Const	0,088***	0,021	4,18	0,000	0,046	0,129
Використання Інтернету для взаємодії з публічними органами	LR	0,003***	0,000	17,9 5	0,000	0,002	0,003
	SR	-0,000	0,000	-0,78	0,434	-0,001	0,000
	Const	0,165***	0,054	3,04	0,002	0,058	0,272
Використання Інтернету для купівель	LR	0,003***	0,000	11,7 7	0,000	0,002	0,003
	SR	-0,001	0,00	-1,00	0,317	-0,002	0,001
	Const	0,173***	0,044	3,92	0,000	0,086	0,259

Примітка: LR – довгостроковий ефект; SR – короткостроковий ефект; Const – константа моделі; \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%).

У той же час, слід звернути увагу на той факт, що довгостроковий вплив цифровізації суспільства на інформаційну безпеку виявився позитивним та статистично значущим за всіма досліджуваними показниками (табл. 1.26). З іншого боку, в короткостроковій перспективі зафіксовано обернений зв'язок між зростанням частки населення, що використовує мережу «Інтернет» для купівлі товарів / послуг та рівнем інформаційної безпеки. Цей факт, скоріше за все, є свідченням того, що зростання цифрової активності пов'язано також з відповідними загрозами шахрайства та кіберзлочинності, що актуалізує необхідність підвищення цифрової та інформаційної грамотності населення з метою нівелювання безпекових викликів, обумовлених інтенсифікацією цифрових трансформацій.

Таблиця 1.26 – Результати оцінювання довгострокових та короткострокових ефектів впливу рівня цифровізації суспільства на інформаційну безпеку

Індикатор	Параметр	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	z	P> z	Нижні і 95%	Верхні 95%
Частота використання Інтернету	LR	0,021***	0,001	15,14	0,000	0,018	0,024
	SR	-0,001	0,001	-0,66	0,510	-0,003	0,001
	Const	-0,093	0,091	-1,02	0,306	-0,272	0,085
Використання Інтернету для взаємодії з публічними органами	LR	0,016***	0,003	5,11	0,000	0,009	0,022
	SR	-0,000	0,000	-0,25	0,802	-0,001	0,001
	Const	0,026*	0,015	1,69	0,092	-0,004	0,057
Використання Інтернету для купівель	LR	0,007***	0,000	16,41	0,000	0,005	0,007
	SR	-0,001**	0,001	-2,50	0,012	-0,002	-0,000
	Const	0,033**	0,014	2,34	0,019	0,005	0,062

Примітка: LR – довгостроковий ефект; SR – короткостроковий ефект; Const – константа моделі; \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%), \*\*  $p < 0,05$  (статистична значимість на рівні 95%), \*  $p < 0,1$  (статистична значимість на рівні 90%).

Проведемо аналогічне дослідження для оцінювання впливу цифровізації освіти на складові безпеки національної економіки. Отже, результати табл. 1.27 засвідчили, що зростання рівня працевлаштування фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій незалежно від рівня їх освіти виступає тригером забезпечення економічної безпеки національної економіки у довгостроковій

перспективі, однак зазначені позитивні ефекти фактично не проявляються в короткостроковому періоді. З іншого боку, важливо, що проведення підприємствами тренінгів з підвищення цифрових навичок персоналу не продемонструвало очікуваного впливу на економічну безпеку ні в довгостроковому, ані в короткостроковому періоді.

Досить цікавими є також закономірності впливу цифровізації освіти на соціальну безпеку (табл. 1.28). Так, проведення підприємствами тренінгів для підвищення цифрових навичок персоналу не є релевантним фактором впливу на соціальну безпеку в короткостроковому періоді, однак, в довгостроковому виступає її інгібітором.

Таблиця 1.27 – Результати оцінювання довгострокових та короткострокових ефектів впливу рівня цифровізації освіти на економічну безпеку

Індикатор	Параметр	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	z	P> z	Нижні 95%	Верхні 95%
Проведення підприємствами тренінгів для підвищення цифрових навичок персоналу	LR	0,591	1,303	0,59	0,557	-0,756	1,938
	SR	-0,001	0,001	-1,46	0,144	-0,001	0,000
	Const	0,009	0,011	0,85	0,395	-0,012	0,032
Працевлаштовані фахівці у сфері ІКТ з базовою та середньою освітою	LR	0,537***	0,168	15,03	0,000	0,206	0,868
	SR	0,000	0,000	1,06	0,287	-0,000	0,001
	Const	-0,003	0,011	-0,29	0,769	-0,023	0,017
Працевлаштовані фахівці у сфері ІКТ з вищою освітою	LR	0,286*	0,171	1,67	0,096	-0,051	0,622
	SR	-0,000	0,000	-0,24	0,812	-0,001	0,001
	Const	0,019*	0,011	1,65	0,099	-0,003	0,042

Примітка: LR – довгостроковий ефект; SR – короткостроковий ефект; Const – константа моделі; \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%), \*  $p < 0,1$  (статистична значимість на рівні 90%).



Таблиця 1.28 – Результати оцінювання довгострокових та короткострокових ефектів впливу рівня цифровізації освіти на соціальну безпеку

Індикатор	Параметр	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	z	P> z	Нижні і 95%	Верхні 95%
Проведення підприємствами тренінгів для підвищення цифрових навичок персоналу	LR	-0,017***	0,002	-6,44	0,000	-0,022	-0,012
	SR	-0,002	0,002	-0,88	0,379	-0,006	0,002
	Const	0,083	0,066	1,26	0,209	-0,046	0,213
Працевлаштовані фахівці у сфері ІКТ з базовою та середньою освітою	LR	0,019***	0,003	5,24	0,000	0,012	0,025
	SR	-0,002*	0,001	-1,92	0,054	-0,004	0,000
	Const	0,067**	0,033	2,02	0,044	0,001	0,133
Працевлаштовані фахівці у сфері ІКТ з вищою освітою	LR	0,005***	0,000	11,43	0,000	0,003	0,005
	SR	-0,000	0,000	-0,56	0,575	-0,001	0,001
	Const	0,156***	0,058	2,69	0,007	0,042	0,271

Примітка: LR – довгостроковий ефект; SR – короткостроковий ефект; Const – константа моделі; \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%), \*\*  $p < 0,05$  (статистична значимість на рівні 95%), \*  $p < 0,1$  (статистична значимість на рівні 90%).

Така закономірність обумовлена двома факторами – з одного боку, зростання показників проведення тренінгів вказує на недостатній рівень освіти фахівців, а з іншого – їх результати щодо підвищення кваліфікації та відповідного зростання оплати праці збільшують розриви в розподілі доходів населення, які в умовах цифровізації загострюються у зв'язку з різницею оплати праці фахівців реального сектору та сфери інформаційно-комунікаційних технологій. Важливо також те, що в довгостроковому періоді драйверами зростання соціальної безпеки є працевлаштування у сфері інформаційно-комунікаційних технологій фахівців з різними рівнями освіти, тоді як в короткостроковому періоді приріст працевлаштованих фахівців з базовою та середньою освітою дещо скорочує рівень соціальної безпеки.

Варто звернути увагу також на залежності рівня інформаційної безпеки від тенденцій цифровізації освіти (табл. 1.29). Так, в довгостроковому періоді зростання цифровізації освіти у різних її проявах має безумовний позитивний ефект на забезпечення інформаційної безпеки. У той же час, в короткостроковій перспективі підвищення рівня працевлаштування фахівців з вищою освітою в сфері

інформаційно-комунікаційних технологій певною мірою скорочує інформаційну безпеку.

Таблиця 1.29 – Результати оцінювання довгострокових та короткострокових ефектів впливу рівня цифровізації освіти на інформаційну безпеку

Індикатор	Параметр	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	z	P> z	Нижні 95%	Верхні 95%
Проведення підприємствами тренінгів для підвищення цифрових навичок персоналу	LR	0,011***	0,002	4,49	0,000	0,006	0,015
	SR	-0,000	0,001	-0,06	0,951	-0,002	0,002
	Const	0,022**	0,009	2,26	0,024	0,002	0,041
Працевлаштовані фахівці у сфері ІКТ з базовою та середньою освітою	LR	0,007***	0,002	2,95	0,003	0,002	0,011
	SR	0,001	0,001	1,55	0,122	-0,000	0,004
	Const	0,033***	0,009	3,76	0,000	0,016	0,051
Працевлаштовані фахівці у сфері ІКТ з вищою освітою	LR	0,004***	0,000	12,86	0,000	0,003	0,005
	SR	-0,001*	0,000	-1,81	0,070	-0,001	0,000
	Const	0,026***	0,009	2,84	0,005	0,008	0,045

Примітка: LR – довгостроковий ефект; SR – короткостроковий ефект; Const – константа моделі; \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%), \*\*  $p < 0,05$  (статистична значимість на рівні 95%), \*  $p < 0,1$  (статистична значимість на рівні 90%).

Підсумовуючи даний етап дослідження зазначимо, що очікуваний результат зміни рівня безпеки національної економіки в умовах цифровізації слід прогнозувати на більш тривалому часовому горизонті. У той же час, загальний ефект є позитивним, що вказує на досить низький рівень безпекових викликів функціонуванню національної економіки, що формуються в умовах цифровізації освіти та суспільства, що потребує незначних коригувань стратегії забезпечення її безпеки для мінімізації виявлених часткових негативних ефектів.

На наступному етапі дослідження проведемо моделювання впливу ряду індикаторів цифровізації освіти та суспільства, які досить репрезентативно відображають окремі її прояви, однак характеризуються обмеженою статистикою. Для моделювання використано узагальнений метод найменших квадратів з

випадковими ефектами. Результати моделювання впливу цифровізації суспільства на економічну безпеку демонструє табл. 1.30.

Таблиця 1.30 – Результати панельного регресійного оцінювання впливу рівня цифровізації суспільства на економічну безпеку

Індикатор	Регресор	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	z	P> z	Нижні 95%	Верхні 95%
Населення, що здійснює фінансові операції через Інтернет	Змінна	0,001***	0,000	3,15	0,002	0,000	0,001
	Const	0,572***	0,013	41,18	0,000	0,545	0,599
Населення з цифровими навичками вище ніж базові	Змінна	0,001***	0,000	3,12	0,002	0,000	0,001
	Const	0,556***	0,015	35,08	0,000	0,525	0,587

Примітка: LR – довгостроковий ефект; SR – короткостроковий ефект; Const – константа моделі; \*\*\* p<0,01 (статистична значимість на рівні 99%).

Отже, обидва досліджуваних індикатори мають позитивний статистично значущий вплив на економічну безпеку, що підтверджує раніше отримані результати. Аналогічні ефекти зафіксовано також щодо впливу досліджуваних показників цифровізації суспільства на соціальну безпеку – він є позитивним та статистично значущим (табл. 1.31).

Таблиця 1.31 – Результати панельного регресійного оцінювання впливу рівня цифровізації суспільства на соціальну безпеку

Індикатор	Регресор	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	z	P> z	Нижні 95%	Верхні 95%
Населення, що здійснює фінансові операції через Інтернет	Змінна	0,002***	0,000	5,06	0,000	0,001	0,002
	Const	0,556***	0,028	19,28	0,000	0,499	0,613
Населення з цифровими навичками вище ніж базові	Змінна	0,001	0,001	1,60	0,110	-0,000	0,002
	Const	0,551***	0,032	16,96	0,000	0,487	0,614

Примітка: Const – константа моделі; \*\*\* p<0,01 (статистична значимість на рівні 99%).

Параметри впливу цифровізації суспільства на інформаційну безпеку дещо відрізняються від попередніх ефектів (табл. 1.32).

Таблиця 1.32 – Результати панельного регресійного оцінювання впливу рівня цифровізації суспільства на інформаційну безпеку

Індикатор	Регресор	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	z	P> z	Нижні 95%	Верхні 95%
Населення, що здійснює фінансові операції через Інтернет	Змінна	0,003**	0,001	2,24	0,025	0,000	0,005
	Const	0,373***	0,041	8,95	0,000	0,291	0,455
Населення з цифровими навичками вище ніж базові	Змінна	0,003	0,002	1,40	0,163	-0,001	0,006
	Const	0,339***	0,062	5,39	0,000	0,215	0,462

Примітка: Const – константа моделі; \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%), \*\*  $p < 0,05$  (статистична значимість на рівні 95%).

Так, зростання масштабів здійснення фінансових операцій в мережі «Інтернет» є каталізатором підвищення інформаційної безпеки. У той же час, підвищення частки населення з цифровими навичками вище середнього не виявилось релевантним фактором. Це пояснюється тим, що на сьогоднішній день для забезпечення власних повсякденних потреб переважна частина населення має достатній рівень володіння цифровими навичками, однак для протидії інформаційним загрозам національній економіці цей показник не є достатнім та потребує поглибленої підготовки.

Слід звернути увагу на закономірності впливу цифровізації освіти на параметри національної безпеки. Так, визначено, що зростання рівня навичок програмування серед дорослого населення є інгібітором економічної безпеки, тоді як поширення досвіду підготовки презентацій виступає її каталізатором (табл. 1.33).

Таблиця 1.33 – Результати панельного регресійного оцінювання впливу рівня цифровізації освіти на економічну безпеку

Індикатор	Регресор	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	z	P> z	Нижні 95%	Верхні 95%
Населення з досвідом написання програм мовами програмування	Змінна	-0,002***	0,001	-3,18	0,001	-0,003	-0,000
	Const	0,586***	0,015	37,17	0,000	0,555	0,617
Населення з досвідом підготовки презентацій у спеціальних програмах	Змінна	0,000	0,000	1,61	0,107	-0,000	0,000
	Const	0,565***	0,016	33,29	0,000	0,532	0,598

Примітка: Const – константа моделі; \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%).

Відмітимо також, що аналогічні тенденції диференційованого впливу досвіду населення у різних сферах використання цифрових технологій помітні також у розрізі соціальної безпеки (табл. 1.34), а також інформаційної безпеки (табл. 1.35).

Таблиця 1.34 – Результати панельного регресійного оцінювання впливу рівня цифровізації освіти на соціальну безпеку

Індикатор	Регресор	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	z	P> z	Нижні 95%	Верхні 95%
Населення з досвідом написання програм мовами програмування	Змінна	-0,003**	0,001	-2,34	0,019	-0,005	-0,001
	Const	0,587***	0,027	21,30	0,000	0,533	0,641
Населення з досвідом підготовки презентацій у спеціальних програмах	Змінна	0,001	0,001	1,43	0,154	-0,000	0,001
	Const	0,553***	0,030	18,26	0,000	0,493	0,612

Примітка: Const – константа моделі; \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%), \*\*  $p < 0,05$  (статистична значимість на рівні 95%).

Таблиця 1.35 – Результати панельного регресійного оцінювання впливу рівня цифровізації освіти на інформаційну безпеку

Індикатор	Регресор	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	z	P> z	Нижні 95%	Верхні 95%
Населення з досвідом написання програм мовами програмування	Змінна	-0,009**	0,003	-2,56	0,010	-0,017	-0,002
	Const	0,430***	0,036	11,92	0,000	0,359	0,501
Населення з досвідом підготовки презентацій у спеціальних програмах	Змінна	0,001	0,001	0,78	0,438	-0,001	0,004
	Const	0,353***	0,051	6,85	0,000	0,252	0,455

Примітка: Const – константа моделі; \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%), \*\*  $p < 0,05$  (статистична значимість на рівні 95%).

Виявлені тренди є досить інформативними. Так, поглиблення більш універсальних навичок підготовки презентацій, які мають важливе значення для представників різних професій, стимулює підвищення рівня всіх досліджуваних видів безпеки національної економіки. У той же час, спеціалізовані навички програмування мають більшу значимість саме для сфери інформаційно-комунікаційних технологій, відповідно, їх масштабування є свідченням зростання значимості саме цієї сфери, а, отже, зростання цифрових безпекових загроз.

Узагальнюючи проведене дослідження представимо його результати у вигляді рис. 1.10.

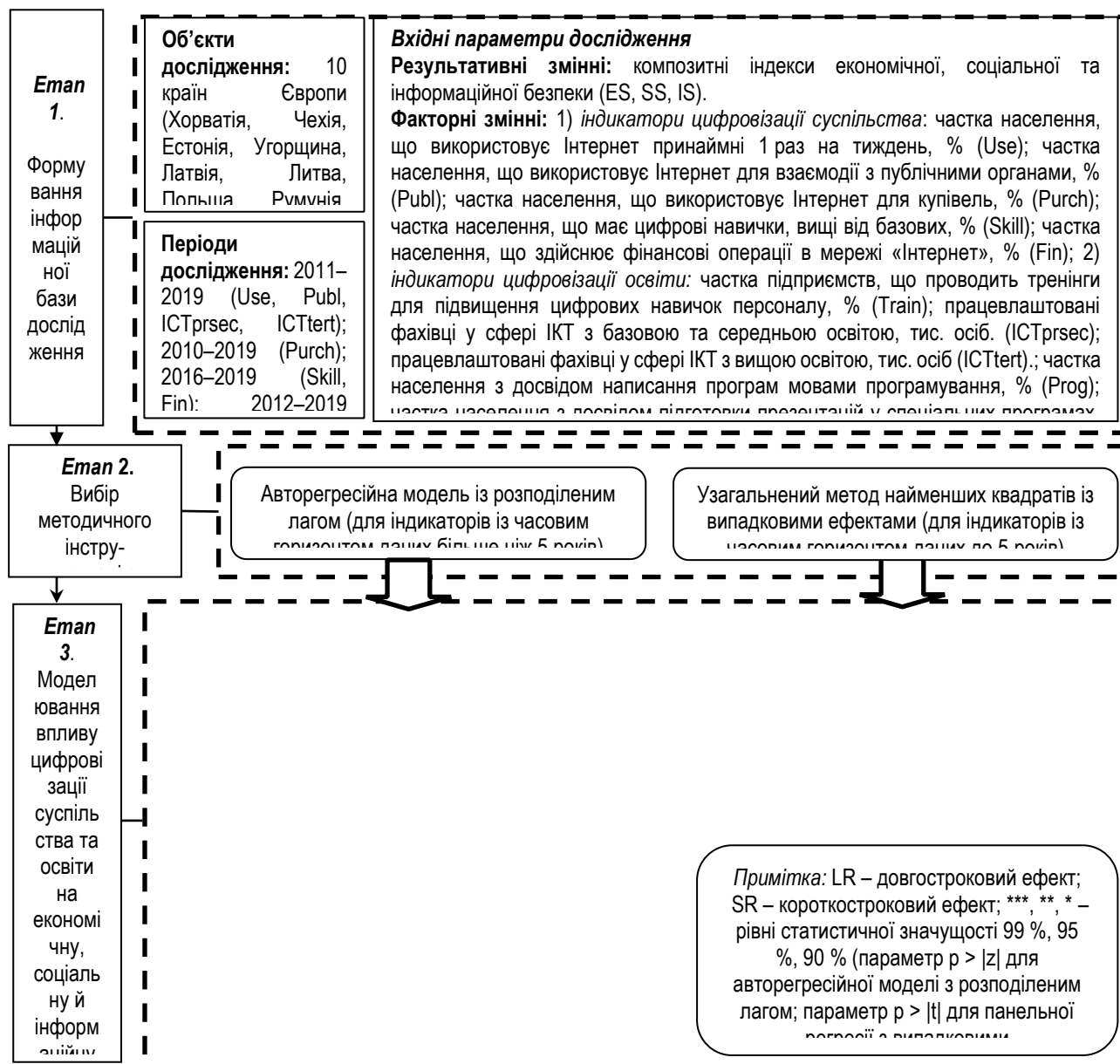


Рисунок 1.10 – Методичний інструментарій і практичні результати моделювання впливу цифровізації суспільства й освіти на економічну, соціальну та інформаційну безпеку країни

Виявлені узагальнюючі та деталізовані за часовими горизонтами ефекти впливу цифровізації суспільства та освіти на економічну, соціальну та інформаційну безпеку національної економіки засвідчили, що поширення рівня цифровізації серед населення та вищий рівень володіння універсальними цифровими навичками є драйверами забезпечення безпеки національної економіки. У той же час, цифрова спеціалізація населення може формувати безпекові виклики,

що вимагає формування комплексу превентивних заходів по забезпеченню безпеки національної економіки в умовах глобальної та інтенсивної цифровізації.

*Матеріали розділу були використані та опубліковані розробниками НДР у таких наукових роботах: Новіков, В.В. Конвергенція освітніх та економічних трансформацій: безпекові виклики для національної економіки в умовах цифровізації : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.03. Суми, 2021. 257 с. [72].*



## 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИФРОВОЇ ІНКЛЮЗІЇ НАСЕЛЕННЯ, ЇЇ ЗВ'ЯЗКУ З ІНФОРМАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ

### 2.1 Концепція цифрової інклюзії: сутність, фактори, елементи

Інформаційна безпека країни формується під впливом значної кількості різноспрямованих факторів, одним з яких є високий рівень цифрової інклюзії. Цей фактор визначається тим, що індивідууми та громади мають вільний доступ до інформаційно-комунікаційних технологій та мають навички їх використання, а, отже, можуть отримувати вигоди від інформаційного суспільства без зростання інформаційних загроз. Відповідно, заходи щодо забезпечення інформаційної безпеки країни повинні включати ті з них, які спрямовані на оцінювання рівня цифрової інклюзії та її підвищення, оскільки це забезпечить безпечну, приватну та надійну взаємодію людей, урядів та громад. Метою дослідження є уточнення розуміння концепту «цифрова інклюзія» та систематизації її елементів з урахуванням специфічних особливостей та факторів впливу.

Постановка проблеми. В Україні та в інших країнах світу формується новий ландшафт загроз національній інформаційній безпеці, зумовлений наростальною цифровізацією та зростанням інформаційних загроз та реалізованих кібератак. Це пред'являє принципово інші вимоги до системи забезпечення інформаційної безпеки країни, яка повинна мати властивість не тільки швидкого реагування на поточні загрози, але й мати потенціал для їх запобігання, що насамперед забезпечується високим рівнем цифрової інклюзії та відсутністю цифрової дискримінації та цифрових розривів.

В умовах переходу на шостий технологічний уклад та пов'язаного з цим застосування технологій Індустрії 4.0 рівень цифрової інклюзії в Україні не відповідає поточним та потенційним соціо-економіко-політичним викликам, інформаційним загрозам і не забезпечує переміщення джерел й тригерів соціально-економічного розвитку з матеріальної в інтелектуальну сферу. Наслідком цього є високий потенціал реалізації загроз для економічного зростання та

конкурентоспроможності, воєнної, інформаційної безпеки країни, загроз втрати єдності та згуртованості нації.

На сьогодні світова наукова спільнота проводила дослідницьку роботу, під тим або іншим кутом розглядаючи проблему інтеграції інформаційної безпеки та підвищення рівня цифрової інклюзії, разом з тим не досліджувала її детально та комплексно (тобто в єдності основних її аспектів та системних рівнів). На нашу думку, це зумовлює необхідність виявлення закономірностей залежності рівня національної інформаційної безпеки від найбільш релевантних детермінант рівня цифрової інклюзії в країні. Для цього насамперед необхідним є формування концепції цифрової інклюзії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У працях Чаби К., Белласа З. В. [73], Леонова С. та інших [74], Яровенко Г., Кузьменко О., Стумпо М. [75, 76, 77] досліджується інформаційна безпека як складова національної безпеки, вивчається інструментарій її оцінювання та забезпечення. Узагальнення праць зазначених вище та інших науковців дозволило визначити, що хоча розвиток людського капіталу, зокрема через модернізацію освіти, розглядається як важливий фактор інформаційної безпеки, вивчення впливу цифрової інклюзії в цьому контексті практично не проводиться.

Науковці, політичні та громадські інститути наразі активно досліджують передумови виникнення концепту «цифрова інклюзія» [76], а також вивчають його у різноманітних контекстах: розвитку інформаційного суспільства [78], забезпечення соціальної стабільності, високого рівня якості життя [79], інклюзивного зростання [80], специфіки взаємозв'язків між індивідуальними, цифровими та економічними аспектами ринкових відносин [81], обмежень потенціалу політики цифрової інклюзії та інформаційно-комунікаційних технологій [82], регіональних закономірностей та рушіїв цифрової економіки [83, 84]. Значна увага приділяється дослідженню питань цифрового розриву, зокрема аналізу ініціатив із використання цифрових технологій для зменшення нерівності між різними категоріями громадян [85], розуміння вимірювань та причин цифрових розривів та інструментарію їх мінімізації [86, 87] тощо.

Дискусія головним чином ведеться у сфері того, що розуміти під цифровою інклюзією та яка її мета (економічний розвиток, розв'язання соціальних проблем, реалізація соціальних прав). Попри вагомість отриманих результатів, наразі практично не обґрунтовано зворотні впливи та зв'язок низького рівня цифрової інклюзії з загостренням безпекових викликів, насамперед у контексті забезпечення інформаційної безпеки на національному та регіональному рівнях.

Постановка завдання. Зважаючи на зазначене, вважаємо за необхідне розробити методологічні підходи та методичний інструментарій врахування впливу цифрової інклюзії на забезпечення національної інформаційної безпеки. Поставлена мета зумовлює необхідність уточнення розуміння концепту «цифрова інклюзія» та систематизації її елементів з урахуванням специфічних особливостей та факторів впливу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Складність тлумачення концепту «цифрова інклюзія» пояснюється його комплексністю, оскільки його місце – на стику, багаторівневому перетині соціально-політичних, технологічних, безпекових та економічних концепцій:

- є засобом соціальних змін і є складовою більш ширшої концепції соціальної інклюзії, що передбачає участь громадян і громад у різних аспектах діяльності інформаційного суспільства (соціально-політичний аспект);

- базується на наявності вільного доступу та можливості впевненого та безпечного використання Інтернету через такі пристрої, як комп'ютери, смартфони та планшети (технологічний);

- формує економічні вигоди індивідуумів, громад та країни від вільного доступу та навичок використання ІКТ (економічний). На мікрорівні цифрова інклюзія підвищує рівень освіченості, можливості працевлаштування, розвиває технологічні навички, необхідні для конкуренції у світовій економіці. На макрорівні цифрова інклюзія допомагає створювати ВВП та сприяє загальному економічному розвитку країни [88].

Узагальнення наукових напрацювань щодо концепту «цифрова інклюзія» засвідчило існування декількох підходів, які висвітлюють різні його аспекти.

Як свідчать дані таблиці 1, визначення концепту «цифрова інклюзія» акцентують на різних аспектах: на здатності індивідуума або громад використовувати ІКТ; на кінцевих цілях цифрової інклюзії, як правило, участі громадян та громад у різних аспектах діяльності інформаційного суспільства та отриманні вигід від цього; на запобіганні виникненню цифрових розривів та / або цифрової дискримінації; на громадській або політичній діяльності щодо забезпечення належного рівня цифрової інклюзії.

Для досягнення цілей дослідження вважаємо за доцільне використовувати підхід, який поєднує всі зазначені підходи акцентує увагу на кінцевих цілях цифрової інклюзії і враховує особливості впливу на національну інформаційну безпеку.

Таблиця 2.1 - Підходи до розуміння концепту «цифрова інклюзія»

Джерело	Визначення
1	2
Підхід, що акцентує увагу на наявності здатності використовувати ІКТ	
Беккер С. та ін.	здатність окремих людей та груп отримувати доступ та використовувати інформаційно-комунікаційні технології
Австралійський альянс цифрової інклюзії	здатність окремих людей чи груп користуватися перевагами перебування в Інтернеті та впевнено використовувати технології для поліпшення свого повсякденного життя
Підхід, що акцентує увагу на кінцевих цілях цифрової інклюзії	
Морганті Л. та ін.	кінцевий стан, коли кожен громадянин має рівні можливості для участі у суспільстві за допомогою цифрових технологій
Гельспер Е.	наявність зручного доступу до Інтернету та можливості впевненого використання Інтернету через такі пристрої, як комп'ютери, смартфони та планшети
Весельс Б.	використання ІКТ для досягнення широких цілей (соціальної) інклюзії, що передбачала участь громадян і громад у різних аспектах діяльності інформаційного суспільства
Підхід, орієнтований на запобігання цифрових розривів та / або цифрової дискримінації	
Носенко Ю.	соціальний рух, що має на меті подолання цифрового розриву, а саме – збільшення доступності цифрових засобів (у т.ч. комп'ютерних і мережних технологій, телебачення, телефонії тощо) для усіх без винятку регіонів планети та усіх категорій осіб, незалежно від їх особливостей (національності, раси, статків, статі, соціального становища, функціональних обмежень тощо)

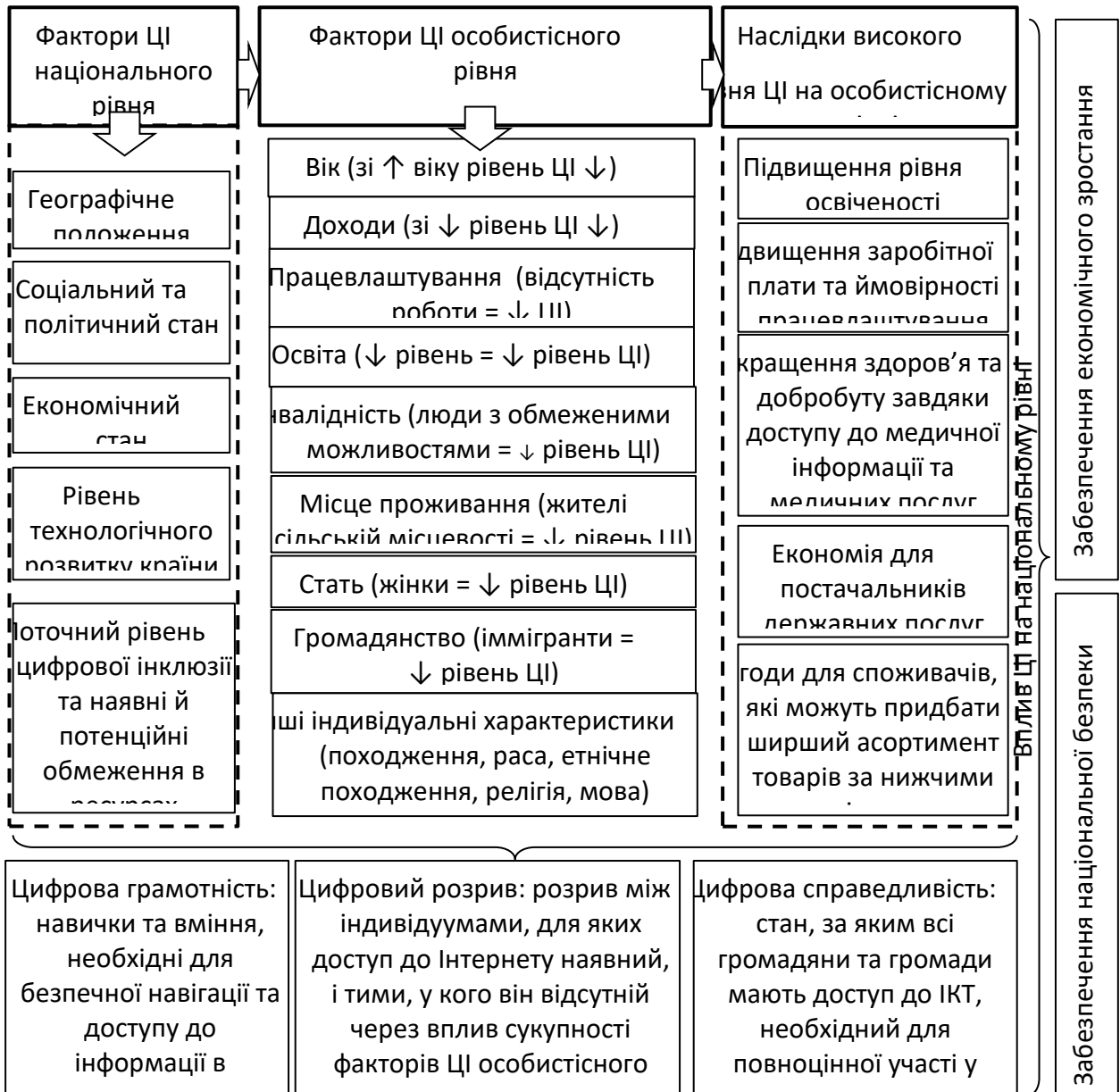
Продовження таблиці 2.1

1	2
Перейра Дж.	соціальний рух, що має на меті запобігання цифровій дискримінації, тобто запобігання того, щоб знедолені люди і знедолені групи могли залишитися позаду в розвитку інформаційного суспільства
Муньос Л. А. та ін.	соціальний рух, метою якого є усунення цифрового розриву, він здатний: скоротити розрив між розвиненими та менш розвиненими країнами; просувати демократію та взаєморозуміння; і розширювати можливості знедолених людей, таких як бідні, інваліди та безробітні
Підхід, що розглядає цифрову інклюзію як вид громадської або політичної діяльності	
Рехас-Муслера Р. Дж. та ін.	дослідницька діяльність та політичні ініціативи, пов'язані зі скороченням цифрового розриву та сприянням розвитку інклюзивного інформаційного суспільства
Захер Л.Ш.	набір політик та заходів, що ведуть до «інклюзивного електронного суспільства», в якому кожна людина має рівні можливості для участі в ньому, включаючи тих з них, які знаходяться в несприятливому фізичному, розумовому, соціальному чи економічному становищі
Морато Х. та ін.	політика та громадські рухи, спрямовані на заохочення використання цифрових технологій
Ханке Ф.	орієнтовані на майбутнє дії щодо пом'якшення значних та взаємопов'язаних проблем, що стосуються цифрового розриву та цифрової грамотності.

Джерело: [складено автором на основі 89, 90, 91, 92,86, 83,93, 88, 94, 95, 87, 96]

Отже, цифрова інклюзія – це така характеристика розвитку інформаційного суспільства, в якому всі громадяни, незалежно від їх особистісних характеристик, мають технологічний та фінансовий доступ до ІКТ та мають навички їх використання, а отже, можуть брати участь та отримувати вигоду від інформаційного суспільства без зростання інформаційних загроз.

Цифрова інклюзія як об'єкт застосування регуляторних впливів в контексті забезпечення національної інформаційної безпеки є складною, оскільки на неї впливає значна кількість різноспрямованих факторів (рис. 2.1), що виключає прямий вплив на неї.



1-й рівень – складові національної безпеки		
Економічна безпека (ES)	Соціальна безпека (SS)	Інформаційна безпека (IS)
2-й рівень – блоки національних безпекових викликів		
10 блоків: зменшення економічного зростання, цінова нестабільність, боргова залежність, корупція, зниження інноваційності та інвестиційної привабливості, неефективне регулювання, експортно-імпортозалежність, енергетичні загрози, загрози ведення бізнесу	8 блоків: зростання бідності, дестабілізація ринку праці, тінізація економіки, погіршення рівня людського розвитку, старіння та скорочення населення, погіршення стану освіти та охорони здоров'я, соціальна дестабілізація	5 блоків: зменшення рівня розвитку ІКТ-сфери, зменшення обсягів міжнародної ІКТ-торгівлі та е-комерції, погіршення інформаційної інфраструктури, зменшення рівня доступу до інформації, погіршення свободи ЗМІ

3-й рівень – індикатори блоків безпекових викликів					
19	показників, зокрема: ВВП на душу населення, інфляція, борг центрального уряду, чисте державне кредитування / запозичення, контроль корупції, патентні заявки, витрати на дослідження та розробки, чистий приплив та відплив прямих іноземних інвестицій, ефективність уряду	20	показників, зокрема: індекс Джині, частка доходів 10 % найбагатшої та 10 % найбіднішої частини населення, частка робочої сили, рівень безробіття, розмір тіньової економіки, індекс люд-ського розвитку	14	показників, зокрема: частка сектору ІКТ у ВВП, частка працівників ІКТ у загальній зайнятості, експорт та імпорт товарів ІКТ, експорт послуг ІКТ, продажі електронної комерції
Індикатор	Коефіцієнт впливу				
	ES	SS	IS		
Індикатори цифровізації суспільства					
Skill	0,001***	0,001	0,003		
Fin	0,001***	0,002***	0,003**		
Індикатори цифровізації освіти					
Prog	-0,002***	-0,003**	-0,009**		
Pres	0,000	0,001	0,001		
Індикатор	Період	Коефіцієнт впливу			
		ES	SS	IS	
Індикатори цифровізації суспільства					
Use	LR	0,702***	0,005***	0,021***	
	SR	0,001	-0,000	-0,001	
Publ	LR	0,544***	0,003***	0,016***	
	SR	0,000	-0,000	-0,000	
Purch	LR	0,651***	0,003***	0,007***	
	SR	0,000	-0,001	-0,001**	
Індикатори цифровізації освіти					
Train	LR	0,591	-0,017***	0,011***	
	SR	-0,001	-0,002	-0,000	
ICTprsec	LR	0,537***	0,019***	0,007***	
	SR	0,000	-0,002*	0,001	
ICTtert	LR	0,286*	0,005***	0,004***	
	SR	-0,000	-0,000	-0,001*	

Рисунок 2.1 - Концепція цифрової інклюзії (ЦІ): фактори та ключові поняття  
Джерело: [складено автором на основі 89, 90, 91, 92,86, 83,93, 88, 94, 95, 87, 96]

Це призводить до того, що процес підвищення рівня цифрової інклюзії має опосередкований характер: вплив здійснюється не на неї безпосередньо, а на певний фактор, що породжує цифрові розриви.

Високий рівень цифрової інклюзії матиме прямий вплив на національну інформаційну безпеку через зменшення розриву в знаннях, що:

- попередить помилкові, випадкові, необдумані, без злого наміру та корисливих цілей порушення інформаційної безпеки;

- підвищить рівень захищеності громадян від втручання в їх особисте та сімейне життя;

- зменшить вразливість громадян до інструментарію психологічних маніпуляцій в здійсненні несанкціонованих дій або розголошення конфіденційної інформації (фішинг, спір-фішинг, фармінг, претекстинг, скрімінг та ін.), нав'язування неправдивої інформації, підбурювання до расової, етнічної або релігійної ненависті, сепаратизму, пропаганди тоталітарних сект та інші, інформаційного тероризму.

Крім прямих наслідків, цифрова інклюзія опосередковано впливатиме на національну безпеку країни через сприяння економічному зростанню, забезпечення соціальної стабільності, згуртованості та резильєнтності громад та країни.

Цифрова інклюзія – це така характеристика розвитку інформраційного суспільства, в якому всі громадяни, незалежно від їх особистісних характеристик, мають технологічний та фінансовий доступ до ІКТ та мають навички їх використання, а отже, можуть брати участь та отримувати вигоду від інформаційного суспільства без зростання інформаційних загроз.

Високий рівень цифрової інклюзії є визначальним фактором формування національної інформаційної безпеки країни насамперед через підвищення рівня освіченості населення, що зменшує інформаційні загрози комунікативного характеру в сфері реалізації потреб людини і громадянина, суспільства та держави (негативні інформаційні впливи).

Перспективи подальших досліджень передбачають формування теоретико-методичного інструментарію кількісної формалізації впливу цифрової інклюзії на національну інформаційну безпеку.



## **2.2 Методологія та економіко-математичний інструментарій вимірювання цифрової інклюзії населення**

В епоху активного переходу до Четвертої промислової революції відбувається кардинальна трансформація фундаментальних засад та організаційних підвалин розвитку бізнесу, що невідворотно призводить до дисемінації цих якісних перетворень і до інших супутніх сфер та ланок функціонування економічної системи країни, соціального сектору та інституційного середовища, проте найбільш чутливими до масштабу та швидкості цих змін є саме населення. Одним з ключових векторів трансформаційних процесів, що актуалізувалися на сучасному етапі розвитку світогосподарських відносин є стрімка експансія та широкомасштабна імплементація цифрових технологій як у повсякденні підприємницькі процеси, так і у життя людей.

Так, за даними «Digital Economy Report 2021» [97], що на щорічній основі формується експертами Конференції ООН з торгівлі та розвитку (UNCTAD), флагманами світової діджитал-економіки є США та Китай, на які сумарно припадає половина гіпермасштабованих центрів обробки даних у світі, найвищий рівень впровадження 5G у світі, 94 % загального обсягу фінансування стартапів у сфері штучного інтелекту за останні п'ять років, 70 % провідних світових дослідників у сфері штучного інтелекту та майже 90 % ринкової капіталізації найбільших цифрових платформ.

Разом з тим, справедливо відзначити, що поширення та інклюзія цифрових технологій є доволі неоднорідною у розрізі країн світу. Так, зокрема, у країнах, що розвиваються (групі найменш розвинутих з них) лише 20 % населення мають можливість та користуються Інтернетом, який характеризується низькою швидкістю завантаження, що подекуди є майже у 8 разів нижчою за аналогічну у високорозвинутих країнах, та відносно високою ціною. Крім того, суттєво варіюється також і ціль використання глобальної мережі (детальна інформація представлена у табл. 2.7). Наприклад, якщо в більшості високорозвинених країн

майже 8 з 10 користувачів Інтернету роблять покупки в Інтернеті, то у групі найменш розвинутих країн цей показник становить навіть менше ніж 1 з 10.

Таблиця 2.7 – Інтернет-діяльність, яку здійснюють фізичні особи, диференційована за рівнем розвитку країн та регіоном, % (інформація на останню дату, що охоплює 2015–2019 рр.) [98]

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

За результатами аналізу статистичної інформації, приведеної у табл. 2.7, можна зауважити, що найбільш популярними послугами, що реалізуються фізичними особами високорозвинутих країн через мережу Інтернет є Інтернет-банкінг, надсилання та отримання електронних листів, читання чи завантаження онлайн газет, книг, отримання інформації про товари та послуги, пошук інформації про стан здоров'я, участь у соціальних мережах та прослуховування радіо онлайн, причому саме використання поштових сервісів та платформ для торгівлі товарами і послугами очолюють цей рейтинг найпопулярніших послуг. Найбільш популярними Інтернет-активностями серед населення у країнах з перехідними економіками є здійснення дзвінків, участь у соціальних мережах, передача або завантаження зображень, фільмів, відео або музики, ігор, надсилання та отримання електронних листів, читання чи завантаження онлайн газет, книг, отримання інформації про товари та послуги, причому саме перші два види послуг очолюють цей рейтинг зі значним відривом. Варто відмітити, що попри існування значного переліку спільних для обох груп країн видів активності, що здійснюються фізичними особами через Інтернет, є і доволі суттєві відмінності. Зокрема, це стосується використання Інтернету для здійснення дзвінків, а також для завантаження візуального контенту, що можна пояснити високою вартістю послуг мобільного зв'язку та низьким рівнем розвитку механізмів захисту прав інтелектуальної власності у країнах з перехідними економіками. Разом з тим, у країнах, що розвиваються, найбільш популярними є такі послуги як надсилання та отримання листів, здійснення дзвінків, участь у соціальних мережах, передача або завантаження зображень, фільмів, відео або музики, ігор, а також завантаження програмного забезпечення та застосунків. Таким чином, можна підсумувати, що розвиток діджитал-технологій та широкомасштабна цифровізація суспільного життя призводять до зростання переліку активностей, що здійснюються фізичними особами через мережу Інтернет, причому у більш розвинутих країнах населення відмовляється від використання глобальної мережі для скачування відео- та аудіоматеріалів чи програмного забезпечення на користь більш прогресивних видів операцій (наприклад, пошуку роботи).

Варто також зауважити, що традиційний цифровий розрив між розвиненими країнами та країнами, що розвиваються, визначається з також і з перспективи якості підключення до Інтернету, доступу до нього та його використання, що залишається високим навіть в реаліях 2021 року. Більше того, оскільки роль даних як економічного ресурсу, а також транскордонних потоків даних стала більш актуальною, з'явилися нові виміри цифрового розриву у зв'язку з «ланцюжком вартості даних». Ця концепція є ключовою для оцінки цінності даних. Цінність з'являється в процесі перетворення вихідних даних – від збору даних до аналізу та перетворення їх у штучний інтелект – які можна монетизувати в комерційних цілях або використовувати для соціальних проєктів.

У 2020 році близько 98 % населення розвинених країн було охоплено принаймні мережами 3G, тоді як у країнах, що розвиваються, і в найменш розвинених з них ця частка становила 92 % і 77 % відповідно. Таким чином, у найменш розвинених країнах 23 % населення не мали доступу до мобільної широкопasmової мережі у 2020 році. Крім того, ще менша частка населення має передплату мобільного широкопasmового зв'язку, особливо в Африці, де розташовано більшість найменш розвинених країн.

Технологічний розрив також помітний у межах тих самих груп країн, між міським і сільським населенням. Розрив доступу між містами і селами найбільше підкреслюється в найменш розвинених країнах, де 16 % сільського населення не мали доступу до жодної мобільної мережі, а 35 % не могли бути підключені до Інтернету за допомогою мобільного пристрою. Тим не менш, ці показники демонструють значне покращення у порівнянні з 2015 роком, коли аж 63 % сільського населення в найменш розвинених країнах не мали мобільного доступу до Інтернету [98].

Таким чином, з урахуванням представленої аналітичної інформації стає очевидним, що оцінювання, моніторинг та підвищення рівня цифрової інклюзії населення є одним із важливих завдань сьогодення, що постають перед світовою спільнотою, що і обумовлює актуальність прикладної задачі, поставленої у розрізі даного блоку дослідження.

З урахуванням актуальності даного тематичного спрямування дослідження запропоновано науково-методичний підхід до вимірювання рівня цифрової інклюзії населення, що на відміну від існуючих базується на системному поєднанні бенчмаркінг-аналізу (визначення показників кількісного оцінювання цифрової інклюзії населення), методу Фішберна (врахування характеру та вагомості внеску кожного з одиничних показників в інтегральний, визначеного за методом головних компонент) та адитивної згортки. Апробація даного методичного інструментарію дозволить визначити тренди зміни рівня цифрової інклюзії населення в Україні та країнах світу. Зокрема, до географічної вибірки даного дослідження включено 11 європейських країн (у т. ч. і Україна), що характеризуються спільністю ретроспективних чи сучасних перспектив соціально-економічного розвитку з Україною. Так, дане дослідження охоплює Естонію, Латвію, Литву, Польщу, Угорщину, Україну, Словаччину, Словенію, Румунію, Хорватію та Чехію. Часовий горизонт дослідження 2006–2020 рр.

Варто також зауважити, що за результатами бенчмаркінг-аналізу (з урахуванням згадуваності індикаторів у наукових публікаціях у якості вимірників перспектив цифрової інклюзії населення, а також доступності відповідної статистичної інформації) у якості ключових детермінант кількісного вимірювання досліджуваного явища було обрано наступні показники, акумульовані з відкритих статистичних баз групи Світового Банку [2]:

- кількість банкоматів (на 100 000 дорослих);
- чисельність користувачів фіксованим широкосмуговим зв'язком;
- чисельність користувачів стаціонарним телефоном;
- чисельність користувачів мобільним стільниковим зв'язком на 100 жителів;
- чисельність користувачів Інтернетом (% населення);
- швидкість Інтернету; в Мбіт/с;
- імпорт товарів ІКТ (% загального імпорту товарів);

- експорт товарів ІКТ (% від загального експорту товарів).

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

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

Так, описова статистика за сформованим масивом приведених вище індикаторами кількісного оцінювання рівня цифрової інклюзії населення представлена у табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Описова статистика за індикаторами кількісного оцінювання рівня цифрової інклюзії населення для 11 європейських країн за 2006–2020 рр.

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

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

власні розрахунки з використанням програмного продукту Stata 12/SE за даними [2].

На наступному етапі даного науково-методичного підходу, спрямованого на інтегральне оцінювання рівня цифрової інклюзії населення, передбачається застосування методу головних компонент для визначення вагових коефіцієнтів індикаторів цифрової інклюзії населення (табл. 2.9).

Таблиця 2.9 – Результати застосування методу головних компонент для визначення вагових коефіцієнтів індикаторів цифрової інклюзії населення для 11 європейських країн за 2006–2020 рр. (власні розрахунки з використанням програмного продукту Stata 12/SE за даними [2])

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

Примітки: ГК – головна компонентна.

Отже, як видно за даними табл. 2.9, доцільно обрати для подальшого аналізу перші три головні компоненти, що сумарно характеризуються 77,2 % варіації відібраних показників.

На наступному етапі необхідно виявити ранги кожного з індикаторів, що характеризують їх значимість у інтегральному індикаторі рівня цифрової інклюзії населення, для чого у межах даного дослідження буде знайдено середнє арифметичне значення з власних значень відповідних показників у розрізі перших трьох головних компонент (4 стовпчик таблиці 2.10).

Таблиця 2.10 – Власні значення та ранги індикаторів цифрової інклюзії населення, визначені на основі методу головних компонент для 11 європейських країн за 2006–2020 рр. (власні розрахунки з використанням програмного продукту Stata 12/SE за даними [2])

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

Примітки: \* – вище значення рангу характеризує вищу значимість відповідного показника, що підтверджується його абсолютним (по модулю) рівнем усередненого власного значення; Atm – кількість банкоматів (на 100 000 дорослих); Fbs – чисельність користувачів фіксованим широкопasmовим зв'язком; Fts – чисельність користувачів стаціонарним телефоном; Mcs – чисельність користувачів мобільним стільниковим зв'язком на 100 жителів; Intr – чисельність користувачів Інтернетом (% населення); Bw – швидкість Інтернету; в Мбіт/с; Ictim – імпорт товарів ІКТ (% загального імпорту товарів); Ictex – експорт товарів ІКТ (% від загального експорту товарів); ГК – головна компонентна.

Враховуючи той факт, що усереднене власне значення таких показників як імпорт товарів ІКТ (% загального імпорту товарів) (Ictim) та чисельність користувачів фіксованим широкопasmовим зв'язком (Fbs), за методом Фішберна зазначеним індикаторам буде присвоєно однаковий ранг. Так, з урахуванням результатів визначення власних значень та рангів індикаторів цифрової інклюзії населення, представлені у табл. 2.10, значимість цих показників можна охарактеризувати наступною нерівністю:

$$Bw > Fts > Intr > Fbs \approx Ictim > Atm > Ictex > Mcs, \quad (2.3)$$

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

Fbs – чисельність користувачів фіксованим широкопasmовим зв'язком;

Fts – чисельність користувачів стаціонарним телефоном;



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

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

$Bw$  – швидкість Інтернету; в Мбіт/с;

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

$Ictex$  – експорт товарів ІКТ.

Таким чином, у загальному вигляді рівняння визначення рівня цифрової інклюзії населення, формалізованого на засадах формули Фішберна, матиме вигляд:

$$IPDI = 0,094 * Atm + 0,125 * Fbs + 0,188 * Fts + 0,031 * Mcs + \quad (2.4) \\ + 0,156 * Intr + 0,219 * Bw + 0,125 * Ictim + 0,063 * Ictex >,$$

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

$Fbs$  – чисельність користувачів фіксованим широкопasmовим зв'язком;

$Fts$  – чисельність користувачів стаціонарним телефоном;

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

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

$Bw$  – швидкість Інтернету; в Мбіт/с;

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

$Ictex$  – експорт товарів ІКТ;

$IPDI$  – інтегральний індикатор рівня цифрової інклюзії населення, од.

З урахуванням формули (2.4) було сформовано інтегральні індикатори рівня цифрової інклюзії населення для 11 європейських країн за 2006–2020 рр., динаміка яких, а також референтні значення тренду – мінімальне та максимальне з період (виділено жирним шрифтом), приведені у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Динаміка інтегрального індикатора рівня цифрової інклюзії населення для 11 європейських країн за 2006–2020 рр. (власні розрахунки)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Естонія	0,266	0,241	0,244	<b>0,240</b>	0,276	0,300	0,297	0,298	0,311	0,319	<b>0,320</b>	0,300	0,294	0,287	0,318
Латвія	<b>0,187</b>	0,201	0,216	0,224	0,237	0,230	0,247	0,262	0,275	0,294	0,295	0,288	0,284	0,291	<b>0,330</b>
Литва	<b>0,180</b>	0,195	0,200	0,204	0,216	0,215	0,221	0,223	0,237	0,247	0,267	0,288	0,302	0,327	<b>0,331</b>
Польща	<b>0,376</b>	0,385	0,417	0,453	0,468	0,479	0,483	0,474	0,515	<b>0,522</b>	0,520	0,514	0,502	0,514	0,425
Угорщина	<b>0,349</b>	0,367	0,395	0,431	<b>0,446</b>	0,429	0,418	0,490	0,376	0,376	0,393	0,395	0,397	0,418	0,432
Україна	<b>0,252</b>	0,274	0,314	0,333	0,375	0,400	0,435	0,478	0,479	0,507	0,536	0,539	0,550	<b>0,551</b>	0,544
Словаччина	<b>0,235</b>	0,282	0,297	0,327	0,334	0,310	0,317	0,331	0,339	0,347	0,354	0,372	0,365	0,354	<b>0,425</b>
Словенія	<b>0,198</b>	0,206	0,222	0,237	0,247	0,241	0,239	0,241	0,242	0,249	0,254	0,260	0,261	0,271	<b>0,288</b>
Румунія	<b>0,198</b>	0,226	0,270	0,313	0,334	0,402	0,405	0,333	0,349	0,358	0,369	0,378	0,400	0,407	<b>0,443</b>
Хорватія	<b>0,191</b>	0,205	0,216	0,232	0,248	0,246	0,257	0,272	0,274	0,283	0,295	0,305	0,327	0,351	<b>0,356</b>
Чехія	<b>0,289</b>	0,304	0,346	0,372	0,397	0,403	0,410	0,375	0,384	0,396	0,392	0,404	0,417	0,434	<b>0,456</b>

Так, за результатами аналізу динаміки інтегрального індикатора рівня цифрової інклюзії населення для 11 європейських країн за 2006–2020 рр., можна зауважити, що для більшості країн характерним є перманентне зростання аналізованого індикатора, а тому мінімальне значення зафіксовано на початок періоду аналізу, а максимальне – на його кінець. Виключення становлять лише такі країни як Естонія (мінімальне значення показника зафіксовано у 2009 р., а максимальне – у 2016 р.), Польща (у 2006 р. та 2015 р. відповідно), Угорщина (2006 р. та 2010 р.) та Україна (2006 р. та 2019 р.).

Крім того, слід зауважити, що серед аналізованих 11 європейських країн найвищий рівень цифрової інклюзії населення мають Польща, Чехія та Україна та Словаччина, тоді як меншим рівнем цифрової інклюзії населення характеризуються Хорватія, Естонія, Латвія і Литва, а мінімальним – Словенія. Доцільно також проаналізувати розриви між мінімальним та максимальним значення розрахованого інтегрального індикатора рівня цифрової інклюзії населення. Так, найменшим він є у таких країнах як Угорщина (максимальне

значення показника в 1,28 разів перевищує його мінімальне значення), Естонія (1,33 рази) та Польща (1,39 рази). Натомість найбільш помітним цей розрив зафіксовано у таких країнах як Румунія (2,23 рази) та Україна (2,16 рази). Більш детально трендові закономірності зміни рівня інтегрального індикатора цифрової інклюзії населення за 2006–2020 рр. в Україні можна прослідкувати за даними рис. 2.3.

Отже, характеризуючи динаміку розрахованого інтегрального індикатора рівня цифрової інклюзії населення в Україні за 2006–2020 рр. можна відмітити, що загальний тренд зміни цього показника є висхідним, причому протягом 2006–2012 рр. інтенсивність такого зростання є доволі високою, тоді як у 2013–2020 рр. ця інтенсивність дещо знижується, а у 2020 р. зафіксовано навіть незначне його скорочення відносно рівня 2019 р. Слід також зауважити, що у 2013–2014 рр. висхідна динаміка зростання рівня цифрової інклюзії населення в Україні дещо сповільнилася, що можна пояснити погіршенням загальної макроекономічної ситуації в країні, політичної стабільності та якості інституційного середовища, котра відновилося у 2015–2016 рр., але у 2017–2020 рр. знову дещо сповільнилася.

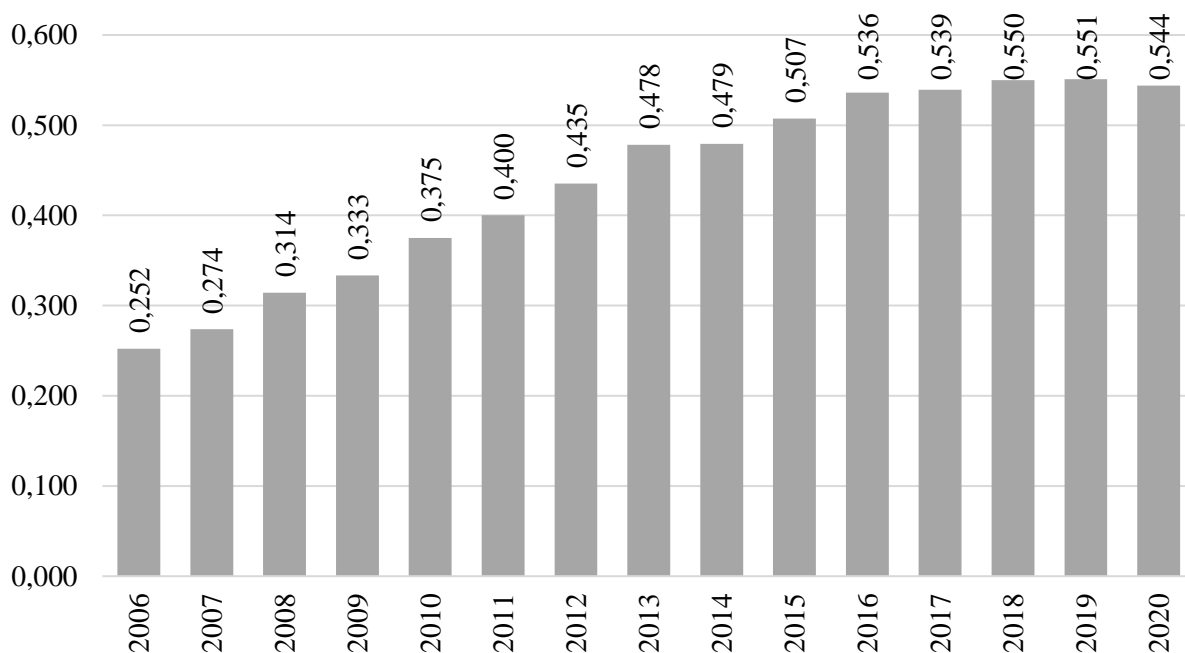


Рисунок 2.3 – Динаміка інтегрального індикатора цифрової інклюзії населення в Україні за 2006–2020 рр.

### 2.3 Вплив цифрової інклюзії на інформаційну безпеку країни

В Україні наразі формується принципово новий ландшафт загроз інформаційній безпеці, що зумовлено складним геополітичним контекстом, загостренням інформаційних війн в умовах військового конфлікту з Російською федерацією, зростанням кіберзагроз та реалізованих кібератак, низьким рівнем цифрової інклюзії населення, втратою інноваційних технологічних надбань через кібервразливість тощо. Це потребує не лише швидкого реагування на поточні загрози, але формування потенціалу для їх превенції, зокрема, шляхом зростання цифрової інклюзії населення для протидії інформаційним війнам, забезпечення соціальної стабільності, єдності, згуртованості та стійкості громад та країни в цілому. Особливу увагу в цьому контексті необхідно приділити формуванню концептуальної моделі та економіко-математичному обґрунтуванню зв'язку цифрової інклюзії населення з рівнем інформаційної безпеки країни та регіону.

Враховуючи зазначене вище, а також фрагментарність наявного наукового доробку в цій сфері, значну специфічність ендогенної природи конвергентних процесів у ланцюзі «освіта – цифрова інклюзія населення – інформаційна безпека країни та регіону», їх суттєву чутливість до екзогенних кібер- та безпекових викликів, розв'язання цієї проблеми є актуальним та має практичну спрямованість.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз наукових досліджень в цій сфері дозволили виявити декілька кластерів, що об'єднують праці аналогічного спрямування. Найбільший науковий доробок, представлений працями Чаби К., Белласа З. В. [73], Леонова С., Яровенко Г., Кузьменко О., Стумпо М. та ін. [74, 99, 75, 82, 100], Солодкої О. [101], Ткачука Т. [102], сконцентровано у першому кластері, присвяченому дослідженням інформаційної безпеки як складової національної безпеки, її оцінюванні та механізмам забезпеченням.

Трендовий аналіз з використанням інструментарію Google Trends (рис. 2.4) дозволив виявити постійний інтерес до цієї тематики, з максимальною концентрацією уваги до неї в таких країнах, як США, Великобританія та Індія.



Рисунок 2.4 - Динаміка пошукових запитів у Google щодо проблем забезпечення інформаційної безпеки країни з урахуванням рівня цифрової інклюзії за період 2004 р. – лютий 2021 р.

*Джерело: [побудовано авторами з використанням Google Trends]*

Національну інформаційну безпеку досліджують у контексті національної безпеки, кібервійн, інформаційних злочинів, розвитку технологій та інфраструктури, кіберризиків, цифрової інклюзії. Напрацювання цього напрямку потребують продовження у сфері моделювання взаємозв'язків між рівнем інформаційної безпеки, цифровою інклюзією населення та розвитком системи освіти з урахуванням часових лагів, конвергенції, явних та латентних економічних та соціальних ефектів.

Другий кластер [78, 79, 80, 81, 85, 84, 87] фокусується на дослідженні цифрової (електронної) інклюзії (E-Inclusion) в контексті розвитку інформаційного суспільства (Абдул А. [78]), забезпечення соціальної стабільності, високого рівня якості життя (Алі М. А, Алам К., Тейлор Б., Рафік С. [79]), інклюзивного зростання в країні (Аслам А., Навід А., Шаббір Г. [13]), розуміння вимірювань та причин цифрових розривів та інструментарію їх мінімізації (Мірошниченко І., Морозова Є. та Мещерякова Є. [85]; Ю. Б., Ндуму А., Мон Л. М., Фан З. [87]), специфіки взаємозв'язків між індивідуальними, цифровими та економічними аспектами ринкових відносин (Бейї В.А. [81]). Селеш М. Р. та Сіміонеску М. у [84]

досліджували цифрові розриви у контексті регіональних закономірностей та рушіїв цифрової економіки ЄС.

Як свідчать результати трендового аналізу з використанням інструментарію Google Trends, у світі наявний постійний інтерес до цієї тематики. Країнами-лідерами з найбільшою кількістю запитів є Великобританія, Аргентина, Мексика, Австралія та Індія. Достатньо активно цифрова інклюзія досліджується в контексті формування стратегій забезпечення цифрової інклюзії в цілому, та фінансової інклюзії, зокрема, вимірювання цифрової інклюзії (індекс цифрової інклюзії), ролі освіти в підвищенні рівня цифрової інклюзії тощо.

Попри вагомість отриманих результатів, у наукових працях цього кластера практично не обґрунтовано зворотні впливи та зв'язок низького рівня цифрової інклюзії населення з загостренням безпекових викликів, насамперед в контексті забезпечення інформаційної безпеки на національному та регіональному рівнях.

Третій кластер публікацій присвячений дослідженню рівня цифровізації суспільства та оцінюванню його впливу на соціальні, економічні, безпекові характеристики країни. Так, у звіті «DIGITAL 2020: глобальний цифровий огляд» наводяться аналітичні дані щодо цифровізації життєдіяльності та рівня цифрової інклюзії та цифрової дискримінації в країнах світу, з виявленням значних гендерних та географічних дисбалансів [103].

У звіті Конференції ООН з торгівлі та розвитку (UNCTAD) [104] визначено шляхи розвитку цифрових навичок та їх використання для підтримки сталого розвитку, трансформації економіки, виробничих секторів та ринків, у тому числі через технологічну конвергенцію та рекомбінацію, підвищення громадянської та соціальної активності населення.

У звіті ОЕСР [105] систематизовано тенденції, можливості та проблеми цифровізації суспільства, але триалектичний системний взаємозв'язок освіти, економіки та цифровізації залишився не окресленим, у тому числі – через призму регіональної та національної безпеки.

Для науковців, які досліджують тематику інформаційної безпеки, зокрема в контексті впливу на неї, значний інтерес становлять спеціальні індекси, що

дозволяють оцінити рівень цифровізації, розвитку цифрової економіки та окремих її елементів, а також побудувати рейтинги країн, зокрема глобальний індекс кібербезпеки, індекс розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, індекс мережевої готовності, світовий індекс цифрової конкурентоспроможності, індекс цифрового розвитку та ін.

Мета статті полягає в обґрунтуванні концептуального зв'язку цифрової інклюзії населення з забезпеченням інформаційної безпеки країни.

Виклад основного матеріалу. Для досягнення мети дослідження вважаємо за доцільне уточнити сутність концептів «інформаційна безпека» та «цифрова інклюзія», а також систематизувати фактори, що впливають на їх рівень в країні в поточний момент часу та на перспективу. Результатом цього стане обґрунтування концептуального зв'язку цифрової інклюзії населення з рівнем інформаційної безпеки (ІБ) країни.

Узагальнивши науковий доробок з цієї тематики, ми визначили, що єдиного підходу до тлумачення концепту ІБ не сформовано, і вона розглядається за декількома підходами (рис. 2.5).

Як свідчать наведені підходи, в основі всіх підходів до тлумачення концепту «інформаційна безпека» є інформаційні (кіберзагрози) загрози, що створюють небезпеку порушення ІБ.

Адаптуючи загальне розуміння поняття «загроза» до завдань дослідження, визначимо, що загроза ІБ країні – це потенційно можлива випадкова або навмисна подія, дія (вплив), процес або явище, що можуть призвести до втрати критично важливих приватних, державних або загальнодоступних інформаційних активів та інформаційної інфраструктури, або порушення властивостей інформаційних активів (конфіденційності, цілісності, доступності). Їх базова класифікація наведена в таблиці 2.12.

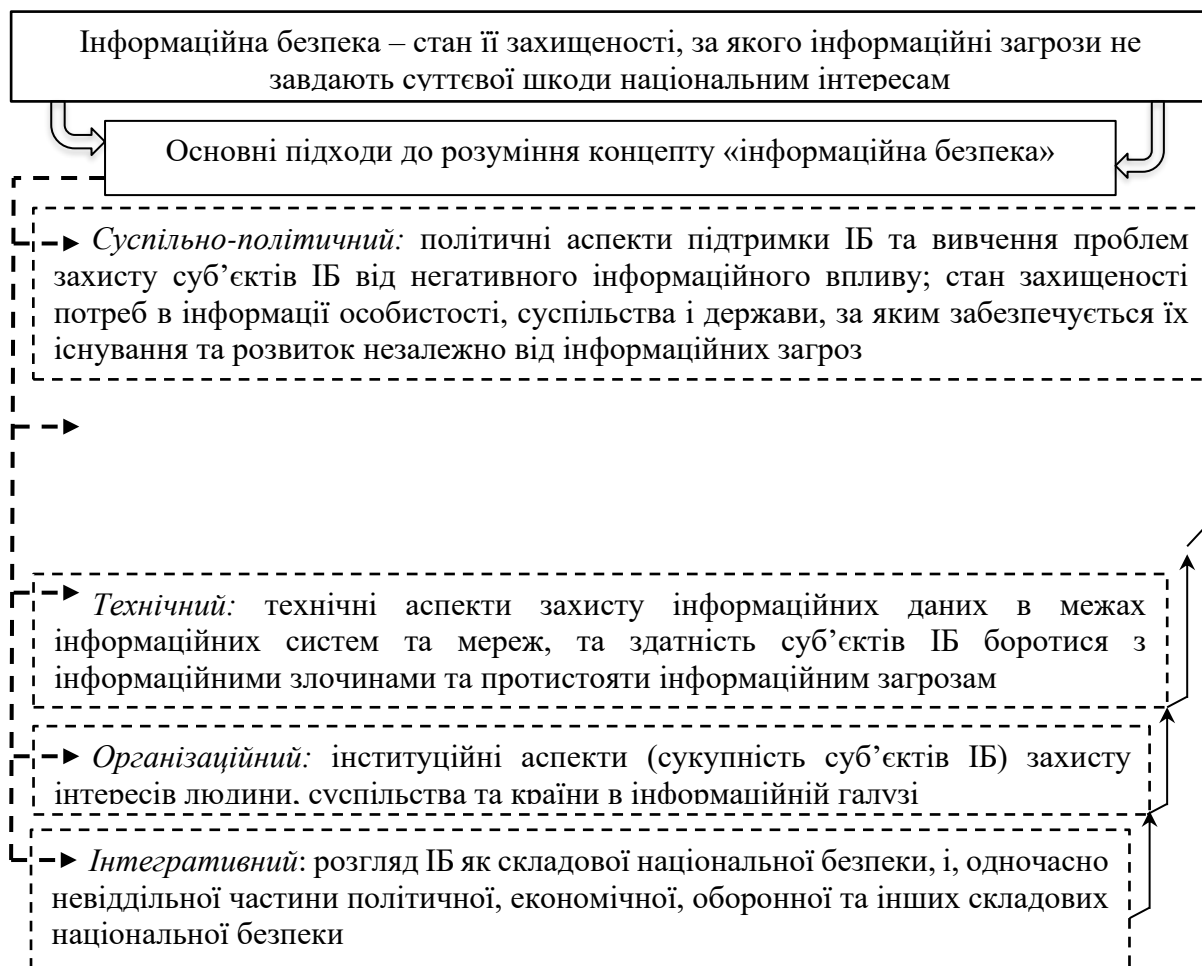


Рисунок 2.5 - Підходи до визначення концепту «інформаційна безпека»

Джерело: [узагальнено авторами]

Поглиблене вивчення джерел вказує на те, що ІБ як інформаційно-правовий феномен, що забезпечує умови існування і розвитку людини, суспільства та країни, є найбільшим викликом при розробці ефективної стратегії запобігання ним.

*Правовий:* правові аспекти захисту інтересів людини, суспільства та країни в інформаційній галузі; захищеність встановлених законів та Конституцією умови існування і розвитку людини, суспільства та країни



Таблиця 2.12 - Багатовимірна класифікація інформаційних загроз

Ознака	Вид загрози
1	2
<i>Методи проникнення</i>	
Локалізація причин	- зовнішні; - внутрішні.
Сфера виникнення	- економічна; - політична; - оборонна; - міжнародна; - соціальна; - науково-технічна; - екологічна; - культурна
Походження	- природні, що характеризуються впливом на об'єкт захисту фізичних процесів або стихійних природних явищ, що не залежать від людини; - техногенні (аварії на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення, аварії головних серверів системи управління національною безпекою тощо); - людські, що характеризуються впливом на об'єкт захисту діяльністю людини, в тому числі результати соціальної інженерії (фішинг, фармінг, претекстинг, скрімінг та ін.) та інформаційна дискримінація
Мотивація	- ненавмисна (помилкові, випадкові, необдумані, без злого наміру та корисливих цілей) дії інсайдерів та третіх сторін; - навмисна (в корисливих цілях, з примусу третіми особами, зі злим умислом тощо) дії інсайдерів, злочинних груп та формувань, політичних і економічних структур, окремих осіб
Спосіб реалізації	- розголошення; - витік; - несанкціонований доступ.
Сформованість	- реальні; - потенційні.
Прогнозованість	- прогнозовані; - не прогнозовані;
Ймовірність виникнення	- реальна; - ймовірна; - малоймовірна; неймовірна.
Можливість нейтралізації	- можливо нейтралізувати; - можливо частково нейтралізувати; - нейтралізувати неможливо.
<i>Вплив загроз</i>	
Ступінь впливу	- пасивні без впливу на стан інформаційної системи; - активні з порушенням нормального процесу функціонування інформаційної системи
Характер впливу	- явна, пряма (загрози, реалізація яких порушує безпеку інформаційних активів); - неявна, опосередкована (загрози, що створюють умови для появи прямих загроз);
Масштаб наслідків	- катастрофічні; - критичні; - середні; - незначні.
Локалізація наслідків	- світові; - загальнонаціональні; - регіональні; - локальні
Вид порушення ІБ в результаті реалізації загрози	втрата, знищення, викрадення, викривлення або розголошення інформації, витік інформації, модифікація змісту, порушення конфіденційності, порушення логічної цілісності, порушення прав власності на інформацію, порушення фізичної цілісності, порушення режиму роботи інформаційних систем тощо

*Джерело: узагальнено авторами*

Це джерело загроз ІБ країни є комплексним та включає:

1) ненавмисні дії:

- помилкові, випадкові, необдумані, без злого наміру та корисливих цілей порушення встановлених регламентів збору, обробки та передачі інформації;

- помилки, допущені при проектуванні інформаційних систем та систем захисту, помилки в програмному забезпеченні, відмови та збої технічних засобів (у тому числі засобів захисту інформації та контролю ефективності захисту);

- інші дії при експлуатації інформаційних систем, що призводять до непродуктивних витрат часу та ресурсів, розголошення конфіденційних даних, втрати інформації або порушення працездатності окремих робочих станцій, підсистем або в цілому всієї системи;

2) навмисні (у корисливих цілях, з примусу третіми особами, зі злим умислом тощо) дії інсайдерів організації, злочинних груп та формувань, політичних та економічних структур, окремих осіб. Вони, зокрема, включають:

- кібератаки на критичну інфраструктуру країни, у тому числі кіберфізичні атаки на електричні мережі, транспортні системи, водоочисні споруди тощо, що можуть здійснюватися як окремими злочинними групами, так і фінансуватися на державному рівні;

- кібершпигунство;

- соціальну інженерію як сукупність інструментарію психологічних маніпуляцій в здійсненні несанкціонованих дій або розголошення конфіденційної інформації (фішинг, спір-фішинг, фармінг, претекстинг, скрімінг та ін.);

- діяльність злочинних груп та формувань, політичних та економічних структур, а також окремих осіб з добування інформації, нав'язування неправдивої інформації, порушення працездатності інформаційних систем у цілому та її окремих компонентів, підбурювання до расової, етнічної або релігійної ненависті, пропаганди тоталітарних сект та інші;

- спеціальні інформаційні операції, акти зовнішньої інформаційної агресії, інформаційний тероризм.

Ми погоджуємось з твердженням Ю. Ткачука [102], який виділив таку специфічну загрозу ІБ країни та суспільства в цілому, як «... інформаційна

дискримінація, яка виявляється в поділі людей на тих, які мають доступ до інформації, і тих, які його не мають, адже від цього залежить можливість формування неспотвореної «картини світу». Цілком очевидним є той факт, що подолання інформаційної дискримінації сприятиме підвищенню рівня освіти населення, особливо з віддалених регіонів та соціально вразливих верств, у тому числі рівня їх цифрової грамотності. Це своєю чергою підвищить рівень інформаційної безпеки країни, слугуватиме соціальній мобільності, економічному зростанню, поглибленню демократії.

На сьогодні у зв'язку зі швидким поширенням мобільного інтернету акцент в інформаційній дискримінації з суто проблеми доступу до ІКТ переноситься до сфери здатності громадян безпечно користуватися інформаційно-комунікаційними інструментами (перехід від дискримінації в доступі та підключенні до ІКТ до розриву в знаннях [106]).

У міру появи нових векторів інформаційних загроз зростатимуть розриви та інформаційна дискримінація між тими суб'єктами, які мають знання та ресурси, щоб захиститися від кіберзагроз, і тими, хто їх не має. Множинний регресійний аналіз у різних країнах засвідчив, що рівні доходів та освіти визначені як найпотужніші пояснювальні змінні для доступу до ІКТ та його використання [107]. Надалі навички розуміння інформаційних загроз та фінансові ресурси для захисту від цих загроз матимуть вирішальне значення для інформаційної безпеки як на індивідуальному, так і національному, глобальному рівнях.

Проблема інформаційної дискримінації та як наслідок інформаційної безпеки поглиблюється в країнах з низьким рівнем доходів, до яких належить і Україна. Це зумовлено тим, що фактори доступності до ІКТ та недостатності навичок, необхідних для їх використання, інтенсифікуються через взаємовплив та співзалежність. Цей розрив у знаннях та ресурсах лише збільшить наявні економічні та соціальні розбіжності та інформаційні загрози.

На подолання інформаційної дискримінації спрямована цифрова інклюзія, що розглядається як використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ)

для досягнення широких цілей соціальної інклюзії, та передбачає участь громадян та громад у всіх можливих аспектах функціонування інформаційного суспільства.

Для цього потрібно забезпечити повний доступ до ІКТ, доступність та зручність використання засобів та послуг ІКТ, а також сформувати здатність та навички для всіх без винятку категорій осіб, незалежно від їх особливостей (національності, раси, статків, статі, соціального становища, функціональних обмежень, регіону проживання тощо) користуватися інструментами ІКТ.

Зважаючи на зазначене вище, для підвищення рівня цифрової інклюзії обов'язковою вимогою є довгострокова державна підтримка розвитку інтелектуального капіталу країни, що вимагає значних інвестицій в освіту та формування інформаційних навичок. Це передбачає формування комплексу заходів щодо підвищення рівня цифрової грамотності громадян через сталі партнерства з освітніми установами, створення безплатного навчального онлайн порталу, а також запровадження стимулів для заохочення приватних ініціатив до створення центрів, проведення курсів, надання навчальних ресурсів тощо.

Заклади освіти мають трансформуватися в ефективні центри трансферу знань та технологій для зростання цифрової інклюзії громадян та громад з метою протидії інформаційним загрозам та інформаційним війнам, забезпечення соціальної стабільності, єдності, згуртованості та резильєнтності громад та країни в цілому.

Висновки. Інформаційна безпека країни – це такий стан її захищеності, за якого інформаційні загрози не завдають суттєвої шкоди національним інтересам.

За результатами проведеного дослідження визначено, що інформаційна безпека України знаходиться під впливом значної кількості зовнішніх та внутрішніх інформаційних загроз, що можуть призвести до втрати критично важливих приватних, державних або загальнодоступних інформаційних активів та інформаційної інфраструктури, або порушення властивостей інформаційних активів (конфіденційності, цілісності, доступності), та як наслідок зниження рівня національної безпеки країни.

З'ясовано, що специфічною загрозою інформаційній безпеці країни є інформаційна дискримінація як поєднання недоступності до ІКТ та недостатності

навичок, необхідних для їх безпечного використання. Для нівелювання її негативного впливу необхідним є підвищення рівня цифрової інклюзії громадян та громади, що передбачає їх участь у всіх можливих аспектах функціонування інформаційного суспільства.

Досягнення цієї мети потребує формування довгострокової дорожньої карти розвитку інтелектуального капіталу країни, що вимагає значних інвестицій в освіту та формування інформаційних навичок на основі оптимальної траєкторії освітніх трансформацій, за якої мінімізуються загрози інформаційній безпеці країни, зростає резильєнтність місцевих громад та регіональна безпека, нівелюються загрози та вдало використовуються нові можливості, обумовлені цифровізацією економіки та суспільства.

#### **2.4 Модель оцінювання зв'язку цифрової інклюзії населення з рівнем інформаційної безпеки країни та регіону**

Сучасні умови світогосподарських зв'язків характеризуються інтенсифікацією низки трансформаційних процесів за рахунок швидкої цифровізації економічної системи та суспільного життя, а також стрімкого технологічного розвитку. Ефективність цифровізації значною мірою залежить не лише від того, наскільки ці технології використовуються представниками бізнесу, а й від того, наскільки комплексними є знання та вміння пересічного громадянина у сфері інформаційно-комунікаційних технологій. Таким чином, цифрова інклюзія населення є необхідною передумовою сталого розвитку економіки та суспільства. Вона також є необхідною детермінантою інформаційної безпеки країни та має бути стратегічною метою подальшого розвитку суспільства.

Глобалізація національної економіки актуалізує посилення міжсекційних зв'язків, що призводить до значних структурних перетворень. Становлення постіндустріальної економіки пов'язане з розвитком інформаційних технологій, що спровокувало значні економічні трансформації – активний розвиток послуг, у тому числі високотехнологічних, знижує роль реального сектора, обумовлює появу

нових форм бізнесу та модифікацію існуючих. Зростання ролі цифрової економіки формує нові вимоги на ринку праці, зокрема, появу нових професій, зростання ролі digital skills та soft skills.

Важливо відзначити, що наслідки цифровізації призвели до змін у стратегії забезпечення безпеки національної економіки. Таким чином, поряд із появою таких нових векторів, як безпека даних та інформаційна безпека, слід відзначити зростання значення цифрових технологій у забезпеченні традиційних складових національної безпеки, зокрема, економічної, соціальної та інформаційної. Це потребує трансформації існуючих підходів до подолання безпекових викликів національної економіки з урахуванням трансмісійних зв'язків, що виникають між елементами безпеки національної економіки.

Крім того, слід зазначити, що інтенсивний розвиток цифрових технологій веде до більшої прозорості, але також завдає нових збитків національній безпеці. Тому виникає необхідність уточнення масштабів, до яких розвиток цифрової сфери не завдає шкоди національній безпеці. Перш за все, важливим завданням як з теоретичної, так і з практичної точки зору є виявлення зв'язку між рівнем цифрової інклюзії населення та інформаційної безпеки країни та регіону.

У публікації, зокрема, [108] зазначається, що цифровізація та прозорість допомагають як бізнесу, так і державним органам бути більш ефективними та конкурентоспроможними. Також наголошується на тому, що ефективне надання державних послуг через цифрові канали є невід'ємною конкурентною перевагою в умовах подолання пандемії COVID-19. Стверджується, що цифрова трансформація має потенціал для активізації трансформації парадигми формування відносин між державою та громадянами шляхом забезпечення більш інклюзивного, прозорого та ефективного розвитку держави та регіонів.

Отже, цілком закономірним є висновок, що цифрова інклюзія має значний вплив як на ефективність державного апарату, так і результативність бізнесу та добробут населення, що в комплексі формує передумови для забезпечення безпеки національної економіки та регіонів. З метою вирішення прикладної задачі, що полягає у конкретизації сили та напрямку впливу рівня цифрової інклюзії

населення та інформаційної безпеки національної економіки, перш за все, доцільно визначити обґрунтовані раніше науковцями закономірності цього взаємозв'язку, для чого було сформовано вибірку з 935 наукових публікацій, проіндексованих наукометричною базою даних Scopus [109], котрі, у свою чергу, містять такі ключові слова як «digital inclusion» та «information security» за 2006-2021 роки. Динаміка зміна кількості цих публікацій представлена на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Динаміка наукових публікацій щодо цифрової інклюзії населення та національної інформаційної безпеки, проіндексовані наукометричною базою Scopus [109] у 2006–2021 рр., кількість документів

На основі представленої на рис. 2.6 аналітичної інформації можна відмітити, що зазначений тематичний напрямок викликає помітний та перманентно зростаючий інтерес серед науковців. Як бачимо з рисунка 1, швидка активізація публікаційної діяльності щодо цифрової інклюзії почалася з 2010–2011 років. Кількість документів (статей, конференційних доповідей, рецензій, книг тощо) у 2021 році порівняно з 2006 роком зросла майже у вісім разів. Подальший аналіз у визначеному напрямку доцільно здійснити шляхом проведення бібліометричного аналізу за допомогою VOSviewer [109] відібраних 935 публікацій щодо цифрової

інклюзії населення та забезпечення інформаційної безпеки держави. Бібліометричний аналіз дозволяє побудувати візуалізаційну карту на основі критерію взаємозв'язку ключових слів, що зустрічаються у цих публікаціях. Результати бібліометричного аналізу представлені на рис. 2.7.

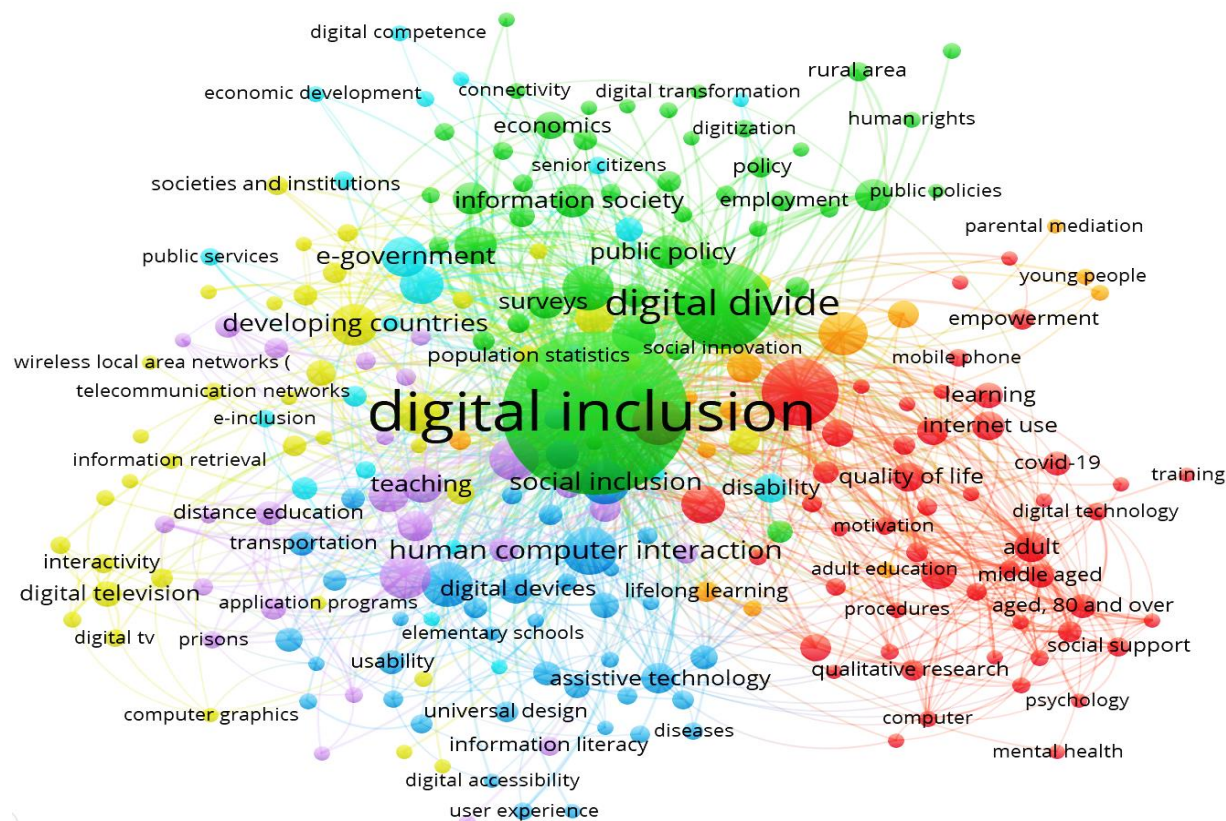


Рисунок 2.7 – Результати бібліометричного аналізу наукових публікацій засобами VOSviewer [109], проіндексованих наукометричною базою даних Scopus [109], котрі стосуються цифрової інклюзії та інформаційної безпеки за 2006-2021 роки

Розглядаючи результати бібліометричного аналізу, можна зробити висновок, що існує 7 кластерів наукових досліджень у межах визначеного тематичного спрямування, а саме: - кластер 1 (червоний, 51 елемент) – охоплює публікації, присвячені соціальним наслідкам та передумовам цифрової інклюзії;

- кластер 2 (зелений, 50 позицій) – охоплює роботи, спрямовані на конкретизацію економічних переваг цифрової інклюзії на особистому,



корпоративному, муніципальному та державному рівнях та їх впливу на інформаційну безпеку;

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

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

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

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

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

Найбільш помітні у наукових колах доробки вчених з визначеної тематики представлено у табл. 2.13.

Таблиця 2.13 – Найбільш цитовані статті щодо взаємозв'язку між цифровою інклюзією та інформаційною безпекою (складено автором за даними Scopus [109])

Назва документу	Автори	Рік	Вихідні дані	Кіл-ть цитувань
1	2	3	4	5
Gradations in digital inclusion: Children, young people and the digital divide	Livingstone, S., Helsper, E.	2007	New Media and Society 9(4), pp. 671-696	614
Rural development in the digital age: A systematic literature review on unequal ICT availability, adoption, and use in rural areas	Salemink, K., Strijker, D., Bosworth, G.	2017	Journal of Rural Studies 54, pp. 360-371	225
Maximizing Opportunities and Minimizing Risks for Children Online: The Role of Digital Skills in Emerging Strategies of Parental Mediation	Livingstone, S., Ólafsson, K., Helsper, E.J., (...), Veltri, G.A., Folkvord, F.	2017	Journal of Communication 67(1), pp. 82-105	133
Digital competence at the beginning of upper secondary school: Identifying factors explaining digital inclusion	Hatlevik, O.E., Christophersen, K.-A.	2013	Computers and Education 63, pp. 240-247	127
The role of IT literacy in defining digital divide policy needs	Ferro, E., Helbig, N.C., Gil-Garcia, J.R.	2011	Government Information Quarterly 28(1), pp. 3-10	103

## Продовження Таблиці 2.13

1	2	3	4	5
The Intersection of Public Policy and Public Access: Digital Divides, Digital Literacy, Digital Inclusion, and Public Libraries	Jaeger, P.T., Bertot, J.C., Thompson, K.M., Katz, S.M., Decoster, E.J.	2012	Public Library Quarterly 31(1), pp. 1-20	96
The empty rhetoric of the smart city: from digital inclusion to economic promotion in Philadelphia	Wiig, A.	2016	Urban Geography 37(4), pp. 535-553	93
Getting Grandma Online: Are Tablets the Answer for Increasing Digital Inclusion for Older Adults in the U.S.?	Tsai, H.-Y.S., Shillair, R., Cotten, S.R., Winstead, V., Yost, E.	2015	Educational Gerontology 41(10), pp. 695-709	92
Older people and internet engagement: Acknowledging social moderators of internet adoption, access and use	Hill, R., Beynon-Davies, P., Williams, M.D.	2008	Information Technology and People 21(3), pp. 244-266	92
Modeling the second-level digital divide: A five-country study of social differences in Internet use	Büchi, M., Just, N., Latzer, M.	2016	New Media and Society 18(11), pp. 2703-2722	85

Таким чином, ми бачимо, що дослідження у контексті цифрової інклюзії та інформаційної безпеки тісно пов'язані з економічними та соціальними питаннями, що доводить комплексність аналізованої проблематики та її актуальність.

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

У якості результативної змінної запропоновано обрати інтегральний показник інформаційної безпеки держави, методологія розрахунку якого описана у п. 1.3. Ключовою факторною змінною обрано інтегральний індикатор рівня цифрової інклюзії населення, методологія розрахунку якого представлена у п. 2.2. Разом з тим, для зростання надійності результатів економетричного моделювання у модель запропоновано включити набір контрольних змінних, серед яких:

- темп зростання ВВП, % річних;
- Індекс споживчих цін, % річних;
- нові зареєстровані підприємства, кількість;

- випускники вищої школи, які навчалися за програмами інформаційно-комунікаційних технологій, %;

- робоча сила з вищою освітою, % від загальної робочої сили.

Зокрема, до географічної вибірки даного дослідження включено 11 європейських країн (у т. ч. і Україна), що характеризуються спільністю ретроспективних чи сучасних перспектив соціально-економічного розвитку з Україною. Так, дане дослідження охоплює Естонію, Латвію, Литву, Польщу, Угорщину, Україну, Словаччину, Словенію, Румунію, Хорватію та Чехію. Часовий горизонт дослідження 2006–2020 рр.

Таблиця 2.14 – Описова статистика за індикаторами дослідження для 11 європейських країн за 2006–2020 рр. (власні розрахунки з використанням програмного продукту Stata 12/SE)

Змінна	Кількість спостережень	Середнє значення	Стандартне відхилення	Мінімальне значення	Максимальне значення
IPDI	165	.335	.094	.18	.644
Is_1	165	22.345	10.592	1	48
GDP	165	1.983	4.718	-14.839	11.986
Infl	165	3.523	5.13	-1.545	48.7
NB	165	23926.09	20487.47	3869	103000
ICT	160	3.44	1.296	0	7.445
LFAE	160	78.408	4.068	70.949	86.437

Примітки: IPDI – інтегральний індикатор цифрової інклюзії населення, Is\_1 – інтегральний індикатор інформаційної безпеки держави; GDP – темп зростання ВВП, % річних; Infl – Індекс споживчих цін, % річних; NB – нові зареєстровані підприємства, кількість; ICT – випускники вищої школи, які навчалися за програмами інформаційно-комунікаційних технологій, %; LFAE – робоча сила з вищою освітою, % від загальної робочої сили.

Таблиця 2.15 – Результати регресійного моделювання щодо визначення впливу рівня цифрової інклюзії населення на інтегральний індикатор інформаційної безпеки держави (модель з фіксованими ефектами) для 11 європейських країн за 2006–2020 рр. (власні розрахунки з використанням програмного продукту Stata 12/SE)

Is_1	Коефіцієнт	Стандартна похибка	t-value	p-value	95% довірчий інтервал		
IPDI	92.908	10.163	9.14	0.000	72.811	113.004	***
GDP	0.053	0.083	0.65	0.520	-0.110	0.217	
Infl	-0.020	0.088	-0.23	0.819	-0.193	0.153	
NB	0.000	0.000	2.32	0.022	0.000	0.000	**
ICT	2.033	0.465	4.37	0.000	1.113	2.952	***
LFAE	0.988	0.284	3.48	0.001	1.550	-0.427	***
Константа	60.645	26.935	2.25	0.026	7.383	113.907	**
Mean dependent var	22.445		SD dependent var		10.845		
R-squared	0.675		Number of obs		155.000		
F-test	40.651		Prob > F		0.000		
Akaike crit. (AIC)	888.757		Bayesian crit. (BIC)		913.105		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Примітки: IPDI – інтегральний індикатор цифрової інклюзії населення, Is\_1 – інтегральний індикатор інформаційної безпеки держави; GDP – темп зростання ВВП, % річних; Infl – Індекс споживчих цін, % річних; NB – нові зареєстровані підприємства, кількість; ICT – випускники вищої школи, які навчалися за програмами інформаційно-комунікаційних технологій, %; LFAE – робоча сила з вищою освітою, % від загальної робочої сили.

Порівняння з використанням тесту Хаусмана результатів регресійного моделювання за обома моделями дозволив підтвердити вищу якість та кращу аплікабельність для зазначених даних саме другої моделі, тобто моделі з фіксованими ефектами, що дозволяє зробити висновок про релевантність специфіки національного розвитку у контексті виявлення взаємозв'язку показників.

Таблиця 2.16 – Результати регресійного моделювання щодо визначення впливу рівня цифрової інклюзії населення на інтегральний індикатор інформаційної безпеки держави (модель з випадковими ефектами) для 11 європейських країн за 2006–2020 рр.

Is_1	Коефіцієнт	Стандартна похибка	t-value	p-value	95% довірчий інтервал		
IPDI	90.944	8.404	10.82	0.000	74.472	107.416	***
GDP	0.044	0.084	0.52	0.602	-0.121	0.208	
Infl	-0.096	0.087	-1.10	0.271	-0.266	0.075	
NB	0.000	0.000	1.67	0.095	0.000	0.000	*
ICT	2.275	0.414	5.49	0.000	1.463	3.087	***
LFAE	-0.377	0.212	-1.77	0.076	-0.793	0.040	*
Константа	5.031	17.080	0.29	0.768	-28.445	38.508	
Mean dependent var	22.445		SD dependent var		10.845		
Overall r-squared	0.763		Number of obs		155.000		
Chi-square	320.489		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.660		R-squared between		0.852		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Примітки: IPDI – інтегральний індикатор цифрової інклюзії населення, Is\_1 – інтегральний індикатор інформаційної безпеки держави; GDP – темп зростання ВВП, % річних; Infl – Індекс споживчих цін, % річних; NB – нові зареєстровані підприємства, кількість; ICT – випускники вищої школи, які навчалися за програмами інформаційно-комунікаційних технологій, %; LFAE – робоча сила з вищою освітою, % від загальної робочої сили (власні розрахунки з використанням програмного продукту Stata 12/SE).

Отже, за результатами моделювання можна зробити наступні висновки:

- темпи зростання ВВП та динаміка щорічної зміни індексу споживчих цін не мають статистично значущого впливу на інтегральний індикатор інформаційної безпеки держави серед 11 досліджуваних країн за 2006–2020 рр.;
- загалом якість моделі є задовільною, адже варіація результативного параметра на 67,5 % пояснюється варіацією факторних ознак;
- кількість новостворених підприємств справляє позитивний вплив на рівень інформаційної безпеки держави, значущість яких підтверджено з 95 % ймовірністю;
- освітні фактори також справляють позитивний вплив на рівень інформаційної безпеки держави з 99 % довірчою ймовірністю, а саме: зростання на 1 % кількості випускників вищої школи, які навчалися за програмами

інформаційно-комунікаційних технологій, сприяє збільшенню результативного показника на 2,033 од., а збільшення на 1 % частки робочої сили з вищою освітою сприяє покращенню рівня інформаційної безпеки держави 0,988 од.;

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

Справедливо також зауважити, що модель з випадковими ефектами також є статистично значущою, причому подібним є і напрямок впливу індикаторів.

Отже, за результатами даного блоку дослідження можна зробити висновок, що цифрова інклюзія населення є одним із основних визначальних факторів покращення рівня інформаційної безпеки держави.

*Матеріали розділу були використані та опубліковані розробниками НДР у таких наукових роботах: Криклій О.А., Боженко В.В., Артюхов А.Є. Вплив цифрової інклюзії на інформаційну безпеку країни. Науковий погляд: економіка та управління. 2021. № 2 (72). С. 75-81 [111].*

### **З ЗМЕНШЕННЯ РОЗРИВІВ МІЖ ПРОПОЗИЦІЯМИ НА РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ ТА ПОТРЕБАМИ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ**

У контексті виявлення розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки від факторних ознак було обрано найбільш релевантні показники їх характеристики, побудовано нейромережеві моделі в розрізі кожного із них та проведене прогнозування розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки. Запропонований наукометричний підхід передбачає поослідовну реалізацію наступних етапів:

1 етап. Формування статистичної бази дослідження. Для проведення дослідження було сформовано набір даних по Україні з 2010 по 2020 роки. Так, було обрано 9 індикаторів регресантів (табл. 3.1) за напрямком Навантаження зареєстрованих безробітних на одну вакансію (на кінець звітного періоду; осіб) (У1 – законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі), У2 – професіонали, У3 – фахівці, У4 – технічні службовці, У5 – працівники сфери торгівлі та послуг, У6 – кваліфіковані робітники сільського та лісового господарств, риборозведення та рибальства, У7 – кваліфіковані робітники з інструментом, У8 – робітники з обслуговування, експлуатації та контролювання за роботою технологічного устаткування, складання устаткування та машин, У9 – найпростіші професії) та 12 індикаторів регресорів (табл. 3.2): Х1 – чисельність користувачів фіксованим широкосмуговим зв'язком, Х2 – чисельність користувачів стаціонарним телефоном, Х3 – чисельність користувачів мобільним стільниковим зв'язком на 100 жителів, Х4 – чисельність користувачів Інтернетом (% населення), Х5 – Initial government funding per secondary student as a percentage of GDP per capita, Х6 – фінансування на одного студента, % від ВВП; Х7 – робоча сила з базовою освітою, Х8 – робоча сила з вищою освітою, Х9 – робоча сила з середньою освітою, Х10 – приріст ВВП, Х11 – індекс Джині, Х12 – кількість найманих працівників.

Таблиця 3.1 – Індикатори-регресанди оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки

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

Таблиця 3.2 – Індикатори-регресори оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки

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

2 етап. Оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки з використанням засад інтелектуального аналізу даних пропонується здійснити шляхом побудови нейронної мережі. Економіко-математичні моделі нейронної мережі залежності розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки від факторних ознак запропоновано представити у вигляді багат шарового перцептронну та мережі на основі радіальних базисних функцій.

У свою чергу, економіко-математична модель нейронної мережі оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального



сектору економіки у вигляді мережі на основі радіальних базисних функцій набуває вигляду:

$$f(x) = \sum_{i=1}^N w_i \varphi(\|x - x_i\|) \quad (3.1)$$

де -  $w_i$  – ваговий коефіцієнт  $i$ -ого вхідного сигналу;

$x_i$  – центри радіальних базисних функцій.

3 етап. Практична апробація методики проектувальних розрахунків. Проведемо оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки від релевантних регресорів.

Крок 3.1 Дослідження залежності У1 Навантаження зареєстрованих безробітних на одну вакансію (на кінець звітного періоду; осіб) в напрямку законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі) систематизуємо отримані результати в табличному вигляді (рисунок 3.1).

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

Рисунок 3.1 – Результати побудови моделей нейронних мереж регресійної залежності У1 від регресорів

З метою подальшого використання побудованих моделей для прогнозування оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки виберемо по одній моделі багат шарового перцептронну MLP з найкращими характеристиками адекватності, а саме: другу модель з архітектурою MLP 12-11-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 11). Для побудови нейронної мережі типу багат шарового перцептронну MLP12-11-1 використовується алгоритм BFGS.

Connections 2.MLP 12-11-1	Weight values 2.MLP 12-11-1	Connections 2.MLP 12-11-1	Weight values 2.MLP 12-11-1
X1 --> hidden neuron 1	0,045795	X3 --> hidden neuron 6	0,008968
X1 --> hidden neuron 2	0,088314	X3 --> hidden neuron 7	0,059060
X1 --> hidden neuron 3	-0,000229	X3 --> hidden neuron 8	0,021081
X1 --> hidden neuron 4	0,160107	X3 --> hidden neuron 9	0,055177
X1 --> hidden neuron 5	-0,036913	X3 --> hidden neuron 10	0,030107
X1 --> hidden neuron 6	0,031723	X3 --> hidden neuron 11	0,044517
X1 --> hidden neuron 7	-0,062723	X4 --> hidden neuron 1	0,067203
X1 --> hidden neuron 8	0,009215	X4 --> hidden neuron 2	0,012851
X1 --> hidden neuron 9	0,021048	X4 --> hidden neuron 3	0,040662
X1 --> hidden neuron 10	0,005925	X4 --> hidden neuron 4	0,005380
X1 --> hidden neuron 11	0,085140	X4 --> hidden neuron 5	0,089454
X2 --> hidden neuron 1	0,068243	X4 --> hidden neuron 6	0,135675
X2 --> hidden neuron 2	0,151486	X4 --> hidden neuron 7	-0,062052
X2 --> hidden neuron 3	0,151538	X4 --> hidden neuron 8	0,158572
X2 --> hidden neuron 4	0,080413	X4 --> hidden neuron 9	0,061593
X2 --> hidden neuron 5	0,332585	X4 --> hidden neuron 10	0,127978
X2 --> hidden neuron 6	-0,132256	X4 --> hidden neuron 11	0,108212
X2 --> hidden neuron 7	0,219093	X5 --> hidden neuron 1	0,113362
X2 --> hidden neuron 8	-0,135562	X5 --> hidden neuron 2	0,139210
X2 --> hidden neuron 9	0,165884	X5 --> hidden neuron 3	-0,048019
X2 --> hidden neuron 10	0,114427	X5 --> hidden neuron 4	0,060175
X2 --> hidden neuron 11	-0,219637	X5 --> hidden neuron 5	-0,072885
X3 --> hidden neuron 1	0,283289	X5 --> hidden neuron 6	0,119255
X3 --> hidden neuron 2	0,130591	X5 --> hidden neuron 7	0,061253
X3 --> hidden neuron 3	0,016004	X5 --> hidden neuron 8	-0,117328
X3 --> hidden neuron 4	0,022664	X5 --> hidden neuron 9	0,112887
X3 --> hidden neuron 5	0,060032	X5 --> hidden neuron 10	0,060382
X3 --> hidden neuron 6	0,008968	X5 --> hidden neuron 11	0,016653

Рисунок 3.2 – Фрагмент архітектури нейронної мережі дванадцятишарового перспетрону із 11 прихованими шарами MLP12-11-1

Connections 2.MLP 12-11-1	Weight values 2.MLP 12-11-1	Connections 2.MLP 12-11-1	Weight values 2.MLP 12-11-1
X5 --> hidden neuron 11	0,016653	X8 --> hidden neuron 5	0,045330
X6 --> hidden neuron 1	0,129460	X8 --> hidden neuron 6	-0,026638
X6 --> hidden neuron 2	0,068447	X8 --> hidden neuron 7	0,010995
X6 --> hidden neuron 3	0,023283	X8 --> hidden neuron 8	0,086148
X6 --> hidden neuron 4	-0,113544	X8 --> hidden neuron 9	0,115036
X6 --> hidden neuron 5	-0,045623	X8 --> hidden neuron 10	0,027949
X6 --> hidden neuron 6	0,005314	X8 --> hidden neuron 11	0,228398
X6 --> hidden neuron 7	0,000172	X9 --> hidden neuron 1	-0,026771
X6 --> hidden neuron 8	-0,013441	X9 --> hidden neuron 2	0,076016
X6 --> hidden neuron 9	0,015253	X9 --> hidden neuron 3	-0,071810
X6 --> hidden neuron 10	-0,010366	X9 --> hidden neuron 4	0,046442
X6 --> hidden neuron 11	-0,001812	X9 --> hidden neuron 5	0,041646
X7 --> hidden neuron 1	-0,013108	X9 --> hidden neuron 6	-0,015985
X7 --> hidden neuron 2	-0,008608	X9 --> hidden neuron 7	0,160059
X7 --> hidden neuron 3	-0,006499	X9 --> hidden neuron 8	0,106613
X7 --> hidden neuron 4	-0,001003	X9 --> hidden neuron 9	0,032685
X7 --> hidden neuron 5	0,012358	X9 --> hidden neuron 10	0,020947
X7 --> hidden neuron 6	0,002204	X9 --> hidden neuron 11	-0,019250
X7 --> hidden neuron 7	-0,011355	X10 --> hidden neuron 1	0,073638
X7 --> hidden neuron 8	0,044372	X10 --> hidden neuron 2	-0,035957
X7 --> hidden neuron 9	0,055450	X10 --> hidden neuron 3	0,001041
X7 --> hidden neuron 10	-0,027983	X10 --> hidden neuron 4	-0,026089
X7 --> hidden neuron 11	0,065646	X10 --> hidden neuron 5	-0,017184
X8 --> hidden neuron 1	0,026532	X10 --> hidden neuron 6	-0,004431
X8 --> hidden neuron 2	0,040766	X10 --> hidden neuron 7	-0,000728
X8 --> hidden neuron 3	0,051884	X10 --> hidden neuron 8	0,039406
X8 --> hidden neuron 4	0,044330	X10 --> hidden neuron 9	0,029245
X8 --> hidden neuron 5	0,045330	X10 --> hidden neuron 10	0,252894

Connections 2.MLP 12-11-1	Weight values 2.MLP 12-11-1
X10 --> hidden neuron 10	0,252894
X10 --> hidden neuron 11	-0,251460
X11 --> hidden neuron 1	0,064317
X11 --> hidden neuron 2	0,047746
X11 --> hidden neuron 3	0,032605
X11 --> hidden neuron 4	0,020873
X11 --> hidden neuron 5	0,269373
X11 --> hidden neuron 6	-0,091273
X11 --> hidden neuron 7	0,039690
X11 --> hidden neuron 8	0,137923
X11 --> hidden neuron 9	0,228908
X11 --> hidden neuron 10	0,189965
X11 --> hidden neuron 11	-0,011342
X12 --> hidden neuron 1	0,077549
X12 --> hidden neuron 2	0,103605
X12 --> hidden neuron 3	-0,047221
X12 --> hidden neuron 4	0,120033
X12 --> hidden neuron 5	0,047317
X12 --> hidden neuron 6	0,081595
X12 --> hidden neuron 7	0,090374
X12 --> hidden neuron 8	0,081633
X12 --> hidden neuron 9	0,090318
X12 --> hidden neuron 10	-0,042696
X12 --> hidden neuron 11	0,033417
input bias --> hidden neuron 1	0,208304
input bias --> hidden neuron 2	0,251381
input bias --> hidden neuron 3	0,119512
input bias --> hidden neuron 4	0,315834

Connections 2.MLP 12-11-1	Weight values 2.MLP 12-11-1
input bias --> hidden neuron 4	0,315834
input bias --> hidden neuron 5	0,177817
input bias --> hidden neuron 6	-0,033587
input bias --> hidden neuron 7	0,131292
input bias --> hidden neuron 8	0,245736
input bias --> hidden neuron 9	0,091582
input bias --> hidden neuron 10	0,118854
input bias --> hidden neuron 11	0,196291
hidden neuron 1 --> Y1	0,360135
hidden neuron 2 --> Y1	0,544837
hidden neuron 3 --> Y1	-0,145533
hidden neuron 4 --> Y1	-0,319494
hidden neuron 5 --> Y1	-0,262548
hidden neuron 6 --> Y1	0,075694
hidden neuron 7 --> Y1	-0,165867
hidden neuron 8 --> Y1	0,427978
hidden neuron 9 --> Y1	0,242768
hidden neuron 10 --> Y1	-0,348456
hidden neuron 11 --> Y1	-0,253543
hidden bias --> Y1	-0,088230

Продовження рисунку 3.2

Математичну модель другої нейронної мережі з архітектурою MLP12-11-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 11) оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки у загальному вигляді можна представити в наступному вигляді (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned}
 sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{111}^{(1)} p_{11} + v_{112}^{(1)} x_{12} + s_1^{(1)}) \\
 sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)} p_1 + v_{23}^{(1)} p_3 + \dots + v_{211}^{(1)} p_{11} + v_{212}^{(1)} x_{12} + s_2^{(1)}) \\
 sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)} p_1 + v_{33}^{(1)} p_3 + \dots + v_{311}^{(1)} p_{11} + v_{312}^{(1)} x_{12} + s_3^{(1)}) \\
 sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)} p_1 + v_{43}^{(1)} p_3 + \dots + v_{411}^{(1)} p_{11} + v_{412}^{(1)} x_{12} + s_4^{(1)}) \\
 sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)} p_1 + v_{53}^{(1)} p_3 + \dots + v_{511}^{(1)} p_{11} + v_{512}^{(1)} x_{12} + s_5^{(1)}) \\
 sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)} p_1 + v_{63}^{(1)} p_3 + \dots + v_{611}^{(1)} p_{11} + v_{612}^{(1)} x_{12} + s_6^{(1)}) \\
 sn_7^{(2)} &= f(v_{71}^{(1)} p_1 + v_{73}^{(1)} p_3 + \dots + v_{711}^{(1)} p_{11} + v_{712}^{(1)} x_{12} + s_7^{(1)}) \\
 sn_8^{(2)} &= f(v_{81}^{(1)} p_1 + v_{83}^{(1)} p_3 + \dots + v_{811}^{(1)} p_{11} + v_{812}^{(1)} x_{12} + s_8^{(1)}) \\
 sn_9^{(2)} &= f(v_{91}^{(1)} p_1 + v_{93}^{(1)} p_3 + \dots + v_{911}^{(1)} p_{11} + v_{912}^{(1)} x_{12} + s_9^{(1)}) \\
 sn_{10}^{(2)} &= f(v_{101}^{(1)} p_1 + v_{103}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1011}^{(1)} p_{11} + v_{1012}^{(1)} x_{12} + s_{10}^{(1)}) \\
 sn_{11}^{(2)} &= f(v_{111}^{(1)} p_1 + v_{113}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1111}^{(1)} p_{11} + v_{1112}^{(1)} x_{12} + s_{11}^{(1)}) \\
 \tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)} sn_1^{(2)} + v_2^{(2)} sn_2^{(2)} + v_3^{(2)} sn_3^{(2)} + v_4^{(2)} sn_4^{(2)} + v_5^{(2)} sn_5^{(2)} \\
 &\quad + v_6^{(2)} sn_6^{(2)} + v_7^{(2)} sn_7^{(2)} + v_8^{(2)} sn_8^{(2)} + v_9^{(2)} sn_9^{(2)} + v_{10}^{(2)} sn_{10}^{(2)} \\
 &\quad + v_{11}^{(2)} sn_{11}^{(2)} + s^{(2)})
 \end{aligned} \tag{3.2}$$

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

$sn_1^{(2)}$  – вихід першого прихованого нейрону в розрізі другого шару нейронної мережі, входи якого є приховані нейрони першого шару  $v_{11}^{(1)} p_1, v_{13}^{(1)} p_3, \dots, v_{111}^{(1)} p_{11}, v_{112}^{(1)} p_{12}$  та  $s_1^{(1)}$ . Інші  $sn_2^{(2)}, sn_3^{(2)}, sn_4^{(2)}, sn_5^{(2)}, sn_6^{(2)}, sn_7^{(2)}, sn_8^{(2)}, sn_9^{(2)}, sn_{10}^{(2)}, sn_{11}^{(2)}$  – аналогічно;

$sn^{(3)}$  - вихід прихованих нейронів в розрізі третього шару нейронної мережі; входами для даних виходів є зважені виходи прихованих нейронів другого шару

нейронної мережі  $sn_1^{(2)}$ ,  $sn_2^{(2)}$ ,  $sn_3^{(2)}$ ,  $sn_4^{(2)}$ ,  $sn_5^{(2)}$ ,  $sn_6^{(2)}$ ,  $sn_7^{(2)}$ ,  $sn_8^{(2)}$ ,  $sn_9^{(2)}$ ,  $sn_{10}^{(2)}$ ,  $sn_{11}^{(2)}$ .

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

$$OUT = (net) \quad (3.3)$$

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

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

Переходячи до опису моделі (1) на основі реальних даних отримаємо:

$$\begin{aligned} sn_1^{(2)} &= f(0,0458p_1 + 0,0682p_2 + 0,2833p_3 + 0,0672p_4 + 0,1134p_5 + 0,1295p_6 - 0,0131p_7 + 0,0265p_8 - 0,0268p_9 + 0,0736p_{10} + 0,0643x_{11} + 0,0775x_{12} + 0,2083) \\ sn_2^{(2)} &= f(0,0883p_1 + 0,1515p_2 + 0,1306p_3 + 0,0129p_4 + 0,1392p_5 + 0,0685p_6 - 0,0086p_7 + 0,0408p_8 + 0,0760p_9 - 0,0360p_{10} + 0,0477x_{11} + 0,1036x_{12} + 0,2514) \\ sn_3^{(2)} &= f(-0,0002p_1 + 0,1515p_2 + 0,0160p_3 + 0,0407p_4 + 2,3306p_5 + 0,0233p_6 - 0,0065p_7 + 0,0519p_8 - 0,0718p_9 + 0,0010p_{10} + 0,0326x_{11} - 0,0472x_{12} + 0,1195) \\ sn_4^{(2)} &= f(0,1601p_1 + 0,0804p_2 + 0,0227p_3 + 0,0054p_4 + 0,0602p_5 - 0,1135p_6 - 0,0010p_7 + 0,0443p_8 + 0,0464p_9 - 0,0261p_{10} + 0,0209x_{11} + 0,1200x_{12} + 0,3158) \\ sn_5^{(2)} &= f(-0,0369p_1 + 0,3326p_2 + 0,0600p_3 + 0,0895p_4 - 0,0729p_5 - 0,0456p_6 + 0,0124p_7 + 0,0453p_8 + 0,0416p_9 - 0,0172p_{10} + 0,2694x_{11} + 0,0473x_{12} + 0,01778) \\ sn_6^{(2)} &= f(0,0317p_1 - 0,1323p_2 + 0,0090p_3 + 0,1357p_4 + 0,1193p_5 + 0,0053p_6 + 0,0022p_7 - 0,0266p_8 - 0,0160p_9 - 0,0044p_{10} - 0,0913x_{11} + 0,0816x_{12} - 0,0336) \end{aligned} \quad (3.4)$$

$$\begin{aligned}
sn_7^{(2)} &= f(-0,0627p_1 + 0,2191p_2 + 0,0591p_3 - 0,0621p_4 + 0,0613p_5 \\
&\quad + 0,0002p_6 - 0,0114p_7 + 0,0110p_8 + 0,1601p_9 \\
&\quad - 0,0007p_{10} + 0,0397x_{11} + 0,0904x_{12} + 0,1313) \\
sn_8^{(2)} &= f(0,0092p_1 - 0,1356p_2 + 0,0211p_3 + 0,1586p_4 - 0,1173p_5 \\
&\quad - 0,0134p_6 + 0,0444p_7 + 0,0861p_8 + 0,1066p_9 \\
&\quad + 0,0394p_{10} + 0,1379x_{11} + 0,0816x_{12} + 0,2457) \\
sn_9^{(2)} &= f(0,0210p_1 + 0,1659p_2 + 0,0552p_3 + 0,0616p_4 + 0,1129p_5 \\
&\quad + 0,0153p_6 + 0,0555p_7 + 0,1150p_8 + 0,0327p_9 \\
&\quad + 0,0292p_{10} + 0,2289x_{11} + 0,0903 + 0,0916) \\
sn_{10}^{(2)} &= f(0,0059p_1 + 0,1144p_2 + 0,0301p_3 + 0,1280p_4 + 0,0604p_5 \\
&\quad - 0,0104p_6 - 0,0280p_7 + 0,0279p_8 + 0,0209p_9 \\
&\quad + 0,2529p_{10} + 0,1900x_{11} - 0,0427x_{12} + 0,1189) \\
sn_{11}^{(2)} &= f(0,0851p_1 - 0,2196p_2 + 0,0445p_3 + 0,1082p_4 + 0,0167p_5 \\
&\quad - 0,0018p_6 + 0,0656p_7 + 0,2284p_8 - 0,0193p_9 \\
&\quad - 0,2515p_{10} - 0,0113x_{11} + 0,0334x_{12} + 0,1963) \\
\tilde{R} = h^{(3)} &= f(0,3601sn_1^{(2)} + 0,5448sn_2^{(2)} - 0,1455sn_3^{(2)} - 0,3195sn_4^{(2)} \\
&\quad - 0,2625sn_5^{(2)} + 0,0757sn_6^{(2)} - 0,1659sn_7^{(2)} \\
&\quad + 0,4280sn_8^{(2)} + 0,2428sn_9^{(2)} - 0,3485sn_{10}^{(2)} \\
&\quad - 0,2535sn_{11}^{(2)} - 0,0882)
\end{aligned}$$

Навантаження зареєстрованих безробітних на одну вакансію (на кінець звітного періоду; осіб) в розрізі законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі) наведено на рисунку 3.3.

Наступним етапом є прогнозування майбутніх рівнів досліджуваного показника. Для цього розглянемо статистики передбачених значень (рисунок 3.4) та чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів (рисунок 3.5, 3.6).

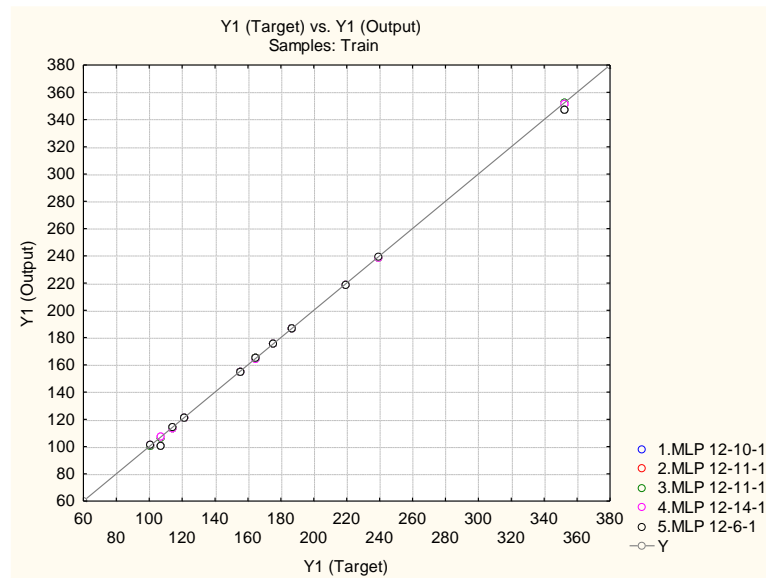


Рисунок 3.3 – Співвідношення фактичних та прогнозних рівнів Навантаження зареєстрованих безробітних на одну вакансію (на кінець звітного періоду; осіб) в розрізі законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі)

Statistics	Predictions statistics (Spreadsheet1.sta)				
	Target: Y1				
	1.MLP 12-10-1	2.MLP 12-11-1	3.MLP 12-11-1	4.MLP 12-14-1	5.MLP 12-6-1
Minimum prediction (Train)	100,6684	100,5080	100,5436	101,0126	100,4973
Maximum prediction (Train)	351,9422	351,8916	352,1060	351,6748	347,6935
Minimum prediction (Test)	100,6684	100,5080	100,5436	101,0126	101,2962
Maximum prediction (Test)	238,9702	238,9844	238,9763	238,8652	239,0717
Minimum prediction (Validation)					
Maximum prediction (Validation)					
Minimum residual (Train)	-0,0774	-0,1084	-0,1534	-0,3252	-6,4112
Maximum residual (Train)	0,1778	0,1242	0,1060	0,5219	0,8056
Minimum residual (Test)	-0,0298	-0,0156	-0,1091	-0,1348	0,0717
Maximum residual (Test)	0,1778	0,0174	0,0529	0,5219	0,8056
Minimum residual (Validation)					
Maximum residual (Validation)					
Minimum standard residual (Train)	-1,0853	-1,7766	-1,7611	-1,2548	-2,4784
Maximum standard residual (Train)	2,4915	2,0345	1,2170	2,0131	0,3114
Minimum standard residual (Test)	-0,2601	-1,0648	-1,9676	-0,4639	0,1663
Maximum standard residual (Test)	1,5501	1,1875	0,9540	1,7964	1,8696
Minimum standard residual (Validation)					
Maximum standard residual (Validation)					

Рисунок 3.4 – Статистики передбачених значень

Sensitivity analysis (Spreadsheet1.sta)												
Samples: Train												
Networks	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
1.MLP 12-10-1	10407,02	492672,3	88015,9	296779	515881,3	87592,2	1096621	27301,4	4141,307	794959,8	636025,2	230,00
2.MLP 12-11-1	39923,30	289433,3	15189,6	102805	359315,2	59819,5	816060	44037,4	116,254	560894,4	378045,3	36681,32
3.MLP 12-11-1	25193,82	50703,0	4224,5	110107	110412,6	29914,8	241752	17857,21	95,582	231092,0	92293,4	39937,72
4.MLP 12-14-1	1509,47	30245,5	7066,1	225022	39806,5	6841,7	85258	1521,3	279,61	63788,6	47399,0	185,92
5.MLP 12-6-1	177,99	283,9	11,60	35	54,2	244,57	769	592,01	3,763	772,0	596,4	233,49
Average	15442,32	172667,6	22901,5	866203	205094,1	36882,5	448092	18261,90	927,304	330301,4	230871,8	15453,6

Рисунок 3.5 – Чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів

Pointwise sensitivity analysis for Y1 (Spreadsheet1.sta)												
Network: 2.MLP 12-11-1												
Grid points	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity
Minimum	20,68544	44,27341	-13,1870	87,1301	-58,972	27,4124	-73,227	14,70877	0,117550	-71,0883	57,9705	15,35883
2	20,63282	44,0510	-13,3560	89,0983	-59,022	28,09721	-73,5364	14,84142	0,14541	-70,5837	58,92321	15,4435
3	20,5745	43,84844	-13,5273	91,1301	-59,0817	28,79727	-73,865	14,97907	0,17383	-70,1024	59,90460	15,52781
4	20,5104	43,6651	-13,7005	93,2274	-59,149	29,5129	-74,2164	15,12180	0,20280	-69,6443	60,91554	15,6115
5	20,4403	43,50110	-13,876	95,3922	-59,2264	30,24470	-74,588	15,2696	0,23234	-69,208	61,95684	15,69473
6	20,36391	43,35590	-14,0552	97,626	-59,3122	30,9927	-74,982	15,42282	0,262460	-68,795	63,02931	15,77731
7	20,2809	43,2293	-14,2360	99,932	-59,4070	31,75754	-75,3992	15,5812	0,293154	-68,404	64,13383	15,8592
8	20,19122	43,12124	-14,4192	102,312	-59,510	32,53940	-75,838	15,7451	0,32443	-68,035	65,27127	15,94050
9	20,0944	43,03132	-14,605	104,768	-59,6237	33,33872	-76,300	15,91452	0,356322	-67,6882	66,44253	16,02101
Maximum	19,9904	42,95940	-14,7932	107,3033	-59,745	34,1558	-76,7867	16,0894	0,388813	-67,3617	67,6485	16,10074

Рисунок 3.6 – Чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів за обраної нейромережевою моделлю MLP12-11-1

Аналіз статистичних характеристик моделей нейронних мереж, свідчить про високу якість моделей (незначну варіацію мінімальних та максимальних рівнів як в межах навчальної, так і контрольної та тестової вибірок) та допустимий рівень чутливості моделей до зміни масштабу вхідних даних.

Крок 3.2. Дослідження залежності У2 Навантаження зареєстрованих безробітних на одну вакансію (на кінець звітного періоду; осіб) в напрямку професіонали (рисунок 3.7).

Summary of active networks (Spreadsheet1.sta)									
Index	Net. name	Training perf.	Test perf.	Training error	Test error	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
1	MLP 12-5-1	0,99998	1,00000	0,00000	0,00000	BFGS 53	SOS	Exponential	TanH
2	MLP 12-14-1	0,99999	1,00000	0,00001	0,00000	BFGS 23	SOS	Exponential	TanH
3	MLP 12-8-1	0,999851	0,99999	0,000031	0,00001	BFGS 44	SOS	TanH	TanH
4	MLP 12-13-1	1,00000	1,00000	0,00000	0,00000	BFGS 97	SOS	Exponential	Identity
5	MLP 12-4-1	0,99997	0,99999	0,00002	0,00000	BFGS 40	SOS	Logistic	Sine

Рисунок 3.7 – Результати побудови моделей нейронних мереж регресійної залежності У2 від регресорів



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

Рисунок 3.8 – Фрагмент архітектури нейронної мережі дванадцятишарового перспептрону із 11 прихованими шарами MLP12-11-1

Weight ID	Connections 4.MLP 12-13-1	Weight values 4.MLP 12-13-1	Weight ID	Connections 4.MLP 12-13-1	Weight values 4.MLP 12-13-1
55	X5 -> hidden neuron 3	-0,066398	82	X7 -> hidden neuron 4	-0,035046
56	X5 -> hidden neuron 4	0,082917	83	X7 -> hidden neuron 5	0,001614
57	X5 -> hidden neuron 5	-0,000962	84	X7 -> hidden neuron 6	-0,026786
58	X5 -> hidden neuron 6	-0,100579	85	X7 -> hidden neuron 7	0,007408
59	X5 -> hidden neuron 7	0,083145	86	X7 -> hidden neuron 8	0,007734
60	X5 -> hidden neuron 8	0,038122	87	X7 -> hidden neuron 9	-0,030004
61	X5 -> hidden neuron 9	-0,001876	88	X7 -> hidden neuron 10	0,019347
62	X5 -> hidden neuron 10	0,023419	89	X7 -> hidden neuron 11	0,006672
63	X5 -> hidden neuron 11	0,011767	90	X7 -> hidden neuron 12	0,003781
64	X5 -> hidden neuron 12	0,008305	91	X7 -> hidden neuron 13	0,010109
65	X5 -> hidden neuron 13	0,007539	92	X8 -> hidden neuron 1	-0,007692
66	X6 -> hidden neuron 1	0,021921	93	X8 -> hidden neuron 2	-0,001631
67	X6 -> hidden neuron 2	-0,013910	94	X8 -> hidden neuron 3	0,015794
68	X6 -> hidden neuron 3	0,010077	95	X8 -> hidden neuron 4	-0,004738
69	X6 -> hidden neuron 4	0,003587	96	X8 -> hidden neuron 5	-0,004211
70	X6 -> hidden neuron 5	-0,005734	97	X8 -> hidden neuron 6	0,110463
71	X6 -> hidden neuron 6	-0,002093	98	X8 -> hidden neuron 7	0,169172
72	X6 -> hidden neuron 7	0,004906	99	X8 -> hidden neuron 8	0,256487
73	X6 -> hidden neuron 8	0,001380	100	X8 -> hidden neuron 9	0,209658
74	X6 -> hidden neuron 9	-0,022032	101	X8 -> hidden neuron 10	-0,122137
75	X6 -> hidden neuron 10	0,027732	102	X8 -> hidden neuron 11	0,162010
76	X6 -> hidden neuron 11	-0,001685	103	X8 -> hidden neuron 12	-0,058981
77	X6 -> hidden neuron 12	-0,024173	104	X8 -> hidden neuron 13	0,230299
78	X6 -> hidden neuron 13	-0,017223	105	X9 -> hidden neuron 1	0,020328
79	X7 -> hidden neuron 1	-0,002216	106	X9 -> hidden neuron 2	-0,301926
80	X7 -> hidden neuron 2	-0,008018	107	X9 -> hidden neuron 3	0,203049
81	X7 -> hidden neuron 3	-0,006139	108	X9 -> hidden neuron 4	0,181269
82	X7 -> hidden neuron 4	-0,035046	109	X9 -> hidden neuron 5	-0,005258

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

Продовження рисунку 3.8

Математичну модель третьої нейронної мережі з архітектурою MLP12-6-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 6) оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору

економіки у загальному вигляді можна представити в наступному вигляді (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned}
 sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{111}^{(1)} p_{11} + v_{112}^{(1)} x_{12} + s_1^{(1)}) \\
 sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)} p_1 + v_{23}^{(1)} p_3 + \dots + v_{211}^{(1)} p_{11} + v_{212}^{(1)} x_{12} + s_2^{(1)}) \\
 sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)} p_1 + v_{33}^{(1)} p_3 + \dots + v_{311}^{(1)} p_{11} + v_{312}^{(1)} x_{12} + s_3^{(1)}) \\
 sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)} p_1 + v_{43}^{(1)} p_3 + \dots + v_{411}^{(1)} p_{11} + v_{412}^{(1)} x_{12} + s_4^{(1)}) \\
 sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)} p_1 + v_{53}^{(1)} p_3 + \dots + v_{511}^{(1)} p_{11} + v_{512}^{(1)} x_{12} + s_5^{(1)}) \\
 sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)} p_1 + v_{63}^{(1)} p_3 + \dots + v_{611}^{(1)} p_{11} + v_{612}^{(1)} x_{12} + s_6^{(1)}) \\
 \tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)} sn_1^{(2)} + v_2^{(2)} sn_2^{(2)} + v_3^{(2)} sn_3^{(2)} + v_4^{(2)} sn_4^{(2)} + v_5^{(2)} sn_5^{(2)} \\
 &\quad + v_6^{(2)} sn_6^{(2)} + s^{(2)})
 \end{aligned} \tag{3.5}$$

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

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

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

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

$$OUT = \sin(net) \tag{3.6}$$

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

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

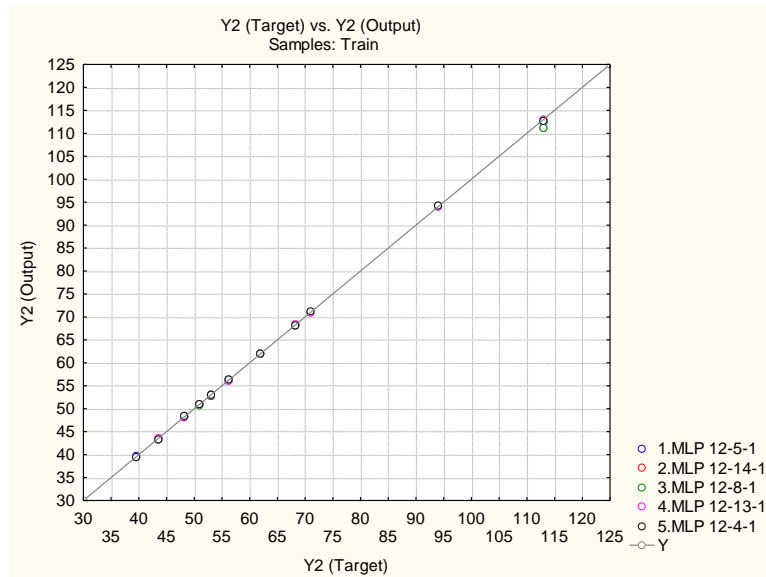


Рисунок 3.9 – Співвідношення фактичних та прогнозних рівнів Навантаження зареєстрованих безробітних на одну вакансію (на кінець звітного періоду; осіб) в розрізі професіоналів

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

Рисунок 3.10 – Статистики передбачених значень

Networks	Sensitivity analysis (Spreadsheet1.sta)											
	Samples: Train											
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
1.MLP 12-5-1	177,08	73,6	275,6	1495,4	1673	91,28	1747,5	176,9	32,51	5794	770,5	207,5
2.MLP 12-14-1	1465,28	3421,6	249,1	23074,0	4327	1123,50	17693,5	2904,3	293,06	21930	10559,1	1059,4
3.MLP 12-8-1	673,56	592,5	12,3	1837,3	831	140,12	788,6	1233,5	455,59	1556	2449,5	242,6
4.MLP 12-13-1	89129,88	266867,9	700378,1	652342,9	1446140	46248,07	266013,8	610965,0	51300,99	3278537	372487,4	403244,4
5.MLP 12-4-1	209,56	45,3	649,8	847,2	3093	63,13	902,5	439,2	14,38	7329	532,2	80,6
Average	18331,07	54200,2	140313,0	135919,3	291213	9533,22	57429,2	123143,8	10419,29	663029	77359,7	80966,9

Рисунок 3.11 – Чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів

Grid points	Pointwise sensitivity analysis for Y2 (Spreadsheet1.sta)											
	Network: 4.MLP 12-13-1											
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity
Minimum	3,042975	4,736830	8,019900	7,969635	-11,7600	2,520220	-4,65847	6,177687	-2,64430	-18,2940	5,341430	4,981960
2	3,067680	4,823930	8,22300	8,078180	-11,8430	2,587820	-4,66340	6,333620	-2,67170	-17,9720	5,467220	5,078560
3	3,092670	4,912560	8,43130	8,189680	-11,9300	2,656680	-4,66870	6,493380	-2,69940	-17,6620	5,595650	5,176990
4	3,117930	5,002740	8,64510	8,304190	-12,0200	2,726820	-4,67440	6,657040	-2,72740	-17,3630	5,726780	5,277270
5	3,143460	5,094500	8,86440	8,421770	-12,1140	2,798250	-4,68050	6,824700	-2,75560	-17,0770	5,860650	5,379440
6	3,169280	5,187880	9,08940	8,542480	-12,2120	2,871010	-4,68690	6,996460	-2,78410	-16,8010	5,997330	5,483530
7	3,195380	5,282890	9,32020	8,666390	-12,3140	2,945120	-4,69380	7,172390	-2,81290	-16,5370	6,136870	5,589590
8	3,221770	5,379560	9,55700	8,793550	-12,4200	3,020590	-4,70100	7,352620	-2,84200	-16,2830	6,279340	5,697640
9	3,248450	5,477930	9,80000	8,924040	-12,5300	3,097460	-4,70850	7,537230	-2,87130	-16,0390	6,424780	5,807730
Maximum	3,275420	5,578010	10,04920	9,057920	-12,6440	3,175740	-4,71650	7,726320	-2,90090	-15,8060	6,573270	5,919890

Рисунок 3.12 – Чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів за обраної нейромережевою моделлю MLP12-11-1

Крок 3.3. Дослідження залежності УЗ Навантаження зареєстрованих безробітних на одну вакансію (на кінець звітної періоду; осіб) в напрямку фахівці (рисунок 3.13).

Summary of active networks (Spreadsheet1.sta)									
Index	Net. name	Training perf.	Test perf.	Training error	Test error	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
1	MLP 12-10-1	0,999988	1,000000	0,000007	0,000000	BFGS 75	SOS	TanH	TanH
2	MLP 12-4-1	0,999999	0,999999	0,000000	0,000000	BFGS 35	SOS	TanH	Identity
3	MLP 12-14-1	0,999995	0,999998	0,000010	0,000000	BFGS 70	SOS	TanH	TanH
4	MLP 12-4-1	0,999977	0,999999	0,000010	0,000000	BFGS 40	SOS	Identity	TanH
5	MLP 12-8-1	0,999999	1,000000	0,000000	0,000000	BFGS 53	SOS	Identity	Identity

Рисунок 3.13 – Результати побудови моделей нейронних мереж регресійної залежності УЗ від регресорів

Weight ID	Connections 1.MLP 12-10-1	Weight values 1.MLP 12-10-1	Weight ID	Connections 1.MLP 12-10-1	Weight values 1.MLP 12-10-1
1	X1 -> hidden neuron 1	0,00486	28	X3 -> hidden neuron 8	0,23491
2	X1 -> hidden neuron 2	-0,41502	29	X3 -> hidden neuron 9	-0,20197
3	X1 -> hidden neuron 3	0,16502	30	X3 -> hidden neuron 10	-0,05694
4	X1 -> hidden neuron 4	-0,65239	31	X4 -> hidden neuron 1	-0,20103
5	X1 -> hidden neuron 5	0,13592	32	X4 -> hidden neuron 2	0,21059
6	X1 -> hidden neuron 6	0,01647	33	X4 -> hidden neuron 3	-0,07081
7	X1 -> hidden neuron 7	0,46887	34	X4 -> hidden neuron 4	-0,35516
8	X1 -> hidden neuron 8	-0,35643	35	X4 -> hidden neuron 5	0,24797
9	X1 -> hidden neuron 9	0,13902	36	X4 -> hidden neuron 6	0,02970
10	X1 -> hidden neuron 10	0,47001	37	X4 -> hidden neuron 7	-0,27810
11	X2 -> hidden neuron 1	-0,41828	38	X4 -> hidden neuron 8	-0,17179
12	X2 -> hidden neuron 2	0,33487	39	X4 -> hidden neuron 9	-0,12146
13	X2 -> hidden neuron 3	0,00778	40	X4 -> hidden neuron 10	-0,36905
14	X2 -> hidden neuron 4	0,31062	41	X5 -> hidden neuron 1	-0,05673
15	X2 -> hidden neuron 5	-0,01969	42	X5 -> hidden neuron 2	-0,12160
16	X2 -> hidden neuron 6	0,39618	43	X5 -> hidden neuron 3	-0,03276
17	X2 -> hidden neuron 7	-0,18048	44	X5 -> hidden neuron 4	-0,23186
18	X2 -> hidden neuron 8	-0,00885	45	X5 -> hidden neuron 5	-0,10399
19	X2 -> hidden neuron 9	-0,30488	46	X5 -> hidden neuron 6	0,07109
20	X2 -> hidden neuron 10	0,34449	47	X5 -> hidden neuron 7	-0,35668
21	X3 -> hidden neuron 1	-0,05402	48	X5 -> hidden neuron 8	-0,09709
22	X3 -> hidden neuron 2	-0,35316	49	X5 -> hidden neuron 9	0,58689
23	X3 -> hidden neuron 3	0,26805	50	X5 -> hidden neuron 10	-0,25317
24	X3 -> hidden neuron 4	-0,12830	51	X6 -> hidden neuron 1	-0,13672
25	X3 -> hidden neuron 5	0,04387	52	X6 -> hidden neuron 2	0,55394
26	X3 -> hidden neuron 6	0,12209	53	X6 -> hidden neuron 3	-0,39823
27	X3 -> hidden neuron 7	0,04989	54	X6 -> hidden neuron 4	-0,10880
28	X3 -> hidden neuron 8	0,23491	55	X6 -> hidden neuron 5	0,10017
55	X6 -> hidden neuron 5	0,10017	82	X9 -> hidden neuron 2	-0,50210
56	X6 -> hidden neuron 6	-0,15840	83	X9 -> hidden neuron 3	0,34463
57	X6 -> hidden neuron 7	-0,11006	84	X9 -> hidden neuron 4	-0,22606
58	X6 -> hidden neuron 8	0,00086	85	X9 -> hidden neuron 5	0,25443
59	X6 -> hidden neuron 9	0,54731	86	X9 -> hidden neuron 6	-0,20120
60	X6 -> hidden neuron 10	0,13937	87	X9 -> hidden neuron 7	-0,38267
61	X7 -> hidden neuron 1	-0,47221	88	X9 -> hidden neuron 8	0,25540
62	X7 -> hidden neuron 2	-0,17685	89	X9 -> hidden neuron 9	-0,05582
63	X7 -> hidden neuron 3	-0,02822	90	X9 -> hidden neuron 10	-0,28600
64	X7 -> hidden neuron 4	-0,39355	91	X10 -> hidden neuron 1	0,19161
65	X7 -> hidden neuron 5	0,78762	92	X10 -> hidden neuron 2	-0,50444
66	X7 -> hidden neuron 6	-0,54856	93	X10 -> hidden neuron 3	-0,13266
67	X7 -> hidden neuron 7	0,77711	94	X10 -> hidden neuron 4	0,57359
68	X7 -> hidden neuron 8	-0,76793	95	X10 -> hidden neuron 5	0,08765
69	X7 -> hidden neuron 9	0,17054	96	X10 -> hidden neuron 6	-0,02582
70	X7 -> hidden neuron 10	1,22621	97	X10 -> hidden neuron 7	0,38097
71	X8 -> hidden neuron 1	-0,85761	98	X10 -> hidden neuron 8	-0,12491
72	X8 -> hidden neuron 2	0,49150	99	X10 -> hidden neuron 9	-0,52083
73	X8 -> hidden neuron 3	0,04212	100	X10 -> hidden neuron 10	0,49899
74	X8 -> hidden neuron 4	0,23437	101	X11 -> hidden neuron 1	-0,24137
75	X8 -> hidden neuron 5	-0,12180	102	X11 -> hidden neuron 2	-0,27873
76	X8 -> hidden neuron 6	0,48305	103	X11 -> hidden neuron 3	0,12334
77	X8 -> hidden neuron 7	-0,15112	104	X11 -> hidden neuron 4	-0,71896
78	X8 -> hidden neuron 8	-0,04731	105	X11 -> hidden neuron 5	-0,09757
79	X8 -> hidden neuron 9	-0,36664	106	X11 -> hidden neuron 6	0,99724
80	X8 -> hidden neuron 10	0,30330	107	X11 -> hidden neuron 7	0,04049
81	X9 -> hidden neuron 1	-0,14217	108	X11 -> hidden neuron 8	-0,17799
82	X9 -> hidden neuron 2	-0,50210	109	X11 -> hidden neuron 9	-0,06010

Рисунок 3.14 – Фрагмент архітектури нейронної мережі дванадцятишарового перспетрону із 11 прихованими шарами MLP12-11-1

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

Продовження рисунку 3.14

Математичну модель нейронної мережі з архітектурою MLP12-10-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 10) оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки у загальному вигляді можна представити в наступному вигляді (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned}
 sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{111}^{(1)} p_{11} + v_{112}^{(1)} x_{12} + s_1^{(1)}) \\
 sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)} p_1 + v_{23}^{(1)} p_3 + \dots + v_{211}^{(1)} p_{11} + v_{212}^{(1)} x_{12} + s_2^{(1)}) \\
 sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)} p_1 + v_{33}^{(1)} p_3 + \dots + v_{311}^{(1)} p_{11} + v_{312}^{(1)} x_{12} + s_3^{(1)}) \\
 sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)} p_1 + v_{43}^{(1)} p_3 + \dots + v_{411}^{(1)} p_{11} + v_{412}^{(1)} x_{12} + s_4^{(1)}) \\
 sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)} p_1 + v_{53}^{(1)} p_3 + \dots + v_{511}^{(1)} p_{11} + v_{512}^{(1)} x_{12} + s_5^{(1)}) \\
 sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)} p_1 + v_{63}^{(1)} p_3 + \dots + v_{611}^{(1)} p_{11} + v_{612}^{(1)} x_{12} + s_6^{(1)}) \\
 sn_7^{(2)} &= f(v_{71}^{(1)} p_1 + v_{73}^{(1)} p_3 + \dots + v_{711}^{(1)} p_{11} + v_{712}^{(1)} x_{12} + s_7^{(1)}) \\
 sn_8^{(2)} &= f(v_{81}^{(1)} p_1 + v_{83}^{(1)} p_3 + \dots + v_{811}^{(1)} p_{11} + v_{812}^{(1)} x_{12} + s_8^{(1)}) \\
 sn_9^{(2)} &= f(v_{91}^{(1)} p_1 + v_{93}^{(1)} p_3 + \dots + v_{911}^{(1)} p_{11} + v_{912}^{(1)} x_{12} + s_9^{(1)})
 \end{aligned} \tag{3.7}$$

$$\begin{aligned} sn_{10}^{(2)} &= f(v_{101}^{(1)}p_1 + v_{103}^{(1)}p_3 + \dots + v_{1011}^{(1)}p_{11} + v_{1012}^{(1)}x_{12} + s_{10}^{(1)}) \\ \tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)}sn_1^{(2)} + v_2^{(2)}sn_2^{(2)} + v_3^{(2)}sn_3^{(2)} + v_4^{(2)}sn_4^{(2)} + v_5^{(2)}sn_5^{(2)} \\ &\quad + v_6^{(2)}sn_6^{(2)} + v_7^{(2)}sn_7^{(2)} + v_8^{(2)}sn_8^{(2)} + v_9^{(2)}sn_9^{(2)} + v_{10}^{(2)}sn_{10}^{(2)} \\ &\quad + s_{10}^{(2)}) \end{aligned}$$

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

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

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

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

$$OUT = \tan(net) \quad (3.8)$$

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

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



Statistics	Predictions statistics (Spreadsheet1.sta)				
	Target: Y3				
	1.MLP 12-10-1	2.MLP 12-4-1	3.MLP 12-14-1	4.MLP 12-4-1	5.MLP 12-8-1
Minimum prediction (Train)	66,1138	65,9219	65,8965	65,9701	65,9850
Maximum prediction (Train)	171,8195	172,7750	171,1777	171,5495	172,8041
Minimum prediction (Test)	80,5230	80,4770	80,4991	80,5179	80,5175
Maximum prediction (Test)	126,0116	125,9538	126,0973	126,0780	126,0163
Minimum prediction (Validation)					
Maximum prediction (Validation)					
Minimum residual (Train)	-1,1805	-0,2250	-1,8223	-1,4505	-0,1959
Maximum residual (Train)	0,1138	0,0669	0,1440	0,0793	0,1029
Minimum residual (Test)	-0,0270	-0,0656	-0,0222	-0,0033	-0,0148
Maximum residual (Test)	0,0116	0,0210	0,0973	0,0793	0,0330
Minimum residual (Validation)					
Maximum residual (Validation)					
Minimum standard residual (Train)	-2,9717	-2,5159	-2,9810	-2,9899	-2,5440
Maximum standard residual (Train)	0,2864	0,7482	0,2355	0,1634	1,3369
Minimum standard residual (Test)	-2,2307	-1,2639	-0,3996	-0,0696	-0,8694
Maximum standard residual (Test)	0,9590	0,4045	1,7559	1,6466	1,9443
Minimum standard residual (Validation)					
Maximum standard residual (Validation)					

Рисунок 3.15 – Статистики передбачених значень

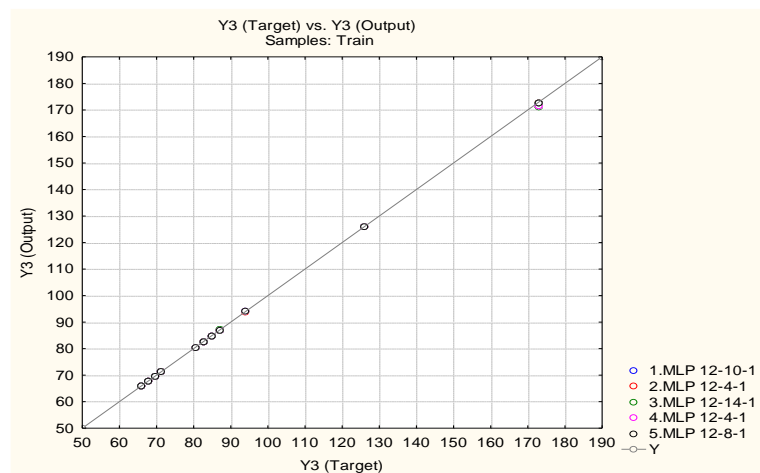


Рисунок 3.16 – Співвідношення фактичних та прогнозних рівнів Навантаження зареєстрованих безробітних на одну вакансію (на кінець звітної періоду; осіб)

Networks	Sensitivity analysis (Spreadsheet1.sta)											
	Samples: Train											
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
1.MLP 12-10-1	3379,531	5030,45	206,845	16021,5	8451,40	366,014	15875,67	12796,04	570,258	11673,52	13430,28	6258,921
2.MLP 12-4-1	146,001	7552,03	1591,915	29584,0	30780,47	955,560	27108,46	29328,55	2616,440	61284,89	29808,87	1357,061
3.MLP 12-14-1	776,128	1928,47	79,962	6251,8	3168,11	162,705	4687,50	4800,80	487,626	4261,03	5356,96	1736,014
4.MLP 12-4-1	23,359	7719,81	704,810	21034,4	7769,15	749,855	11595,73	9129,42	1777,711	10197,04	13377,32	4419,369
5.MLP 12-8-1	215,914	29190,30	611,755	100941,5	50498,42	2560,115	58553,10	46391,37	4753,172	96548,96	61009,20	2588,883
Average	908,186	10284,21	639,055	34766,7	20133,52	958,850	23564,05	20489,24	2041,041	36793,09	24596,52	3272,050

Рисунок 3.17 – Чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів

Pointwise sensitivity analysis for Y3 (Spreadsheet1.sta)												
Network: 1.MLP 12-10-1												
Grid points	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity	Sensitivity
Minimum	42,3234	44,3351	-10,0171	58,967	-22,655	9,4886	-25,7581	62,4465	-15,840	-9,641	79,8281	-23,5187
2	42,15277	44,3370	-10,4414	76,221	-29,068	10,4541	-33,633	66,7651	-16,793	-15,492	92,180	-26,6421
3	41,3552	43,6445	-10,860	92,972	-36,3871	11,3854	-42,661	69,1640	-17,742	-24,421	100,0721	-29,792
4	39,9779	42,29891	-11,270	105,434	-44,2347	12,2600	-52,256	69,1641	-18,677	-37,162	101,1851	-32,8544
5	38,09981	40,38171	-11,666	109,9387	-52,0151	13,0544	-61,4821	66,5857	-19,5891	-53,63	94,833	-35,699
6	35,82241	38,0039	-12,0454	104,959	-58,9784	13,7446	-69,1921	61,6331	-20,464	-72,161	82,4574	-38,196
7	33,2581	35,2930	-12,401	92,111	-64,364	14,3081	-74,308	54,8638	-21,292	-89,23	66,928	-40,228
8	30,5195	32,37897	-12,731	75,1181	-67,5814	14,7250	-76,141	47,0505	-22,061	-100,657	51,213	-41,6977
9	27,7105	29,3827	-13,031	57,768	-68,350	14,9797	-74,597	38,9916	-22,759	-103,64	37,371	-42,543
Maximum	24,9203	26,4086	-13,299	42,541	-66,754	15,0627	-70,1651	31,3496	-23,375	-98,32	26,3021	-42,745

Рисунок 3.18 – Чутливість моделей обраних нейронних мереж в розрізі вхідних предикторів за обраної нейромережевою моделлю MLP12-11-1

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

Математичну модель четвертої нейронної мережі з архітектурою MLP12-13-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 13) оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки у загальному вигляді можна представити в наступному вигляді (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned}
 sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{111}^{(1)} p_{11} + v_{112}^{(1)} x_{12} + s_1^{(1)}) & (3.9) \\
 sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)} p_1 + v_{23}^{(1)} p_3 + \dots + v_{211}^{(1)} p_{11} + v_{212}^{(1)} x_{12} + s_2^{(1)}) \\
 sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)} p_1 + v_{33}^{(1)} p_3 + \dots + v_{311}^{(1)} p_{11} + v_{312}^{(1)} x_{12} + s_3^{(1)}) \\
 sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)} p_1 + v_{43}^{(1)} p_3 + \dots + v_{411}^{(1)} p_{11} + v_{412}^{(1)} x_{12} + s_4^{(1)}) \\
 sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)} p_1 + v_{53}^{(1)} p_3 + \dots + v_{511}^{(1)} p_{11} + v_{512}^{(1)} x_{12} + s_5^{(1)}) \\
 sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)} p_1 + v_{63}^{(1)} p_3 + \dots + v_{611}^{(1)} p_{11} + v_{612}^{(1)} x_{12} + s_6^{(1)}) \\
 sn_7^{(2)} &= f(v_{71}^{(1)} p_1 + v_{73}^{(1)} p_3 + \dots + v_{711}^{(1)} p_{11} + v_{712}^{(1)} x_{12} + s_7^{(1)}) \\
 sn_8^{(2)} &= f(v_{81}^{(1)} p_1 + v_{83}^{(1)} p_3 + \dots + v_{811}^{(1)} p_{11} + v_{812}^{(1)} x_{12} + s_8^{(1)}) \\
 sn_9^{(2)} &= f(v_{91}^{(1)} p_1 + v_{93}^{(1)} p_3 + \dots + v_{911}^{(1)} p_{11} + v_{912}^{(1)} x_{12} + s_9^{(1)}) \\
 sn_{10}^{(2)} &= f(v_{101}^{(1)} p_1 + v_{103}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1011}^{(1)} p_{11} + v_{1012}^{(1)} x_{12} + s_{10}^{(1)}) \\
 sn_{11}^{(2)} &= f(v_{111}^{(1)} p_1 + v_{113}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1111}^{(1)} p_{11} + v_{1112}^{(1)} x_{12} + s_{11}^{(1)}) \\
 sn_{12}^{(2)} &= f(v_{121}^{(1)} p_1 + v_{123}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1211}^{(1)} p_{11} + v_{1212}^{(1)} x_{12} + s_{12}^{(1)}) \\
 sn_{13}^{(2)} &= f(v_{131}^{(1)} p_1 + v_{133}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1311}^{(1)} p_{13} + v_{1312}^{(1)} x_{13} + s_{13}^{(1)})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tilde{R} = h^{(3)} = & f(v_1^{(2)} sn_1^{(2)} + v_2^{(2)} sn_2^{(2)} + v_3^{(2)} sn_3^{(2)} + v_4^{(2)} sn_4^{(2)} + v_5^{(2)} sn_5^{(2)} \\ & + v_6^{(2)} sn_6^{(2)} + v_7^{(2)} sn_7^{(2)} + v_8^{(2)} sn_8^{(2)} + v_9^{(2)} sn_9^{(2)} + v_{10}^{(2)} sn_{10}^{(2)} \\ & + v_{11}^{(2)} sn_{11}^{(2)} + v_{12}^{(2)} sn_{12}^{(2)} + v_{13}^{(2)} sn_{13}^{(2)} + s^{(2)} \end{aligned}$$

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

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

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

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

$$OUT = (net) \quad (3.10)$$

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

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

Математичну модель п'ятої нейронної мережі з архітектурою MLP12-14-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 14) оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки у загальному вигляді можна представити в наступному вигляді (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned}
 sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{111}^{(1)} p_{11} + v_{112}^{(1)} x_{12} + s_1^{(1)}) & (3.11) \\
 sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)} p_1 + v_{23}^{(1)} p_3 + \dots + v_{211}^{(1)} p_{11} + v_{212}^{(1)} x_{12} + s_2^{(1)}) \\
 sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)} p_1 + v_{33}^{(1)} p_3 + \dots + v_{311}^{(1)} p_{11} + v_{312}^{(1)} x_{12} + s_3^{(1)}) \\
 sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)} p_1 + v_{43}^{(1)} p_3 + \dots + v_{411}^{(1)} p_{11} + v_{412}^{(1)} x_{12} + s_4^{(1)}) \\
 sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)} p_1 + v_{53}^{(1)} p_3 + \dots + v_{511}^{(1)} p_{11} + v_{512}^{(1)} x_{12} + s_5^{(1)}) \\
 sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)} p_1 + v_{63}^{(1)} p_3 + \dots + v_{611}^{(1)} p_{11} + v_{612}^{(1)} x_{12} + s_6^{(1)}) \\
 sn_7^{(2)} &= f(v_{71}^{(1)} p_1 + v_{73}^{(1)} p_3 + \dots + v_{711}^{(1)} p_{11} + v_{712}^{(1)} x_{12} + s_7^{(1)}) \\
 sn_8^{(2)} &= f(v_{81}^{(1)} p_1 + v_{83}^{(1)} p_3 + \dots + v_{811}^{(1)} p_{11} + v_{812}^{(1)} x_{12} + s_8^{(1)}) \\
 sn_9^{(2)} &= f(v_{91}^{(1)} p_1 + v_{93}^{(1)} p_3 + \dots + v_{911}^{(1)} p_{11} + v_{912}^{(1)} x_{12} + s_9^{(1)}) \\
 sn_{10}^{(2)} &= f(v_{101}^{(1)} p_1 + v_{103}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1011}^{(1)} p_{11} + v_{1012}^{(1)} x_{12} + s_{10}^{(1)}) \\
 sn_{11}^{(2)} &= f(v_{111}^{(1)} p_1 + v_{113}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1111}^{(1)} p_{11} + v_{1112}^{(1)} x_{12} + s_{11}^{(1)}) \\
 sn_{12}^{(2)} &= f(v_{121}^{(1)} p_1 + v_{123}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1211}^{(1)} p_{11} + v_{1212}^{(1)} x_{12} + s_{12}^{(1)}) \\
 sn_{13}^{(2)} &= f(v_{131}^{(1)} p_1 + v_{133}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1311}^{(1)} p_{13} + v_{1312}^{(1)} x_{13} + s_{13}^{(1)}) \\
 sn_{14}^{(2)} &= f(v_{141}^{(1)} p_1 + v_{143}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1411}^{(1)} p_{13} + v_{1412}^{(1)} x_{13} + s_{14}^{(1)}) \\
 \tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)} sn_1^{(2)} + v_2^{(2)} sn_2^{(2)} + v_3^{(2)} sn_3^{(2)} + v_4^{(2)} sn_4^{(2)} + v_5^{(2)} sn_5^{(2)} \\
 &\quad + v_6^{(2)} sn_6^{(2)} + v_7^{(2)} sn_7^{(2)} + v_8^{(2)} sn_8^{(2)} + v_9^{(2)} sn_9^{(2)} + v_{10}^{(2)} sn_{10}^{(2)} \\
 &\quad + v_{11}^{(2)} sn_{11}^{(2)} + v_{12}^{(2)} sn_{12}^{(2)} + v_{13}^{(2)} sn_{13}^{(2)} + v_{14}^{(2)} sn_{14}^{(2)} + s^{(2)})
 \end{aligned}$$

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

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

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

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

$$OUT = \sin(net) \quad (3.12)$$

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

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

Математичну модель шостої нейронної мережі з архітектурою MLP12-12-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 12) оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки у загальному вигляді можна представити в наступному вигляді (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned} sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)}p_1 + v_{13}^{(1)}p_3 + \dots + v_{111}^{(1)}p_{11} + v_{112}^{(1)}x_{12} + s_1^{(1)}) \\ sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)}p_1 + v_{23}^{(1)}p_3 + \dots + v_{211}^{(1)}p_{11} + v_{212}^{(1)}x_{12} + s_2^{(1)}) \\ sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)}p_1 + v_{33}^{(1)}p_3 + \dots + v_{311}^{(1)}p_{11} + v_{312}^{(1)}x_{12} + s_3^{(1)}) \\ sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)}p_1 + v_{43}^{(1)}p_3 + \dots + v_{411}^{(1)}p_{11} + v_{412}^{(1)}x_{12} + s_4^{(1)}) \\ sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)}p_1 + v_{53}^{(1)}p_3 + \dots + v_{511}^{(1)}p_{11} + v_{512}^{(1)}x_{12} + s_5^{(1)}) \\ sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)}p_1 + v_{63}^{(1)}p_3 + \dots + v_{611}^{(1)}p_{11} + v_{612}^{(1)}x_{12} + s_6^{(1)}) \\ sn_7^{(2)} &= f(v_{71}^{(1)}p_1 + v_{73}^{(1)}p_3 + \dots + v_{711}^{(1)}p_{11} + v_{712}^{(1)}x_{12} + s_7^{(1)}) \end{aligned} \quad (3.13)$$

$$\begin{aligned}
sn_8^{(2)} &= f(v_{81}^{(1)} p_1 + v_{83}^{(1)} p_3 + \dots + v_{811}^{(1)} p_{11} + v_{812}^{(1)} x_{12} + s_8^{(1)}) \\
sn_9^{(2)} &= f(v_{91}^{(1)} p_1 + v_{93}^{(1)} p_3 + \dots + v_{911}^{(1)} p_{11} + v_{912}^{(1)} x_{12} + s_9^{(1)}) \\
sn_{10}^{(2)} &= f(v_{101}^{(1)} p_1 + v_{103}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1011}^{(1)} p_{11} + v_{1012}^{(1)} x_{12} + s_{10}^{(1)}) \\
sn_{11}^{(2)} &= f(v_{111}^{(1)} p_1 + v_{113}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1111}^{(1)} p_{11} + v_{1112}^{(1)} x_{12} + s_{11}^{(1)}) \\
sn_{12}^{(2)} &= f(v_{121}^{(1)} p_1 + v_{123}^{(1)} p_3 + \dots + v_{1211}^{(1)} p_{11} + v_{1212}^{(1)} x_{12} + s_{12}^{(1)}) \\
\tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)} sn_1^{(2)} + v_2^{(2)} sn_2^{(2)} + v_3^{(2)} sn_3^{(2)} + v_4^{(2)} sn_4^{(2)} + v_5^{(2)} sn_5^{(2)} \\
&\quad + v_6^{(2)} sn_6^{(2)} + v_7^{(2)} sn_7^{(2)} + v_8^{(2)} sn_8^{(2)} + v_9^{(2)} sn_9^{(2)} + v_{10}^{(2)} sn_{10}^{(2)} \\
&\quad + v_{11}^{(2)} sn_{11}^{(2)} + v_{12}^{(2)} sn_{12}^{(2)} + s^{(2)})
\end{aligned}$$

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

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

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

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

$$OUT = (net) \quad (3.14)$$

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

$net$  – сума вхідних сигналів, зважених на відповідні вагові коефіцієнти для

другого шару, наприклад  $sn_1^{(2)} = f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{112}^{(1)} p_{12} + s_1^{(1)})$  для  $h_1^{(2)}$ .

Математичну модель сьомої нейронної мережі з архітектурою MLP12-6-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 6) оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки у загальному вигляді можна представити в наступному вигляді (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned}
 sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)} p_1 + v_{13}^{(1)} p_3 + \dots + v_{111}^{(1)} p_{11} + v_{112}^{(1)} x_{12} + s_1^{(1)}) \\
 sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)} p_1 + v_{23}^{(1)} p_3 + \dots + v_{211}^{(1)} p_{11} + v_{212}^{(1)} x_{12} + s_2^{(1)}) \\
 sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)} p_1 + v_{33}^{(1)} p_3 + \dots + v_{311}^{(1)} p_{11} + v_{312}^{(1)} x_{12} + s_3^{(1)}) \\
 sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)} p_1 + v_{43}^{(1)} p_3 + \dots + v_{411}^{(1)} p_{11} + v_{412}^{(1)} x_{12} + s_4^{(1)}) \\
 sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)} p_1 + v_{53}^{(1)} p_3 + \dots + v_{511}^{(1)} p_{11} + v_{512}^{(1)} x_{12} + s_5^{(1)}) \\
 sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)} p_1 + v_{63}^{(1)} p_3 + \dots + v_{611}^{(1)} p_{11} + v_{612}^{(1)} x_{12} + s_6^{(1)}) \\
 \tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)} sn_1^{(2)} + v_2^{(2)} sn_2^{(2)} + v_3^{(2)} sn_3^{(2)} + v_4^{(2)} sn_4^{(2)} + v_5^{(2)} sn_5^{(2)} \\
 &\quad + v_6^{(2)} sn_6^{(2)} + s^{(2)})
 \end{aligned} \tag{3.15}$$

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

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

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

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

$$OUT = \sin(net) \tag{3.16}$$

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

$net$  – сума вхідних сигналів, зважених на відповідні вагові коефіцієнти для

другого шару, наприклад  $sn_1^{(2)} = f(v_{11}^{(1)}p_1 + v_{13}^{(1)}p_3 + \dots + v_{112}^{(1)}p_{12} + s_1^{(1)})$  для  $h_1^{(2)}$ .

Математичну модель восьмої нейронної мережі з архітектурою MLP12-6-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 6) оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки у загальному вигляді можна представити в наступному вигляді (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned} sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)}p_1 + v_{13}^{(1)}p_3 + \dots + v_{111}^{(1)}p_{11} + v_{112}^{(1)}x_{12} + s_1^{(1)}) \\ sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)}p_1 + v_{23}^{(1)}p_3 + \dots + v_{211}^{(1)}p_{11} + v_{212}^{(1)}x_{12} + s_2^{(1)}) \\ sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)}p_1 + v_{33}^{(1)}p_3 + \dots + v_{311}^{(1)}p_{11} + v_{312}^{(1)}x_{12} + s_3^{(1)}) \\ sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)}p_1 + v_{43}^{(1)}p_3 + \dots + v_{411}^{(1)}p_{11} + v_{412}^{(1)}x_{12} + s_4^{(1)}) \\ sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)}p_1 + v_{53}^{(1)}p_3 + \dots + v_{511}^{(1)}p_{11} + v_{512}^{(1)}x_{12} + s_5^{(1)}) \\ sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)}p_1 + v_{63}^{(1)}p_3 + \dots + v_{611}^{(1)}p_{11} + v_{612}^{(1)}x_{12} + s_6^{(1)}) \\ \tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)}sn_1^{(2)} + v_2^{(2)}sn_2^{(2)} + v_3^{(2)}sn_3^{(2)} + v_4^{(2)}sn_4^{(2)} + v_5^{(2)}sn_5^{(2)} \\ &\quad + v_6^{(2)}sn_6^{(2)} + s^{(2)}) \end{aligned} \quad (3.17)$$

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

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

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



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

$$OUT = (net) \quad (3.18)$$

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

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

Математичну модель дев'ятої нейронної мережі з архітектурою MLP12-9-1 (загальна кількість шарів 12, кількість прихованих шарів 9) оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки у загальному вигляді можна представити в наступному вигляді (враховуючи представлені вище ваги прихованих нейронів):

$$\begin{aligned} sn_1^{(2)} &= f(v_{11}^{(1)}p_1 + v_{13}^{(1)}p_3 + \dots + v_{111}^{(1)}p_{11} + v_{112}^{(1)}x_{12} + s_1^{(1)}) \\ sn_2^{(2)} &= f(v_{21}^{(1)}p_1 + v_{23}^{(1)}p_3 + \dots + v_{211}^{(1)}p_{11} + v_{212}^{(1)}x_{12} + s_2^{(1)}) \\ sn_3^{(2)} &= f(v_{31}^{(1)}p_1 + v_{33}^{(1)}p_3 + \dots + v_{311}^{(1)}p_{11} + v_{312}^{(1)}x_{12} + s_3^{(1)}) \\ sn_4^{(2)} &= f(v_{41}^{(1)}p_1 + v_{43}^{(1)}p_3 + \dots + v_{411}^{(1)}p_{11} + v_{412}^{(1)}x_{12} + s_4^{(1)}) \\ sn_5^{(2)} &= f(v_{51}^{(1)}p_1 + v_{53}^{(1)}p_3 + \dots + v_{511}^{(1)}p_{11} + v_{512}^{(1)}x_{12} + s_5^{(1)}) \\ sn_6^{(2)} &= f(v_{61}^{(1)}p_1 + v_{63}^{(1)}p_3 + \dots + v_{611}^{(1)}p_{11} + v_{612}^{(1)}x_{12} + s_6^{(1)}) \\ sn_7^{(2)} &= f(v_{71}^{(1)}p_1 + v_{73}^{(1)}p_3 + \dots + v_{711}^{(1)}p_{11} + v_{712}^{(1)}x_{12} + s_7^{(1)}) \\ sn_8^{(2)} &= f(v_{81}^{(1)}p_1 + v_{83}^{(1)}p_3 + \dots + v_{811}^{(1)}p_{11} + v_{812}^{(1)}x_{12} + s_8^{(1)}) \\ sn_9^{(2)} &= f(v_{91}^{(1)}p_1 + v_{93}^{(1)}p_3 + \dots + v_{911}^{(1)}p_{11} + v_{912}^{(1)}x_{12} + s_9^{(1)}) \\ \tilde{R} = h^{(3)} &= f(v_1^{(2)}sn_1^{(2)} + v_2^{(2)}sn_2^{(2)} + v_3^{(2)}sn_3^{(2)} + v_4^{(2)}sn_4^{(2)} + v_5^{(2)}sn_5^{(2)} \\ &\quad + v_6^{(2)}sn_6^{(2)} + v_7^{(2)}sn_7^{(2)} + v_8^{(2)}sn_8^{(2)} + v_9^{(2)}sn_9^{(2)} + s^{(2)}) \end{aligned} \quad (3.19)$$

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

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

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

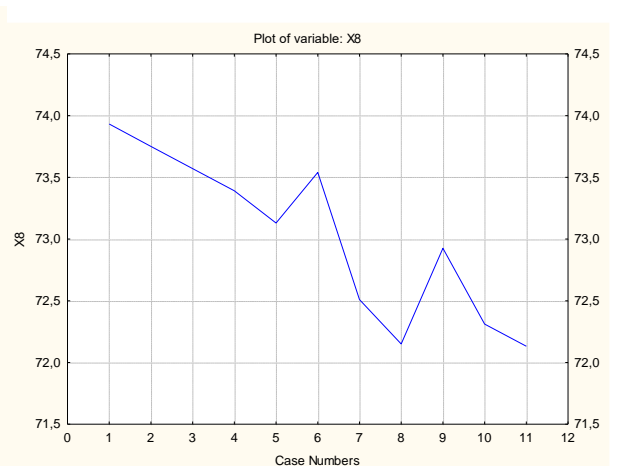
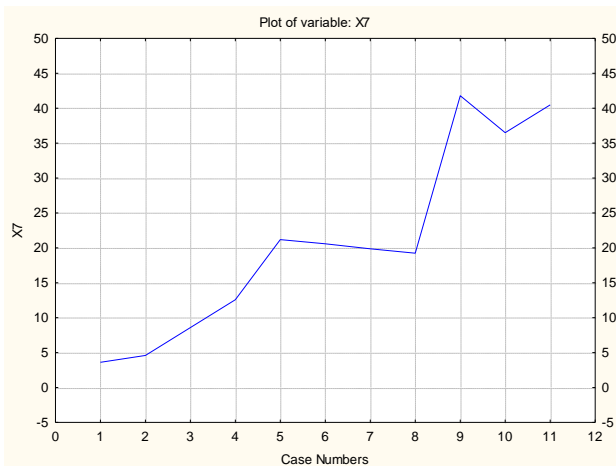
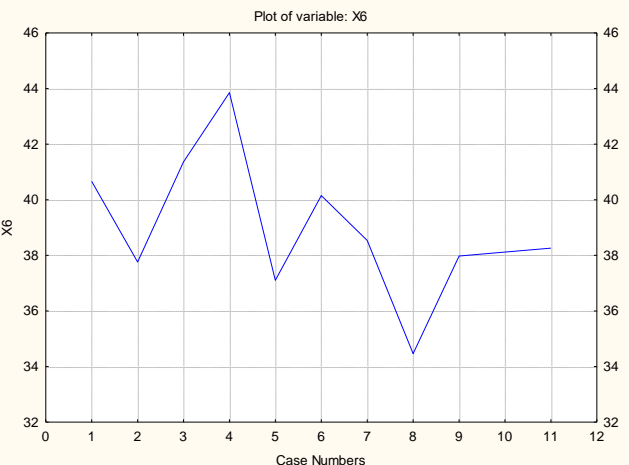
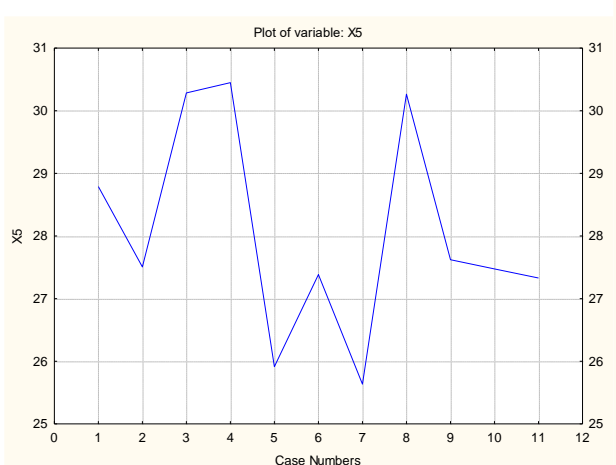
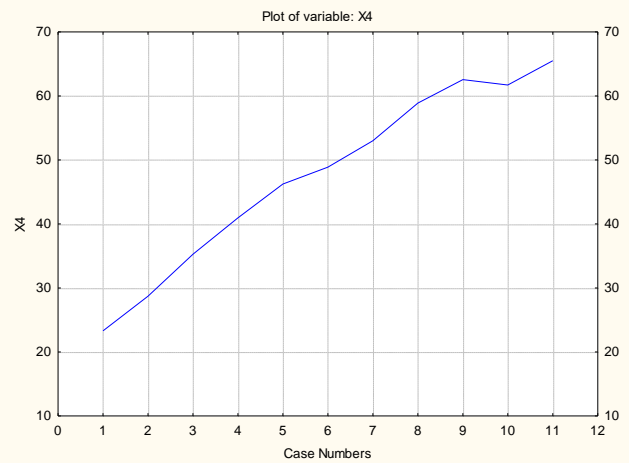
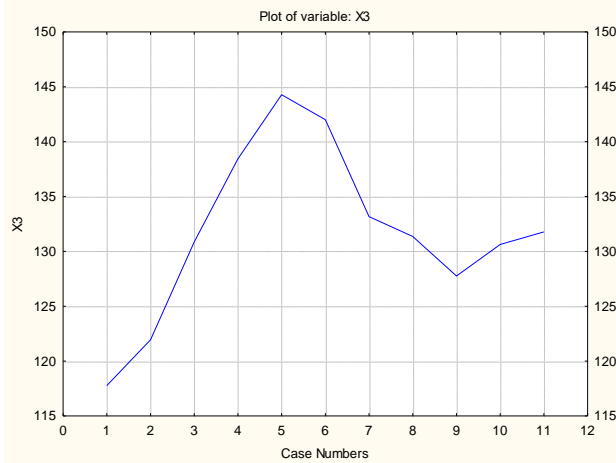
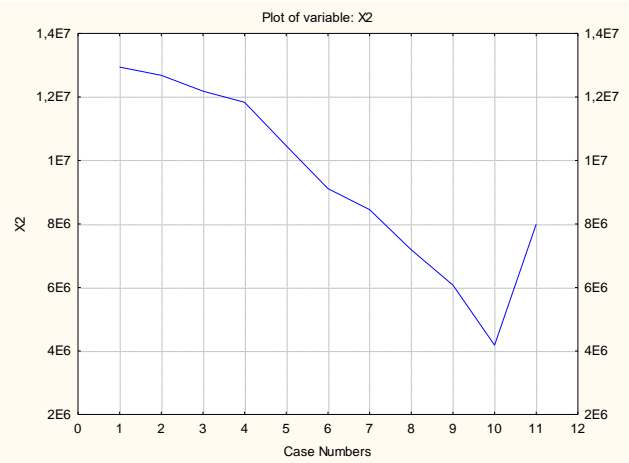
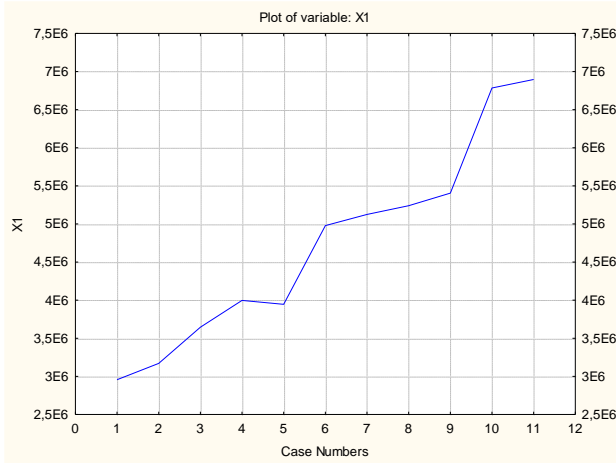
В якості специфікації функції активації виходу нейронної мережі в нашому випадку є функція у вигляді тангенса:

$$OUT = \tan(net) \quad (3.20)$$

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

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

4 етап. Прогнозування методом експоненційного згладжування значень факторів. Побудуємо графіки динаміки 12 факторів (рисунок 3.19), що дозволить визначити тенденції їх варіації з метою подальшого прогнозування.



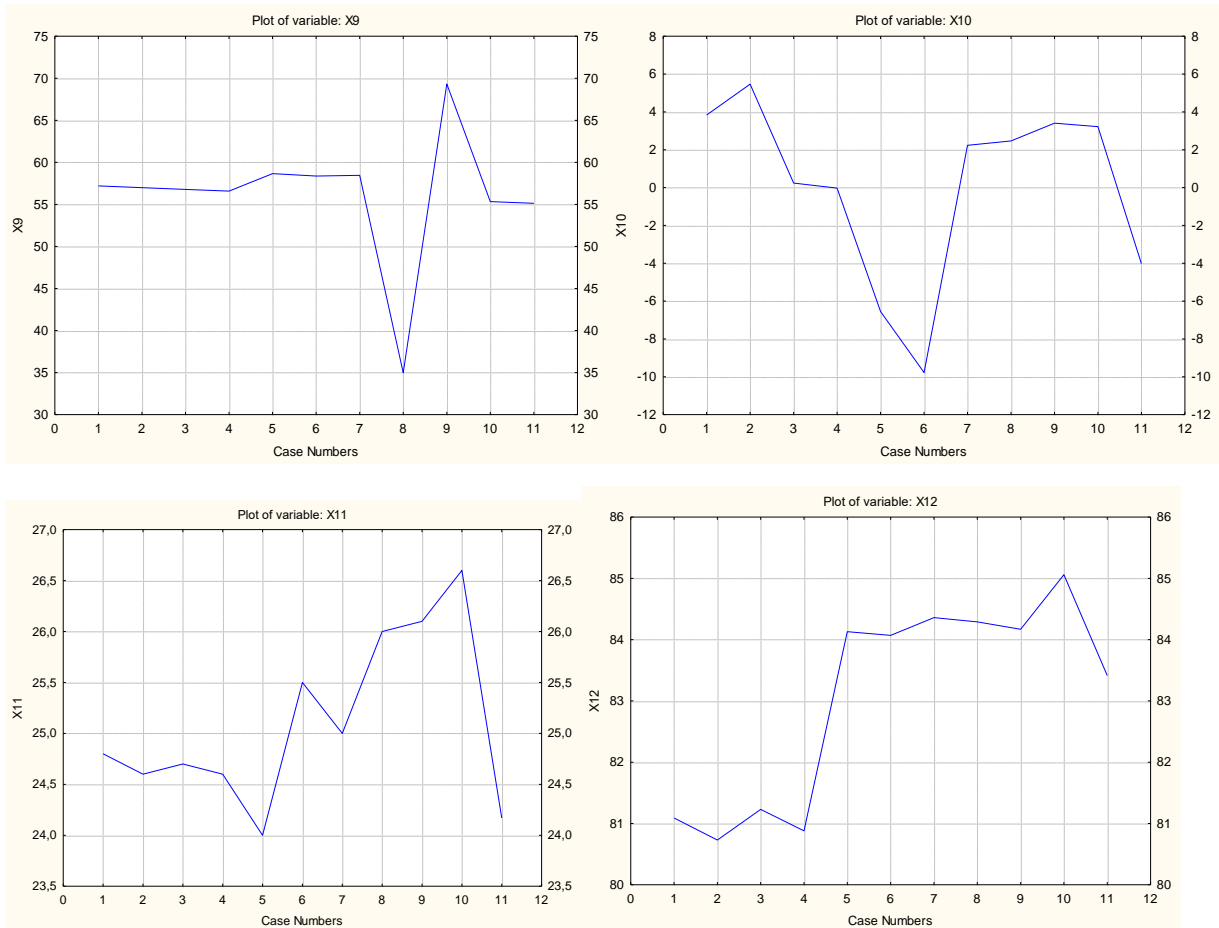


Рисунок 3.19 – Графіки регресорів (факторних ознак) оцінювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки з урахуванням міжсекторних диспропорцій, обумовлених цифровізацією суспільства

Результати проведених обчислень представимо в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Прогнозні моделі експоненціального згладжування статистичних показників

Показник	Модель
X1	Exp. smoothing: S0=276E4 T0=394E3 (Spreadsheetпрогноз факторов.ста) Lin.trend,no season; Alpha= ,358 Gamma=0,00
X2	Exp. smoothing: S0=132E5 T0=-50E4 (Spreadsheetпрогноз факторов.ста) Lin.trend,no season; Alpha= ,047 Gamma=0,00
X3	Exp. smoothing: S0=117,1 T0=1,401 (Spreadsheetпрогноз факторов.ста) Lin.trend,no season; Alpha= 1,00 Gamma=0,00
X4	Exp. smoothing: S0=20,99 T0=1,232 (Spreadsheetпрогноз факторов.ста) Expon.trend,no season; Alpha= 1,00 Gamma=,539
X5	Exp. smoothing: S0=28,86 T0=-,146 (Spreadsheetпрогноз факторов.ста) Lin.trend,no season; Alpha= 0,00 Gamma=0,00
X6	Exp. smoothing: S0=40,78 T0=-,240 (Spreadsheetпрогноз факторов.ста) Lin.trend,no season; Alpha= 0,00 Gamma=0,00
X7	Exp. smoothing: S0=1,761 T0=3,688 (Spreadsheetпрогноз факторов.ста) Lin.trend,no season; Alpha= ,090 Gamma=,088
X8	Exp. smoothing: S0=74,02 T0=-,180 (Spreadsheetпрогноз факторов.ста) Lin.trend,no season; Alpha= ,006 Gamma=1,00
X9	Exp. smoothing: S0=57,31 T0=-,207 (Spreadsheetпрогноз факторов.ста) Lin.trend,no season; Alpha= 0,00 Gamma=0,00
X10	Exp. smoothing: S0=4,227 T0=-,785 (Spreadsheetпрогноз факторов.ста) Lin.trend,no season; Alpha= 0,00 Gamma=0,00
X11	Exp. smoothing: S0=24,83 T0=-,063 (Spreadsheetпрогноз факторов.ста) Lin.trend,no season; Alpha= ,837 Gamma=0,00
X12	Exp. smoothing: S0=81,27 T0=,9956 (Spreadsheetпрогноз факторов.ста) Expon.trend,no season; Alpha= ,878 Gamma=,119

Exp. smoothing: S0=276E4 T0=394E3 (Spreadsheetпрогноз факторов.ста) Lin.trend,no season; Alpha= ,358 Gamma=0,00 X1			
Case	X1	Smoothed Series	Resids
1	2955862	3152859	-196997
2	3170384	3476329	-305945
3	3644976	3760799	-115819
4	3996550	4113327	-116777
5	3945575	4465519	-519944
6	4978813	4673371	305442
7	5125499	5176714	-51215
8	5239743	5552374	-312637
9	5405125	5834447	-429322
10	6784185	6074744	709441
11	6895809	6722719	173090
12		7178680	

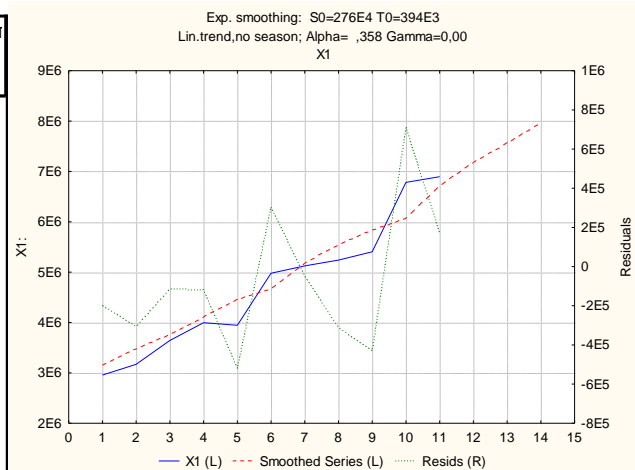


Рисунок 3.20 – Фактичні дані, згладжений часовий ряд методом експоненціального згладжування, залишки для фактору X1

Exp. smoothing: S0=132E5 T0=50E4 (Spreadsheetпорн Lin.trend,no season; Alpha= ,047 Gamma=0,00 X2			
Case	X2	Smoothed Series	Resids
1	12941340	12694020	247320
2	12680880	12211010	469870
3	12182140	11738450	443680
4	11830960	11264660	566300
5	10461080	10796640	-335560
6	91130610	10286230	-1173170
7	8451220	97364570	-1285220
8	7186570	91814120	-1994830
9	6074250	8593010	-2518760
10	4182990	7979990	-3797000
11	7994950	7306890	6880570
12		6844590	

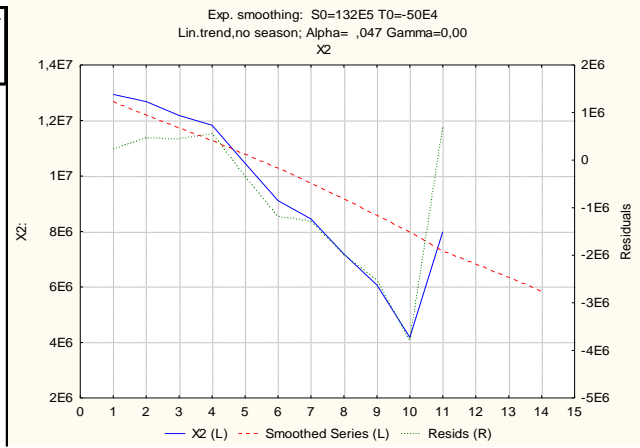


Рисунок 3.21 – Фактичні дані, згладжений часовий ряд методом експоненціального згладжування, залишки для фактору X2

Exp. smoothing: S0=117,1 T0=1,401 (Spreadsheetпорн Lin.trend,no season; Alpha= 1,00 Gamma=0,00 X3			
Case	X3	Smoothed Series	Resids
1	117,7670	118,4681	-0,7000
2	121,9410	119,1680	2,7730
3	130,8590	123,3421	7,5160
4	138,4411	132,2590	6,1810
5	144,2780	139,8410	4,4370
6	142,0030	145,6790	-3,6760
7	133,1690	143,4030	-10,2340
8	131,3560	134,5690	-3,2120
9	127,7530	132,7570	-5,0030
10	130,6290	129,1540	1,4750
11	131,7720	132,0290	-0,2570
12		133,1730	

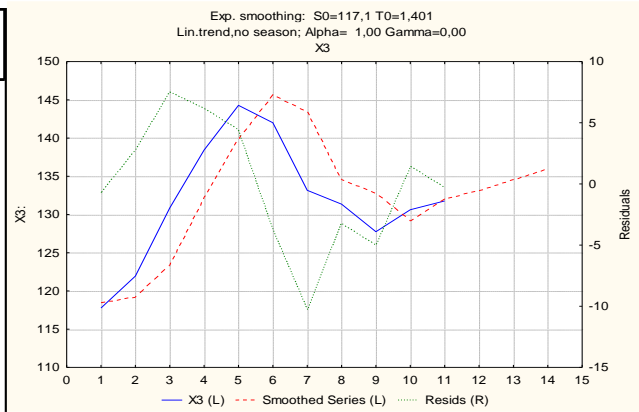


Рисунок 3.22 – Фактичні дані, згладжений часовий ряд методом експоненціального згладжування, залишки для фактору X3

Exp. smoothing: S0=20,99 T0=1,232 (Spreadsheetпорн Expon.trend,no season; Alpha= 1,00 Gamma=,539 X4			
Case	X4	Smoothed Series	Resids
1	23,30000	25,86310	-2,56310
2	28,70820	27,17470	1,53350
3	35,27000	34,50080	0,76910
4	40,95410	42,89580	-1,94170
5	46,23590	48,59370	-2,35770
6	48,88460	53,42610	-4,54140
7	53,00097	53,89860	-0,89760
8	58,88940	57,91250	0,97690
9	62,55310	64,93180	-2,37860
10	61,70890	67,60950	-5,90050
11	65,50110	63,55960	1,94140
12		68,57620	

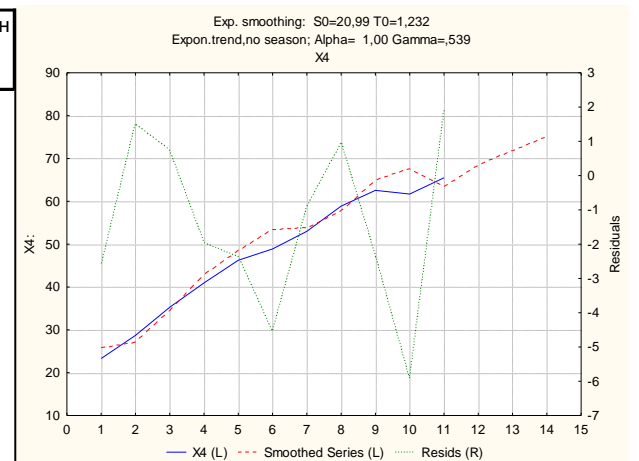


Рисунок 3.23 – Фактичні дані, згладжений часовий ряд методом експоненціального згладжування, залишки для фактору X4

Exp. smoothing: S0=28,86 T0=-,146 (Spreadsheetпронн Lin.trend,no season; Alpha= 0,00 Gamma=0,00 X5			
Case	X5	Smoothed Series	Resids
1	28,78964	28,71661	0,07303
2	27,50637	28,57056	-1,06419
3	30,28503	28,42451	1,86052
4	30,44896	28,27846	2,17050
5	25,91345	28,13241	-2,21896
6	27,38474	27,98636	-0,60161
7	25,63450	27,84030	-2,20580
8	30,26496	27,69425	2,57071
9	27,62123	27,54820	0,07303
10	27,47518	27,40215	0,07303
11	27,32912	27,25610	0,07303
12		27,11005	

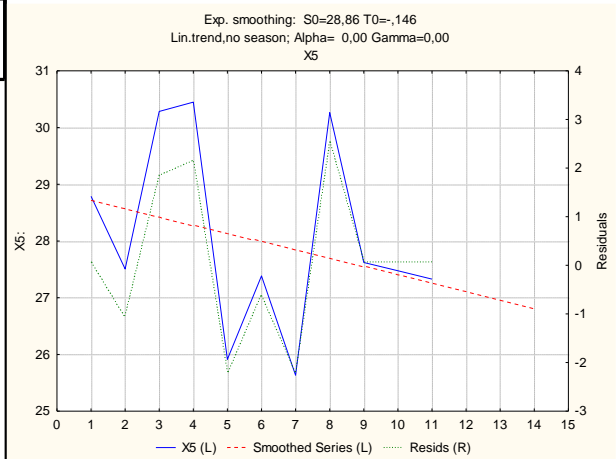


Рисунок 3.24 – Фактичні дані, згладжений часовий ряд методом експоненціального згладжування, залишки для фактору X5

Exp. smoothing: S0=40,78 T0=-,240 (Spreadsheetпронн Lin.trend,no season; Alpha= 0,00 Gamma=0,00 X6			
Case	X6	Smoothed Series	Resids
1	40,66232	40,54217	0,12015
2	37,75877	40,30186	-2,54309
3	41,36361	40,06155	1,30206
4	43,85236	39,82125	4,03111
5	37,10301	39,58095	-2,47794
6	40,14981	39,34064	0,80916
7	38,53564	39,10034	-0,56470
8	34,46536	38,86004	-4,39468
9	37,97626	38,61973	-0,64348
10	38,11777	38,37943	-0,26166
11	38,25928	38,13912	0,12015
12		37,89882	

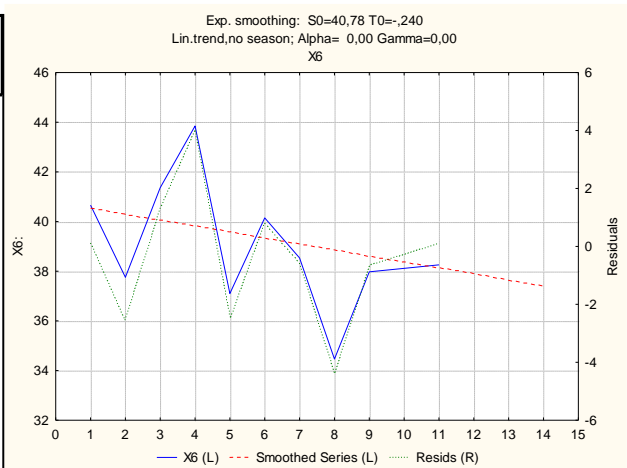


Рисунок 3.25 – Фактичні дані, згладжений часовий ряд методом експоненціального згладжування, залишки для фактору X6

Exp. smoothing: S0=1,761 T0=3,688 (Spreadsheetпронн Lin.trend,no season; Alpha= ,090 Gamma=,088 X7			
Case	X7	Smoothed Series	Resids
1	3,60485	5,44878	-1,84393
2	4,59120	8,95609	-4,36489
3	8,57923	12,20194	-3,62271
4	12,56727	15,48590	-2,91863
5	21,18000	18,81010	2,36990
6	20,58000	22,62905	-2,04905
7	19,87000	26,03400	-6,16400
8	19,23333	29,01990	-9,78657
9	41,79350	31,60220	10,19130
10	36,49547	36,06323	0,43224
11	40,48350	39,64937	0,83413
12		43,27828	

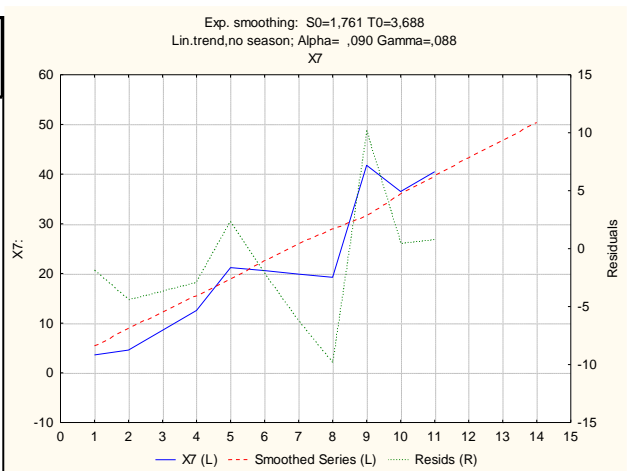


Рисунок 3.26 – Фактичні дані, згладжений часовий ряд методом експоненціального згладжування, залишки для фактору X7

Exp. smoothing: S0=74,02 T0=-,180 (Spreadsheetпрогнозування) Lin.trend,no season; Alpha= ,006 Gamma=1,00			
Case	X8	Smoothed Series	Resids
1	73,93253	73,84245	0,090041
2	73,75044	73,66345	0,086956
3	73,57055	73,48495	0,085595
4	73,39072	73,30695	0,083725
5	73,13000	73,12945	0,000505
6	73,54000	72,95145	0,588511
7	72,51000	72,78055	-0,270545
8	72,15000	72,60285	-0,452835
9	72,92570	72,42131	0,504392
10	72,31155	72,24855	0,063015
11	72,13170	72,07355	0,058185
12		71,89881	

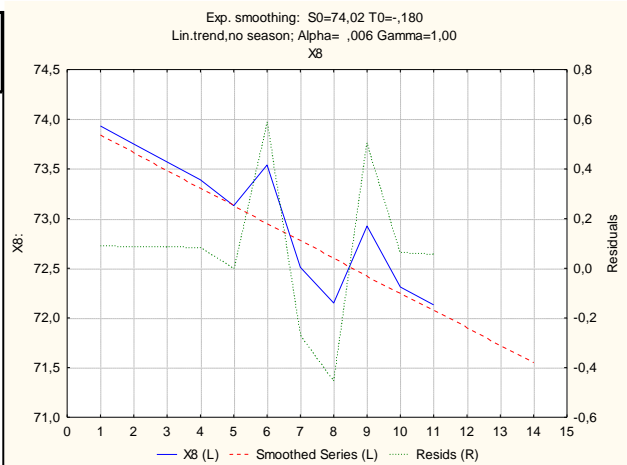


Рисунок 3.27 – Фактичні дані, згладжений часовий ряд методом експоненціального згладжування, залишки для фактору X8

Exp. smoothing: S0=57,31 T0=-,207 (Spreadsheetпрогнозування) Lin.trend,no season; Alpha= 0,00 Gamma=0,00			
Case	X9	Smoothed Series	Resids
1	57,20415	57,10045	0,1037
2	56,99324	56,89295	0,1003
3	56,78615	56,68555	0,1006
4	56,57912	56,47805	0,1010
5	58,66000	56,27065	2,3894
6	58,37000	56,06320	2,3068
7	58,46000	55,85575	2,6042
8	34,98000	55,64831	-20,6683
9	69,31970	55,44087	13,8788
10	55,33675	55,23342	0,1033
11	55,12970	55,02595	0,1037
12		54,81854	

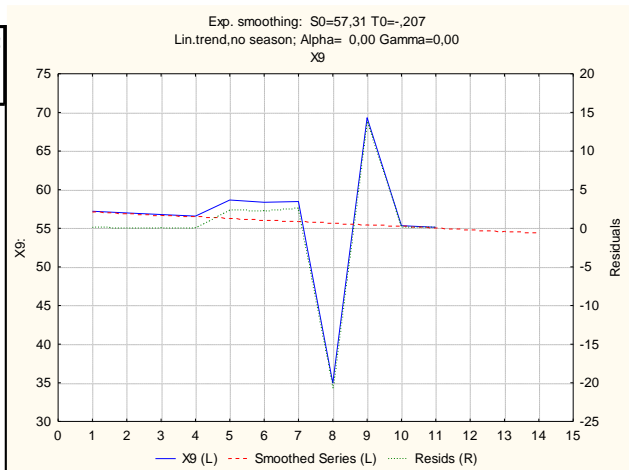


Рисунок 3.28 – Фактичні дані, згладжений часовий ряд методом експоненціального згладжування, залишки для фактору X9

Exp. smoothing: S0=4,227 T0=-,785 (Spreadsheetпрогнозування) Lin.trend,no season; Alpha= 0,00 Gamma=0,00			
Case	X10	Smoothed Series	Resids
1	3,83435	3,44165	0,39274
2	5,46550	2,65615	2,80932
3	0,23865	1,87071	-1,63203
4	-0,02670	1,08524	-1,11194
5	-6,55265	0,29977	-6,85240
6	-9,77295	-0,48570	-9,28725
7	2,23507	-1,27117	3,50624
8	2,46604	-2,05664	4,52268
9	3,40530	-2,84211	6,24741
10	3,22145	-3,62755	6,84907
11	-4,02032	-4,41305	0,39274
12		-5,19852	

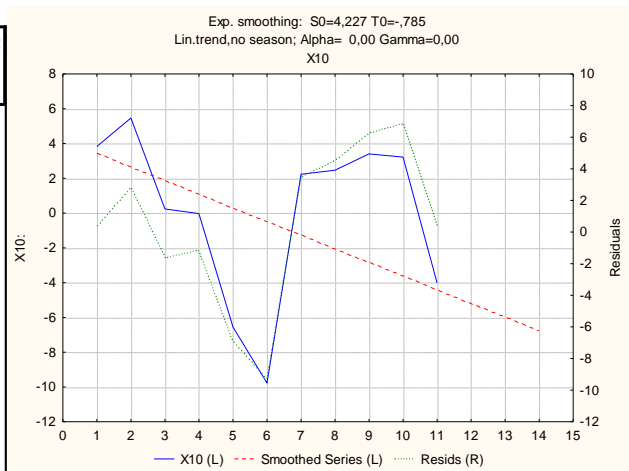


Рисунок 3.29 – Фактичні дані, згладжений часовий ряд методом експоненціального згладжування, залишки для фактору X10



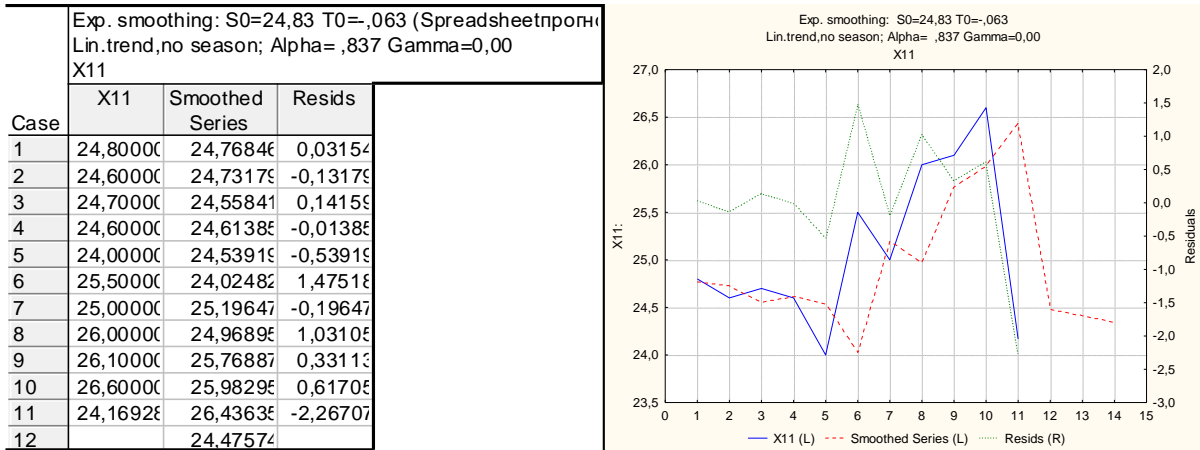


Рисунок 3.30 – Фактичні дані, згладжений часовий ряд методом експоненціального згладжування, залишки для фактору X11

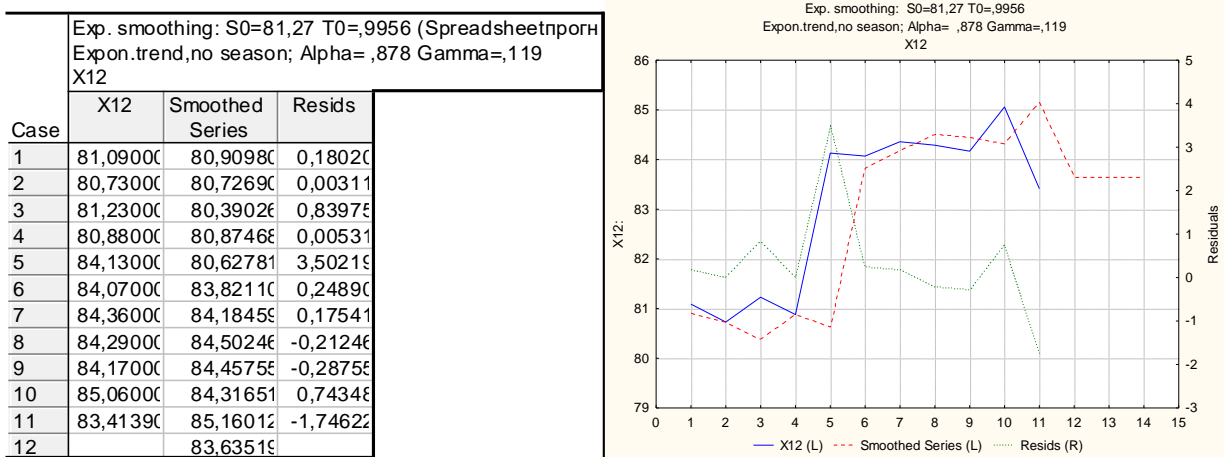


Рисунок 3.31 – Фактичні дані, згладжений часовий ряд методом експоненціального згладжування, залишки для фактору X12

З урахуванням прогнозних значень факторних змінних, спрогнозуємо прогнози зміни розривів на 2021–2023 рр., що представлено на рис. 3.32.

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta)				
	1.Y1	2.Y1	3.Y1	4.Y1	5.Y1
1	210,0780	198,8681	191,4740	211,5190	222,1570
2	210,6362	195,2290	181,8161	212,3887	194,9600
3	212,5574	191,1574	169,7940	214,6200	163,9507

Рисунок 3.32 – Прогнозні значення У1 за п’ятьма нейромережевими моделями

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta				
	1.Y2	2.Y2	3.Y2	4.Y2	5.Y2
1	73,95434	74,5039€	68,02617	72,26984	72,6809€
2	76,3671€	72,9333€	59,9522€	74,1507€	74,5085€
3	78,8101€	69,9157€	51,5570€	76,06487	76,2728€

Рисунок 3.33– Прогнозні значення У2 за п'ятьма нейромережевими моделями

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta				
	1.Y3	2.Y3	3.Y3	4.Y3	5.Y3
1	83,35701	75,4818€	85,0960€	91,22927	76,5522€
2	77,80147	73,5406€	81,03521	88,14531	74,7037€
3	72,38667	71,70427	77,1643€	86,20174	73,12687

Рисунок 3.34 – Прогнозні значення У3 за п'ятьма нейромережевими моделями

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta				
	1.Y4	2.Y4	3.Y4	4.Y4	5.Y4
1	170,7871	161,896€	155,0204	169,139€	174,497€
2	175,215€	165,097€	162,943€	173,935€	179,6271
3	179,7292	167,480€	170,6134	178,8251	185,4824

Рисунок 3.35 – Прогнозні значення У4 за п'ятьма нейромережевими моделями

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta				
	1.Y5	2.Y5	3.Y5	4.Y5	5.Y5
1	164,262€	163,618€	164,452€	164,5482	164,566€
2	175,705€	174,922€	175,9782	176,0184	175,7322
3	187,1397	186,2124	187,5744	187,4857	186,690€

Рисунок 3.36 – Прогнозні значення У5 за п'ятьма нейромережевими моделями

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta				
	1.Y6	2.Y6	3.Y6	4.Y6	5.Y6
1	535,733€	541,0051	545,3497	556,893€	542,078€
2	519,7674	542,4322	548,623€	566,3854	536,278€
3	504,639€	543,1862	547,946€	575,6407	527,0474

Рисунок 3.37 – Прогнозні значення У6 за п'ятьма нейромережевими моделями

Cases	Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta				
	1.Y7	2.Y7	3.Y7	4.Y7	5.Y7
1	53,6914€	49,9201€	51,9089€	52,56087	56,87757
2	58,35242	49,8890€	55,01217	55,7170€	60,3199€
3	62,5672€	49,6470€	57,9628€	58,87467	63,67944

Рисунок 3.38 – Прогнозні значення У7 за п'ятьма нейромережевими моделями

Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1.sta					
Cases	1.Y8	2.Y8	3.Y8	4.Y8	5.Y8
1	131,2612	133,1681	134,0498	133,1758	139,5997
2	138,2643	139,1125	140,3269	139,2209	142,7020
3	145,3787	145,0094	146,5954	145,2587	145,3113

Рисунок 3.39 – Прогнозні значення У8 за п'ятьма нейромержевими моделями

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

Рисунок 3.40 – Прогнозні значення У9 за п'ятьма нейромержевими моделями

## 4 АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

### 4.1 Виявлення факторів, що визначають якість у вищій освіті

Забезпечення якісної системи освіти є четвертою ціллю концепції сталого розвитку, затверджених у 2015 році ООН та імплементованих в національних стратегічних програмах більшості країн світу. При цьому, освітня ціль вважається однією із ключових, адже сприяє досягненню решти шістнадцяти цілей [112]. Численні наукові дослідження та звіти міжнародних організацій [112, 113] підтверджують позитивний вплив освіти на зростання рівня доходів населення, а отже це спричинює зниженню рівня бідності. Освіченість населення забезпечує їх кращу обізнаність, формує широкий світогляд та мотивує, що впливає на фінансову грамотність та інклюзію, екологічно-сприятливу поведінку та громадську активність, сприянню гендерній рівності та соціальній інклюзії, слідування за рівнем здоров'я тощо. Вплив освіти на економічне зростання є одним із найбільш поширених видів досліджень, що забезпечується зростанням рівня продуктивності працівників, покращенням рівня зайнятості та рівня доходів, розвитку підприємництва тощо.

Висока значимість освіти формує потребу в визначенні критеріїв її якості для можливості імплементувати та розвинути її в країнах світу. В межах даного дослідження розглядається вища освіта як остання ланка, що формує кваліфікованих робітників та компетентних спеціалістів, що формують людський потенціал країни. Попри високу актуальність даного питання, воно досі залишається дискусійним через складність та багатовимірність самого поняття «якість». До її основних рис зазвичай відносять абстрактність поняття (відсутність фізичної форми та неможливість виміряти), реляційність (існує у відношенні до певного об'єкту) [114].

Все це зумовлює необхідність в розробці підходу, що дозволить ідентифікувати та емпірично обґрунтувати виділення факторів, що визначають якість в вищій освіті.

В сучасних наукових дослідженнях відмічається структурні трансформаційні змін, що стосуються економічних, політичних та соціальних систем, і пов'язано передусім з процесами глобалізації, цифровізації та технологізації [115, 116]. В таких умовах необхідним є розвиток інноваційного потенціалу національної економіки [117], що потребує розвитку науки та освіти [118], information security систем [119] та financial inclusion [120], сприянню впровадженню нових розробок та технологій [121], knowledge management [122] та розвитку sustainable business [119] тощо. Все це спричинює необхідність в зміні основних підходів в управлінні та розвитку освітніх систем, які повинні врахувати нові можливості та забезпечити потенціал для подолання можливих загроз. В підтвердження цього науковці відмічають існуючі проблеми в освіті: необхідність зміни підходів та контексту освітніх програм [123, 124], більша практична орієнтованість навчального процесу [125], негативна dynamics of overqualification [126].

У зв'язку із цим в роботах [113, 127, 128] досліджуються основні аспекти державного регулювання освіти з метою стимулювання досягнення цілей сталого розвитку. В контексті нових вимог сучасності виникає потреба в зміні ключових пріоритетів в освітніх системах, зокрема перехід на концепцію lifelong learning, що передбачає навчання та розвиток осіб в продовж усього їх життя, використовуючи формальні та неформальні інститути та різноманітні формати. Дані аспекти широко висвітлюються в численних роботах, зокрема в [129, 130, 131]. Останні події у зв'язку з пандемією КОВІД-19 посилили і до того існуючу потребу в розвитку нового освітнього напрямку –форм дистанційного навчання [132, 133].

Окремо заслуговують на увагу дослідження, присвячені визначення якості соціальних систем [114], у тому числі освітньої [112]. В роботі [134] досліджено institutional quality та розвитку соціального сектору, що рораховується на основі social capital index, social infrastructure index social security index. Численні

дослідження спрямовані на виявлення факторів, що визначають якість виробничої діяльності підприємств, зокрема: reward system [135], різних форм мотивації співробітників [136], та їх професійного навчання [135, 137]. У сфері вищої освіти для оцінки роботи окремих університетів можливо використовувати Webometrics rating [138]. Проте дані дослідження в основному носять фрагментарний характер та не дають систематизованого підходу, що дозволяє виділити та емпірично обґрунтувати конкретні фактори, щоб оцінити якість в вищій освіті.

Як було зазначено вище, якість освіти є складним та багатовимірним поняттям, що достатньо складно оцінити та об'єктивно виміряти. На основі проведеного аналізу наукових праць, звітів міжнародних організацій в даній сфері, аналізу існуючої відкритої статистичної бази для міжкраїнового порівняння було прийнято наступне рішення. Розпочнемо роботу над комплексною оцінкою якості в вищій освіті з показників, що характеризують ресурсне забезпечення системи вищої освіти, тобто без яких вона не зможе ефективно функціонувати. Ресурсне забезпечення перш за все включає фінансові та трудові ресурси. Через високу варіативність відбору параметрів для підвищення якості дослідження їх кількість доцільно скоротити до оптимального розміру. З цією метою в роботі використано exploratory factor analysis (EFA), що дозволяє об'єднати початкові параметри, що тісно корелюють між собою, в окремі інтегровані фактори тим самим скоротивши їх кількість. В узагальненому вигляді EFA включає наступні кроки [139, 140]:

1. Формування вхідного масиву даних та перевірка їх адекватності для факторного аналізу.
2. Вибір extraction method.
3. Вибір оптимальної кількості факторів
4. Інтерпретація отриманих результатів.

Для формування вхідного масиву даних, що характеризує різні аспекти quality in tertiary education було відібрано показники з the World Bank database (табл. 4.1) for 36 countries of Eastern and Western Europe за 2001-2017 роки (часовий проміжок, за який необхідна інформація є в доступі). Тобто, в роботі створено масив панельних даних, в якому спостерігається пропущені значення. Для

вирішення даної проблеми застосовано метою заміни таких пропусків середніми значеннями по ряду, що дозволяє здійснити подальший аналіз. Всі розрахунки в межах проведеного EFA здійснювалися в STATA/SE 11.1 software, що містить відповідні модулі для проведення якісного аналізу.

Таблиця 4.1 - Вхідні параметри, що характеризують якість освіти

Параметр, що характеризує якість освіти	Units of measurement	Умовне позначення
Government expenditure per student, tertiary	% of GDP per capita	<i>gexpst</i>
Capital expenditure as % of total expenditure in tertiary public institutions	%	<i>capexp</i>
Current education expenditure as % of total expenditure in tertiary public institutions	%	<i>curexp</i>
Teaching staff compensation as a percentage of total expenditure in public institutions	%	<i>tcomp</i>
Non-teaching staff compensation as a percentage of total expenditure in public institutions	%	<i>ntcomp</i>
Pupil-teacher ratio, tertiary	одиниць	<i>ptrat</i>
School enrollment, tertiary	% gross	<i>enrol</i>
Initial government funding per tertiary student as a percentage of GDP per capita	%	<i>igfst</i>
School life expectancy, tertiary, both sexes	years	<i>slexp</i>
Teachers in tertiary education programmes, both sexes	number	<i>teach</i>
Analysed Countries of Eastern and Western Europe: Albania – ALB, Austria – AUT, Belarus – BLR, Belgium – BEL, Bulgaria – BGR, Croatia – HRV, Cyprus – CYP, Czech Republic – CZE, Denmark – DNK, Estonia – EST, Finland – FIN, France – FRA, Germany – DEU, Hungary – HUN, Iceland – ISL, Ireland – IRL, Italy – ITA, Latvia – LVA, Lithuania – LTU, Luxembourg – LUX, Malta – MLT, Moldova – MDA, Netherlands – NLD, Norway – NOR, Poland – POL, Portugal – PRT, Romania – ROU, Russian Federation – RUS, Serbia – SRB, Slovak Republic – SVK, Slovenia – SVN, Spain – ESP, Sweden – SWE, Switzerland – CHE, Ukraine – UKR, United Kingdom – GBR		

При аналізі сформованого масиву даних важливо виявити адекватність віддібраної вибірки даних. Для цього використовують тест Bartlett [141], що показує наявність суттєвих зв'язків між змінними на основі аналізу кореляційної матриці. Kaiser-Meyer-Olkin (КМО) [142] критерій дозволяє розрахувати частку дисперсії змінних, яка може бути спричинена основними факторами.

В якості extraction method EFA обрано principal-component factors, що дозволяє припускати, що вся дисперсія є спільною (як в класичному методі головних компонент), але дозволяє за допомогою отриманих після ротації факторних навантажень інтерпретувати фактори [139].

Вибір оптимальної кількості факторів є важливим етапом факторного аналізу. Для цього використовують процедуру ротації, що змінює васні значення та факторні навантаження щз метою спрощення структури факторів. В роботі обрано найбільш поширений метод ротації – *orthogonal varimax*, що дозволяє обертати фактори під прямим кутом для максимізації дисперсії квадратів навантажень факторів по всім змінним [143, 140]. Для додаткового підтвердження оптимальної кількості обраних факторів використовують наступні критерії:

– основні формальні: *Kaiser's criterion*: власне значення повинно перевищувати одиницю, кумулятивна дисперсія повинна складати не менше 70%-80%;

– додаткові: *Scree test*, де на графіку визначається рівень різкого спаду побудованої лінії [144].

Отримані фактори є найбільш оптимальними угрупованнями вхідних параметрів, що наводять факторні навантаження – коефіцієнти кореляції між змінними та факторами. В факторному аналізі прийнято обирати факторні навантаження, значення яких в найкращому варіанті перевищує 0.6-0.7 одиниць, проте окремі науковці використовують і нижчі критерії – 0.3-0.4 одиниць [145].

На першому кроці нашого дослідження пропонуємо поаналізувати сформований масив панельних даних за допомогою описових статистик, отриманих in STATA (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 - Описові статистики для параметрів, що характеризують якість освіти

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
<i>gexpst</i>	612	29.90	10.23	0.40	73.58
<i>capexp</i>	612	9.91	5.73	0.05	35.31
<i>curexp</i>	612	90.08	5.73	64.69	99.95
<i>tcomp</i>	612	46.49	14.57	13.23	69.89
<i>ntcomp</i>	612	21.03	8.56	0.01	53.50
<i>ptrat</i>	612	13.85	4.78	3.76	34.35
<i>enrol</i>	612	61.60	17.10	10.22	94.92
<i>igfst</i>	612	29.39	10.14	10.87	73.58
<i>slexp</i>	612	2.96	0.82	0.49	4.60
<i>teach</i>	612	56307.14	111075.00	609.00	691693.00



Аналізована панельна вибірка складала 612 спостережень по кожному параметру, що стало можливо за рахунок вирішення пролеми пропущених даних. Значення аналізованих параметрів мають різні одиниці виміру та великий розмах варіації, що свідчить про різні підходи в аналізованих країнах до якості в вищій освіті. Одним із найбільш типових показників у світі, що характеризує освітню систему є державні витрати на вищу освіту, яку ми в роботі розглядаємо на студента (рис. 4.1) для аналізованих країн у 2001 та 2017 роках.

Наведені дані на рисунку свідчать про переважне зменшення витрат на освіту у 2017 році порівняно з 2001. Найбільше значення витрат on tertiary education per student у 2017 році було у Denmark (54,6% of GDP per capita) and Czech Republic (45,1% of GDP per capita); найменші в Albania (13,7% of GDP per capita) and Romania (14,2% of GDP per capita). Якщо аналізувати зміну даного показника 2001/2017, то найбільше він зменшився у Denmark (на 18,7% of GDP per capita), Lithuania (на 15,8% of GDP per capita), Belarus (на 15,8% of GDP per capita), збільшення витрат на освіту відбулося в Estonia (на 12,3% of GDP per capita) and Ukraine (на 7,7% of GDP per capita).

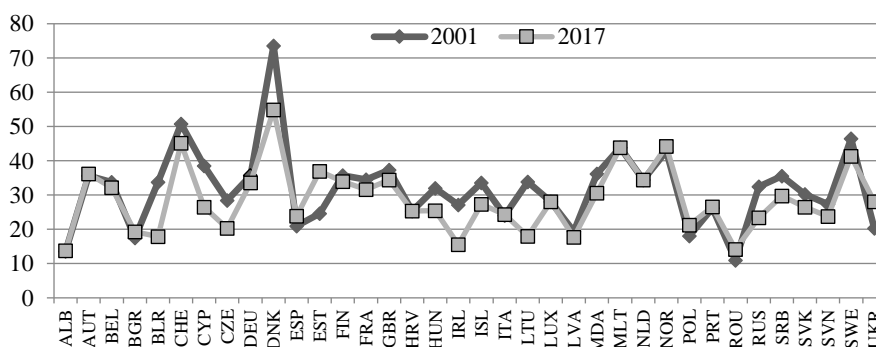


Рисунок 4.1 - Державні витрати на вищу освіту на одного студента для країн Східної та Західної Європи у 2001-2017 рр., % ВВП на душу населення

Джерело: побудовано на основі даних the World Bank database

Отримані значення задовольняють мінімальним вимогам адекватності (табл. 4.3), а отже подальший аналіз проводити доцільно.

Таблиця 4.3 - Критерії адекватності вибраного набору даних та отриманих значень

Criteria		Obtained value
Determinant of the correlation matrix		0.001
Bartlett test of sphericity	Chi-square	4261.610
	Degrees of freedom	45
	p-value	0.000
KMO Measure of Sampling Adequacy		0.562

Результати факторного аналізу за допомогою principal-component factors методу наведені в таблиці 4.4 (секція до ротації). Отримані десять факторів доцільно скоротити шляхом ротації методом варімакс (результати в таблиці 4.4, секція після ротації). Окрім того перевірені додаткові критерії та побудовано графік каменистого осипу (рис. 4.2).

Таблиця 4.4 - Відбір оптимальної кількості факторів: результат до та після ротації

Factor	Before rotation			After rotation		
	Eigenvalue	Proportion	Cumulative	Variance	Proportion	Cumulative
Factor1	2.826	0.283	0.283	2.188	0.219	0.219
Factor2	1.967	0.197	0.479	2.032	0.203	0.422
Factor3	1.699	0.170	0.649	1.774	0.177	0.599
Factor4	1.068	0.107	0.756	1.565	0.157	0.756

Продовження Таблиці 4.4

Factor	Before rotation			After rotation		
	Eigenvalue	Proportion	Cumulative	Variance	Proportion	Cumulative
Factor5	0.928	0.093	0.849			
Factor6	0.687	0.069	0.917			
Factor7	0.495	0.050	0.967			
Factor8	0.247	0.025	0.992			
Factor9	0.067	0.007	0.998			
Factor10	0.017	0.002	1.000			

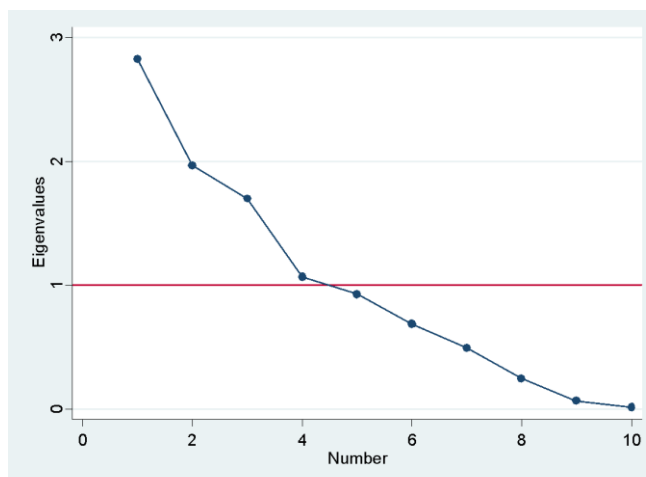


Рисунок 4.2 - Scree test для вибору оптимальної кількості факторів після ротації

Проведене тестування оптимальної кількості факторів за наведеними критеріями підтверджує доцільність виділення саме чотирьох факторів, що пояснюють 75,6% загальної дисперсії. В кожен фактор входить набір вхідних параметрів, що визначається рівнем факторного навантаження (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 - Розподіл вхідних параметрів по факторам за факторними навантаженнями

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Uniqueness
slexp	<b>0.937</b>	0.197	-0.034	-0.042	0.081
enrol	<b>0.936</b>	0.176	-0.026	-0.029	0.091
teach	<b>0.485</b>	-0.292	-0.097	-0.319	0.569
capexp	-0.158	<b>-0.955</b>	0.063	-0.015	0.060
curexp	0.156	<b>0.953</b>	-0.056	0.048	0.062
tcomp	0.235	0.163	<b>-0.875</b>	-0.011	0.153
ntcomp	0.158	0.039	<b>0.866</b>	0.032	0.223
gexpst	0.063	0.093	0.039	<b>0.802</b>	0.344
ptrat	0.254	-0.051	0.050	<b>-0.717</b>	0.417
igfst	-0.040	-0.136	0.487	<b>0.548</b>	0.442

Перший фактор включає параметри, що характеризують загальний освітній процес в tertiary освіті: school life expectancy, tertiary, school enrollment, кількість teachers. Другий та третій фактори характеризують фінансові ресурси, взяті за різними класифікаціями: за економічною класифікацією: capital and current education expenditure, за цільовою спрямованістю: teaching staff compensation та

non-teaching staff compensation. Четвертий фактор включає параметри, що характеризують розподіл фінансових (government expenditure, initial government funding) та людських ресурсів (pupil-teacher ratio) в розрахунку на одного студента.

Отримані чотири фактори дозволяють сформулювати нові інтегровані індикатори, що будуть використані на подальших етапах роботи. Для зручності в роботі їх названо factor1 factor2 factor3 factor4. В таблиці 4.6. наведено коефіцієнти регресії для кожного параметру, що використовуються для оцінки індивідуальних показників і based on varimax rotated factors.

Таблиця 4.6 - Коефіцієнти регресії для отриманих чотирьох факторів

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4
gexpst	0.127	-0.047	-0.076	0.563
capexp	0.061	-0.498	-0.047	0.070
curexp	-0.057	0.495	0.046	-0.048
tcomp	0.088	-0.022	-0.510	0.123
ntcomp	0.088	0.072	0.523	-0.077
ptrat	0.043	0.021	0.125	-0.477
enrol	0.454	-0.042	0.012	0.089
igfst	0.078	-0.089	0.207	0.335
slexp	0.449	-0.030	0.011	0.078
teach	0.251	-0.207	-0.037	-0.114

Підсумовуючи проведене в роботі дослідження слід відмітити, що якість в вищій освіті є складним та багатовимірним поняттям, що потребує ґрунтовного та глибокого аналізу для його оцінки. Для виконання поставленої в роботі мети автором вирішено розпочати комплексну оцінку якості освіти з відбору факторів, що характеризують ресурсне забезпечення системи. Це зумовило відбір параметрів, що характеризують фінансові ресурси вищої освіти, людські ресурси (педагогічні працівники) та загальні показники, що характеризують освітній процес на базі World Bank database for 36 countries of Eastern and Western Europe за 2001-2017 роки. Для оптимізації відібраних параметрів було використано exploratory factor analysis, що дозволив в ході послідовного виконання його основних стадій отримати чотири фактори з обґрунтовано угрупованими вхідними

параметрами. Отримані результати дозволили сформувані чотири інтегровані показники, що будуть використані на подальших етапах проведеного дослідження.

## **4.2 Дослідження потреб у громадянській освіті в онлайн-форматі**

Освіта є основним ресурсом для розбудови спільнот та розвитку людства. Кожне нове покоління стикається з новими викликами освіти. Суспільства, не здатні переосмислити концепцію освіти, втрачають у розвитку або розпадаються. Основою для побудови та розвитку спільнот є саме громадянська освіта. Одним із основних викликів нашого часу є наша здатність як суспільства жити, працювати та вчитися в умовах пандемій. Тому ми звертаємося до теми громадянської онлайн освіти, яка є в умовах пандемії найбільш доступною можливою формою громадянської освіти, а в майбутньому, швидше за все, просто стане одним із найзручніших і найдешевших форматів.

Регіоном нашого дослідження були країни Східного партнерства Європейського Союзу, але здебільшого ми приділили увагу таким країнам як Україна, РФ та Білорусія. Дослідження складалося з кількох блоків: "якісне дослідження" – проведення глибинних інтерв'ю з експертами зі сфери громадянської освіти; "кабінетне дослідження" – аналіз проектів цивільного онлайн освіти в досліджуваному регіоні; "кількісне дослідження" – проведення онлайн-опитування та аналіз отриманих результатів.

За підсумками комплексного дослідження планувалося виявити усвідомлення суспільних проблем учасниками громадянського суспільства, потреби у вивченні знань та навичок із сфери громадянської освіти в онлайн форматі, а також простежити зв'язок між суспільними проблемами, потребами в отриманні навичок та знань за допомогою онлайн форматів, необхідних для подолання цих проблем та рівнем задоволення потреб.

У науковій літературі та у практичній діяльності існують різні підходи до визначення громадянської освіти та громадянських компетенцій. Під громадянською освітою ми розуміли процес формування навичок, знань та цінностей, що сприяють активній та відповідальній участі у суспільному житті (мистецтво жити разом). Під онлайн-освітою ми розуміли метод отримання нових знань за допомогою Інтернету в режимі реального часу. Сюди відносяться такі формати як: відеоконференції, відеолекції, текстові онлайн-матеріали, вебінари, зумінари, анімаційні ролики, пости в соціальних мережах та інші онлайн-форми.

Перший блок дослідження – проведення глибинних інтерв'ю з експертами зі сфери громадянської освіти. У цьому блоці дослідження ми ставили собі завдання виявити проблеми розвитку громадянського суспільства та шляхи їх вирішення за допомогою громадянського онлайн освіти. А також подивитися з експертної точки зору на ті виклики, з якими стикається громадянська онлайн-освіта у різних спільнотах.

Ми поставили експертам із країн досліджуваного регіону 4 питання: 1) Які напрями громадянської освіти найбільш гостро потребують популяризації у нашому суспільстві (у тому числі онлайн)?; 2) Які напрями найпопулярніші серед учасників громадянської онлайн освіти?; 3) Які формати громадянської онлайн освіти найбільш актуальні?; 4) Які напрями громадянської освіти не підходять для онлайн-форматів?

На думку білоруських експертів, ми маємо звернути увагу насамперед на такі теми як функціонування державних структур, зв'язок держави та суспільства, ці теми є "базовими питаннями громадянської освіти". Виходячи з національного контексту, необхідні дискусії та переведення у практичну площину відмінностей між такими поняттями як патріотизм, лояльність та громадянськість, тому що на прикладі Білорусії очевидно, що багато понять підмінюють одне одного. Білоруські експерти звернули увагу на актуальність таких тем, як право та права людини: "Вимагають роз'яснення у суспільстві відмінностей між правами людини та правами громадянина". У кожній країні є свої, актуальні для даного суспільства, теми, і мені здається, важливо, щоб громадянська освіта включала ці тематики.

Громадянська освіта у кожній окремій країні має бути тісно прив'язана до актуальних дискусій, що відбуваються у суспільстві. Окрім гострих у наш час політичних напрямів у громадській освіті, для кожного регіону були й залишаються актуальними такі напрямки як сталий розвиток, збереження довкілля та відповідальне ставлення до екології. Також слід звернути увагу на такі напрямки як медіаграмотність, медіа-освіта, критичне сприйняття інформації, а також комунікаційні навички гарної розмови та слухання. Корисними можуть бути також мета-курси про те, як навчатися, які готують учасників до подальшого отримання знань онлайн.

На думку російських експертів з громадянської освіти, сучасна російська громадянська освіта має яскраво виражений спортивно-мілітаризований ухил. Необхідна гуманізація громадянської освіти. Крім того напрями громадянської освіти потребують популяризації ще й тому, що громадянська освіта не обіцяє безпосередньо фінансових бонусів чи професійного зростання.

На думку деяких українських експертів варто популяризувати теми на стику комунікації та економіки: як кооперуватися у сфері енергетики, як створювати альтернативні ринки енергетики на противагу державним монополістам, як працювати територіальним громадам у новому форматі та ін.

На думку експертів навряд чи існують напрями громадянської освіти, які не підходять для онлайн-форматів, питання стоїть лише у кваліфікації розробників навчального матеріалу.

Більш детально результати якісного та кабінетного етапів дослідження описані в монографії за результатами даної НДР [146].

При проведенні опитування респондентів (кількісне дослідження) перед нами стояло завдання досліджувати потреби у вивченні знань та навичок із сфери громадянської освіти в онлайн форматі. Також ми хотіли простежити взаємозв'язок між потребою у громадянській освіті та задоволенням цієї потреби за допомогою онлайн форматів. Ми хотіли визначити, які онлайн формати/інструменти є кращими. І ще ми вивчали, за якими напрямиами громадянської освіти люди не можуть навчатися онлайн і що є перешкодою.

Опитування складалося з 5 основних питань та 3 додаткових. У першому питанні ми запитували про сформовані потреби у освіті. У другому питанні ми дізнавалися, чи задовольняє респондент свої, як він вважає, вже сформовані потреби у громадянській освіті в онлайн форматі. У третьому питанні ми запитували про онлайн формати (інструменти), які є найбільш переважними для респондента. У четвертому питанні ми дізнавалися, які потреби у громадянській освіті респондент не може задовольнити в онлайн форматі. У п'ятому питанні ми запитували про перешкоди у задоволенні потреб у громадській освіті онлайн. І додаткові 3 питання визначали стать, вік респондента та його приналежність до Мережі громадянської освіти у Східній Європі (EENCE).

Перше питання було визначено так: “Потреба у яких знаннях та навичках із сфери громадянської освіти у Вас сформована?”. Питання було поставлено таким чином, щоб респондент міг оцінити за шкалою від 0 до 10 (де 10 – гострий дефіцит, а 0 – відсутність потреби) кожне тематичне спрямування у громадській освіті. Таких напрямів ми виділили 9: права та свободи людини, особистісне зростання, комунікативність, формування сім'ї, формування та розвиток спільнот, культурна/національна ідентичність, взаємодія з органами влади, розуміння світового контексту та екологічна освіта. Виділили ми цю структуру, ґрунтуючись переважно на структурі курсів Відкритого Університету Майдану [147], доповнену іншими джерелами [148], [149]. Окремо варто зупинитися на змісті кожного напрямку та статистиці відповідей респондентів щодо кожного з напрямків.

*Права та свободи людини.* У цьому розділі ми досліджували формування поваги до честі та гідності людини, до її прав та свобод; знання Загальної декларації прав людини; здатність та вміння захищати права та свободи людини; правова грамотність; правосвідомість, у тому числі: прийняття принципів верховенства права, знання та усвідомлення власних прав, уміння та готовність їх захищати у житті.

Респондент повинен був оцінити рівень потреби в даному наборі знань і навичок за шкалою від 0 до 10. Якщо респондент гостро відчував потребу у вивченні цього напрямку – він вибирав на шкалі позначку "10", якщо ж він не



відчував потреби в цьому напрямі – він вибирав на шкалі позначку "0". Інтерпретуючи відповіді респондентів, можемо припустити, що й людина відчував сильну потребу, але з гостру, він вибирав позначки діапазоні “7-9”; якщо людина відчувала помірну (середню) потребу – вона вибирала позначки в діапазоні “4-6”; і якщо він відчував слабку потребу, то вибирав позначки "1-3".

За підсумками опитування, респонденти, які визначили свою потребу у напрямі "права і свободи людини" як "гостру", становлять 20,2% з опитаних. Респонденти, які відчувають “сильну” потребу, склали 30,3% з опитаних. "Помірну" потребу відзначили у себе 29,4%. "Слабу" потребу відзначили у себе 18,3% з опитаних. А відсутність потреби зазначили 1,8%. За підсумками, 79,9% респондентів відзначили у себе помірний чи високий інтерес до напряму громадської освіти “права та свободи людини”.

*Особистісний розвиток.* Під цим напрямом ми розуміли взаємодію з особистими цілями/ресурсами, критичне мислення, медіаграмотність, цифрову грамотність, креативне мислення, самонавчання/навчання протягом життя, стратегічне мислення, менеджмент особистих ресурсів (тайм-менеджмент, менеджмент особистих фінансів тощо) , управління мотивацією, емоційний інтелект, прийняття рішень за умов невизначеності, генерування нових ідей.

Респонденти, які визначили свою потребу у напрямі “особистісне зростання” як “гостру”, становлять 22,9% з опитаних (найвищий показник серед усіх напрямків). Респонденти, які відчувають сильну потребу, склали 43,1% з опитаних. Помірну потребу відзначили у себе 22%. Слабу потребу відзначили у себе 9,2% з опитаних. А відсутність потреби зазначили 2,8%. За підсумками, 88% респондентів відзначили у себе помірний чи високий інтерес до такого напряму у освіті як “особистісне зростання”.

*Комунікативність.* У цьому напрямі ми зібрали ті знання та навички, які відповідають за взаємодію людини з іншою людиною: толерантність, уміння вести діалог та дискусію (чути, слухати, переконувати, аргументувати позицію), впевненість у публічних виступах, управління конфліктами, навички фасилітації та

медіації, побудова репутації та управління репутаційними ризиками, вміння зав'язувати та підтримувати особисті контакти та соціальні зв'язки, емпатія.

Респонденти, які визначили свою потребу у напрямі “комунікативність” як “гостру”, становлять 16,5%. Респонденти, які відчують сильну потребу, склали 33,9% з опитаних. Помірну потребу відзначили у себе 34%. Слабу потребу відзначили у себе 12,9% з опитаних. А відсутність потреби зазначили 2,8%. У підсумку, 84,4% респондентів відзначили у себе помірний чи високий інтерес до такого спрямування у громадській освіті як “комунікативність”.

*Формування сім'ї (взаємодія усередині сім'ї).* Під цим розділом ми розуміємо такі знання та навички як уміння формувати та підтримувати сильні соціальні зв'язки, відповідальне батьківство/материнство, безпечний секс, знання генеалогії (історії свого роду), розуміння гендерних ролей у сім'ї, знання в галузі вікової психології, уміння керувати сімейним бюджетом.

Респонденти, визначили свою потребу у напрямі “формування сім'ї” як “гостру”, становлять 13,8%. Респонденти, які відчують сильну потребу, склали 29,3% з опитаних. Помірну потребу відзначили у себе 27,6%. Слабу потребу відзначили у себе 20,2% з опитаних. А відсутність потреби вказали 9,2% (найвищий показник серед усіх напрямків). У сумі, 70,7% респондентів відзначили у себе помірний чи високий інтерес до цього напрямку у громадській освіті.

*Формування та розвиток спільнот.* У цей блок ми включили знання та навички, які відповідають за взаємодію людини у співтоваристві: лідерство, командна робота, гендерна рівність, права меншин, взаємодія під час пандемії, самоврядування та управління спільними ресурсами, економічний розвиток громад, соціальні інновації, соціальна мобілізація, проектний менеджмент у розвитку співтовариств, залучення фінансів, розвиток соціального капіталу, соціальне підприємництво, розуміння механізмів роботи місцевого самоврядування, активна громадянська позиція (активізм).

Респонденти, які визначили свою потребу у напрямі “формування та розвиток спільнот” як “гостру”, становлять 14,7%. Респонденти, які відчують сильну потребу, склали 40,4% з опитаних. Помірну потребу відзначили у себе

28,5%. Слабу потребу відзначили у себе 20,2% з опитаних. А відсутність потреби зазначили 1,8%. У сумі, 83,6% респондентів відзначили у себе помірний чи високий інтерес до цього напрямку у громадській освіті.

*Культурна/національна ідентичність.* Під цим розділом ми розуміємо знання та навички, які забезпечують взаємодію з культурною громадою (нацією/народом): розуміння національної та культурної ідентичності, здатність зберігати народні традиції, розуміння значення національної пам'яті та її впливу на суспільно-політичні процеси (знання національної історії), патріотизм. Респонденти, які визначили свою потребу у цьому напрямку як “гостру”, становлять 12,8% з опитаних (найнижчий показник серед усіх напрямків). Респонденти, які відчувають “сильну” потребу, склали 33% з опитаних. “Помірну” потребу відзначили у себе 32,1%. “Слабу” потребу відзначили у себе 17,4% з опитаних. А відсутність потреби зазначили 4,6%. За підсумками, 77,9% респондентів відзначили у себе помірний чи високий інтерес до спрямування у освіті “культурна/національна ідентичність”.

*Взаємодія із органами влади.* До цього пункту ми віднесли знання та навички, які відповідають за взаємодію людини з владою: розуміння державного устрою (правові інститути та їх взаємодія), участь у виборах, побудова прозорої взаємодії, адвокація/лобіювання, ненасильницький опір, управління змінами, розуміння демократичних поглядів та цінностей. Респонденти, які визначили свою потребу у цьому напрямі як “гостру”, становлять 17,4% з опитаних (найнижчий показник серед усіх напрямків). Респонденти, які відчувають “сильну” потребу, склали 33% з опитаних. “Помірну” потребу відзначили у себе 32,2%. “Слабу” потребу відзначили у себе 16,6% з опитаних. А відсутність потреби вказали 0,9% (найнижчий показник у всіх напрямках). У сумі 82,6% респондентів відзначили у себе помірний чи високий інтерес до направлення у громадській освіті “взаємодія з органами влади”.

*Розуміння світового контексту.* Під цим блоком ми розуміємо такі знання та навички, які допомагають людині взаємодіяти зі світом: культурна освіченість, розуміння принципів сталого розвитку, побудова інформаційного суспільства,

повага до інших культур та етносів, знання всесвітньої історії, розуміння контексту та механізмів міжнародних відносин, міжкультурна комунікація. Респонденти, які визначили свою потребу у цьому напрямі як “гостру”, становлять 20,2%. Респонденти, які відчують “сильну” потребу, склали 29,3% з опитаних. “Помірну” потребу відзначили у себе 33%. “Слабу” потребу відзначили у себе 12,9% з опитаних. А відсутність потреби зазначили 1,9%. У сумі 82,5% респондентів відзначили у себе помірний чи високий інтерес до цього напрямку громадянської освіти. Екологічна освіта. У цій групі ми зібрали знання та навички, які відповідають за взаємодію з природою: охорона навколишнього природного середовища, природокористування, поділ сміття, гуманне ставлення до тварин. Респонденти, які визначили свою потребу у цьому напрямі як “гостру”, становлять 15,6%. Респонденти, які відчують “сильну” потребу, склали 32,1% з опитаних. “Помірну” потребу відзначили у себе 34%. “Слабу” потребу відзначили у себе 14,7% з опитаних. А відсутність потреби зазначили 3,7%. У сумі 81,7% респондентів відзначили у себе помірний чи високий інтерес до цього напрямку громадянської освіти. Підбиваючи підсумки відповідей першого комплексного питання, можна сказати, що в середньому у 79% опитаних спостерігається стабільно помірний чи високий інтерес до всіх запропонованих в опитуванні напрямів громадянської освіти. Найбільша потреба спостерігається у напрямі “особистісне зростання” – 88%, а найменш виражена потреба опинилася у напрямі “формування сім’ї” – 70,7%.

Друге запитання звучало так: “За якими напрямками громадянської освіти Ви навчалися чи навчаєтеся зараз онлайн?”. Ми дізнавалися, скільки респондентів задовольняє свої потреби у громадянській освіті в онлайн форматі. 29,4% респондентів відповіли, що задовольняють свої потреби у напрямі “права та свободи людини”. У напрямку “особистісне зростання” навчаються онлайн 49,5% опитаних. У напрямі “комунікативність” освоюють знання та навички 35,8% респондентів. У напрямі “формування сім’ї” навчаються лише 11%. Відповіли, що вивчають напрямок “формування та розвиток спільнот” 33,9% респондентів. У напрямі “культурна/національна ідентичність” навчаються онлайн 23,9% опитаних.

Напряму "взаємодія з органами влади" вивчають 17,4% респондентів. Напряму у освіті "розуміння світового контексту" вивчають 28,4% респондентів. 19,3% респондентів навчаються онлайн у напрямку "екологічна освіта". Відповіли "не навчаюсь онлайн громадянській освіті" 32,1%.

Третє питання звучало так: "Які онлайн формати громадянської освіти для Вас є кращими?" Респондентів необхідно було за шкалою від 0 до 10 оцінити наскільки підходить кожен із форматів для отримання знань та навичок з цивільної сфери онлайн: оцінка на шкалі "0" означає, що формат зовсім не підходить, "10" – що формат є найкращим. Відповідно до логіки відповідей можемо припустити, що діапазон вибраних оцінок 1-3 означав, що формат скоріше не підходить, ніж підходить; діапазон 4-6 означав, що формат скоріше підходить, ніж підходить; і діапазон оцінок 7-9 означав, що формат підходить для навчання. Ми пропонували випробуваним оцінити 7 форматів/інструментів онлайн громадянської освіти.

Відеолекція – запис лекції, доступна на відеохостингу. "Найкращим" вважають цей формат 27,5% респондентів. "Цілком придатним для навчання" його назвали 36,8%. Що формат "швидше підходить, ніж не підходить" вважають 27,6%. Формат "швидше не підходить, ніж підходить" вважають 6,4% опитаних. А що формат "зовсім не підходить" для навчання онлайн рахують лише 1,8% респондентів. Підсумовуючи, можна говорити, що формат "відеолекція" придатним для онлайн освіти вважають 91,8%.

Стрім – пряма трансляція з можливістю ставити запитання в чаті. "Найкращим" вважають цей формат 18,3% респондентів. "Цілком придатним для навчання" його назвали 37,6%. Що формат "швидше підходить, ніж не підходить" вважають 28,5%. Формат "швидше не підходить, ніж підходить" вважають 10,2% опитаних. А що формат "зовсім не підходить" для навчання онлайн рахують 5,5% респондентів. Підсумовуючи, можна говорити про те, що формат "стрім" підходящим для онлайн-освіти вважають 84,4%.

Масовий відкритий онлайн-курс – курс, що включає відео та текстові матеріали для самостійного вивчення; комунікацію з викладачем та однокурсниками в онлайн-форумі; тестування здобутих знань; видача

електронного сертифіката. "Найкращим" вважають цей формат 32,1% респондентів. "Цілком придатним для навчання" його назвали 39,5%. Що формат "швидше підходить, ніж підходить" вважають 18,4%. Формат "швидше не підходить, ніж підходить" вважають 7,3% опитаних. А що формат "зовсім не підходить" для навчання онлайн рахують 2,8% респондентів. Підсумовуючи, можна говорити, що формат "масовий відкритий онлайн-курс" підходящим для онлайн освіти вважають 89,9%.

Відеоконференція (веринар, зумінар та ін.) – пряма трансляція (за допомогою таких програм як Zoom, Skype, Google Meet та інші) з можливістю спілкуватися з лектором. "Найкращим" вважають цей формат 19,3% респондентів. "Цілком придатним для навчання" його назвали 34,9%. Що формат "швидше підходить, ніж підходить" вважають 31,2%. Формат "швидше не підходить, ніж підходить" вважають 8,3% опитаних. А що формат "зовсім не підходить" для навчання онлайн рахують 6,4% респондентів. Підсумовуючи, можна говорити про те, що формат відеоконференція підходящим для онлайн освіти вважають 85,3%.

Текстові онлайн матеріали – статті, дослідження, текстові пости у соціальних мережах. "Найкращим" вважають цей формат 19,3% респондентів. "Цілком придатним для навчання" його назвали 37,5%. Що формат "швидше підходить, ніж не підходить" вважають 34,9%. Формат "швидше не підходить, ніж підходить" вважають 6,4% опитаних. А що формат "зовсім не підходить" для навчання онлайн рахують 1,8% респондентів. Підсумовуючи, можна говорити, що формат "текстові онлайн матеріали" підходящим для онлайн освіти вважають 91,8%.

Анімація – анімаційні освітні ролики. "Найкращим" вважають цей формат 13,8% респондентів. "Цілком придатним для навчання" його назвали 50,4%. Що формат "швидше підходить, ніж не підходить" вважають 22%. Формат "швидше не підходить, ніж підходить" вважають 10,2% опитаних.

Четверте питання звучало так: "У яких напрямках громадянської освіти Ви маєте потребу, але не можете її задовольнити в онлайн форматі?". Респондентам необхідно було вказати напрямки, в яких вони потребують, але з різних причин у них є перешкоди для навчання за цими напрямками в онлайн форматі. Зазнають

перешкод у вивченні напряму "права і свободи людини" в онлайн форматі 18,3% респондентів. Вказали, що у них є перешкоди у вивченні напряму "особистісне зростання" 30,3% опитаних, у напрямі "комунікативність" – 21,1%, у напрямку "формування сім'ї" – 15,6%, у напрямку "формування та розвиток спільнот" – 20,2%, у напрямі "культурна/національна ідентичність" – 17,4%, у напрямку "взаємодія з органами влади" – 28,4%, у напрямку "розуміння світового контексту" – 17,4%, у напрямку "Екологічна освіта" – 13,8%. І 33,9% вказали, що не мають труднощів у вивченні онлайн жодного з перерахованих напрямків.

П'яте питання звучало таким чином: "Що заважає Вам задовольнити потребу в отриманні знань та навичок громадянської освіти онлайн?". Респондент міг вказати один або кілька пунктів або вказати лише останній, якщо респондент не має перешкод в онлайн громадянській освіті. "Відсутність Інтернету (або наявність Інтернету недостатньої якості)" як проблему вказали 4,6% опитаних (варто враховувати, що опитування відбувалося в онлайн форматі). Перешкодою вважають "відсутність технічних умов комфортного навчання" 14,7% респондентів. "Незручні онлайн формати навчання" вважають на заваді 24,8% опитаних. Вважають, що теми, що "цікавлять, не підходять для онлайн формату" 11,9% респондентів. Вказали на те, що "немає навчальних матеріалів мовою, якою я володію" 11,9% опитаних. На "низьку якість навчальних матеріалів" вказали 22% опитаних. "Неактуальність навчальних матеріалів (застарілий матеріал)" відзначили 17,4%. Пункт "громадянська освіта для мене не актуальна (немає часу чи немає інтересу)" вказали 6,4%. І 38,5% респондентів відзначили, що у них "немає перешкод" у здобутті знань та навичок громадянської освіти онлайн.

*Висновки.* Громадянська онлайн-освіта сьогодні актуальна як ніколи. До того ж, під час карантину всі установи були змушені перейти в онлайн-формат. Навчання на відстані – часто навіть не вибір людини, а вимушений захід. Онлайн формат має свої переваги: доступ до багатьох програм з усього світу, можливість навчатися у будь-якому місці та у будь-який час, можливість навчатись під час карантину. Але також у нього є й недоліки: відсутність живого контакту з викладачем та групою, підвищення складності самомотивації та самоорганізації,

проходження курсів не гарантує наявності потрібних знань та навичок (онлайн складніше проконтролювати закріплення знань та засвоєння навичок).

Серед усіх напрямків громадянської онлайн-освіти найбільш затребуваним виявився напрям "особистісний розвиток", а найбільшою підтримкою з боку держави користується напрям "цифрова освіта".

На нашу думку, для гармонійного розвитку спільнот необхідно популяризувати всі напрями громадянської освіти, а в топі уваги провайдерів громадянської онлайн освіти повинні бути теми, прив'язані до актуальних суспільних дебатів у кожному конкретному суспільстві.

Варто також зазначити, що згідно з дослідженнями креативної школи Projector та компанії DigData [150] 56% опитаних віддають перевагу поєднанню офлайн та онлайн форматів у рамках одного курсу. Чистий офлайн вибирає майже третину опитаних, лише онлайн – лише 17%. Таким чином, найбільш затребуваним та ефективним типом навчання на даний момент є змішане навчання (blended learning).

Щоб ефективно розвивати потребу у спільнот у громадянській освіті онлайн необхідно розробляти нові інструменти та формати обміну знаннями та навичками. Пряме перенесення підходів з офлайну в онлайн призводить до зниження якості освіти та дискредитації онлайн-формату. Необхідно проводити системні дослідження нових концепцій та інструментів, у тому числі таких як чат-боти, VR/AR, мікронавчання (microlearning), адаптивне навчання, гейміфікація та інші.

#### **4.3 Удосконалення системи освіти впродовж з урахуванням впливу цифровізації економічних відносин**

Використання нових інформаційно-комунікаційних технологій є початковою умовою подальшого розвитку цифрової педагогіки. У сучасних економічних і технологічних умовах потрібні нові сучасні підходи до освоєння ключових компетенцій цифрової економіки, забезпечення масової цифрової грамотності фахівців та персоналізації освітнього процесу. Роль цифрових технологій та



ресурсів полягає в тому, щоб покращити та додати більше цінності до процесів навчання та викладання. Розглянемо перспективні напрями розвитку системи освіти за умов цифровізації, і навіть деякі аспекти підвищення ефективності розвитку цифрового навчання. Визначено основні переваги цифровізації та її напрямки. Надано рекомендації щодо удосконалення системи освіти.

Пандемія COVID-19, яка вплинула на світову економіку, також задушила індустрію освіти. Близько 1,5 мільярда студентів, 90% учнів початкової, вищої та середньої освіти у світі не можуть фізично відвідувати заклади освіти. Викладачі очікують технологічних рішень для підтримки дистанційної освіти та навчання. Однак цифрова трансформація в секторі освіти не обмежується онлайн-освітою та навчанням після COVID-19.

Деякі навчальні заклади використовували технологічні рішення протягом останніх років, важливість цифрової трансформації в освітньому середовищі зараз усвідомили більшість шкіл та університетів під час спалаху COVID-19. Уряди різних країн прагнуть пом'якшити негайні наслідки закриття та сприяти безперервності освіти для всіх.

Багато закладів надають студентам дистанційне навчання, хоча деякі з них планують повернутися до сучасного стандарту та з новими технологічними рішеннями.

Визначення цифрових економічних відносин охоплює всі ділові, культурні, економічні та соціальні операції, що здійснюються в Інтернеті за допомогою цифрових комунікаційних або мережевих технологій. Вперше цей термін був використаний у 1995 р. канадським професором Д.Тапскоттом у його книзі «Цифрова економіка: обіцянка та небезпека в епоху мережевої розвідки», а також американським ученим Дж.Негропonte, який звернув увагу на роль інформації та цифрових технологій в економіці та житті суспільства та на їх можливе зростаюче значення у майбутньому [151]. У сучасній літературі основна увага приділяється насамперед технічним та технологічним питанням поточного стану та перспектив розвитку цифровізації економіки [152], у той час як економічні проблеми розвитку бізнесу розглядаються небагатьма авторами [153]; підкреслюються роль та

значення трансакційних витрат для цифрового бізнесу; досліджуються проблеми розробки та аналізу бізнес-моделей в умовах сучасної економіки [154].

Передбачається, що деякими факторами цифровізації економіки є ресурси, які важко імітувати, і в регіонах створює сильнішу конкурентну перевагу в освіті. У цьому дослідженні фактори цифровізації регіональної економіки класифікуються відповідно до мобільної та Інтернет-діяльності, технологічного фону та інноваційної діяльності в регіоні. Інтернет та мобільні технології надають людям у всьому світі можливість отримати доступ до якісних освітніх послуг незалежно від їхнього місцезнаходження. Попередні дослідження показали підвищення навчальних досягнень учнів, коли комп'ютери та мобільні телефони використовувалися для підтримки навчання в класі. Результати показали підвищення досягнень як звичайних учнів, так і учнів з особливими потребами, покращення ставлення до навчання та підвищення самооцінки.

Країни-члени ЄС рухаються до цифрових економічних відносин. Тим не менш, між різними країнами існує значний розрив у розвитку, який полягає у відсутності гармонізованого взаємозв'язку між рівнем розвитку цифрових технологій та часом впровадження цифрових технологій у промислову та бізнес-сферу [155]. Таким чином, можна сказати, що політика Європи щодо побудови швидшої та кращої цифрових економічних відносин поєднує меркантилізм, політику конкуренції та стратегію реформування єдиного цифрового ринку. Показово, що поточні ініціативи настільки зосереджені на передбачуваних перешкодах цифровому зростанню через пряму цифрову політику або (найвищу) ефективність іноземних компаній/

Дана робота присвячена розробці рекомендацій щодо удосконалення системи освіти впродовж всього життя з урахуванням впливу цифровізації економічних відносин.

Кожного дня відбувається зростання використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Під цифровою економікою розуміється система інституційних категорій (концепцій), яка включає досягнення високого рівня та прогресивні технології, насамперед цифрові, і служить для підвищення

ефективності суспільного виробництва. Водночас цифрова економіка — це економіка, заснована на професійних і ринкових знаннях, творчості та інноваційному суспільстві.

Нова тенденція до цифровізації проникла в кожную сферу сучасного життя, в тому числі і в освіту. Останнім часом освітній процес суттєво трансформувалася через появу цифрових платформ, мобільних освітніх додатків, аудіокласів тощо. Трансформація освіти призвела до підвищення доступності освіти, а також зміни набутих навичок від спілкування до наочності та залучення до навчального процесу/ Більшість попередніх досліджень аналізували ставлення та задоволеність студентів цифровізацією освіти та розробкою зручних інтерфейсів додатків [156].

Сьогодні, як ніколи, ефективне використання цифрових технологій та навчальних ресурсів в освіті вважається ключовим фактором досягнення освітніх цілей. Роль цифрових технологій та ресурсів полягає в тому, щоб покращити та додати більше цінності до процесів навчання та викладання. З цією метою вчителі та студенти можуть отримати доступ до все більшої кількості цифрових технологій та ресурсів і використовувати спільні платформи для покращення практики викладання та навчання. Проте, незважаючи на очевидні переваги включення технологій та цифрових ресурсів у офіційну освіту, політичні проблеми залишаються. У країнах-членах Європейського Союзу реалізовано численні ініціативи національної політики щодо інтеграції цифрових технологій та ресурсів в освіту.

Однак опитування та дослідження, наприклад, проведені Європейською комісією, та Всесвітнього економічного форуму, підкреслюють, що все ще існує пробіл в інтеграції цифрових технологій та ресурсів у європейські системи освіти. Що стосується формулювання державної політики в цій сфері, то, за даними Новака, Пурта, Марціняка, Ігнатовича, Розенбаума та Йірвуд, уряди мають зосередитися на кількох сферах діяльності, щоб отримати вигоду від цифровізації, співпрацюючи з іншими зацікавленими сторонами, особливо з підприємствами та приватними особами, які домагаються змін.

Питання полягає в тому, як університетам готуватися до глобальної цифровізації? Тому що в цей момент виникає питання сумісності, з'єднання традиційної системи з системою майбутнього. Дослідники стверджують, що для того, щоб адаптуватися до глобального технологічного прогресу, університети мають терміново переосмислити та модернізувати свою місію та стратегію та стати розумними організаціями. Вищі навчальні заклади повинні брати участь у досягненні мети стати конкурентоспроможними, впроваджуючи технологічні інновації та переводячи якомога більшу частину своєї діяльності на цифрову робочу зону. Насамперед, ВНЗ мають підтримувати впровадження цифрових процесів для своєї власної функціональної системи, а також забезпечувати цифрове викладання та цифрові канали навчання. Останні технологічні досягнення, які впливають на економіку, можуть бути пов'язані прямо чи опосередковано з ВНЗ як джерелами, які виробляють інновації, або як вектори поширення через дослідницькі публікації або через співпрацю з галуззю. Таким чином, навіть якщо ВНЗ рухатимуться вперед і приймуть цифровізацію, їхні основні місії, а саме викладання та дослідження, продовжують, але вдосконалюють свої інструменти. На рисунку 4.3 показано, які існують актуальні напрямки цифровізації.



Рисунок 4.3 – Напрямки цифровізації

За останні роки цифровізація змінила та спровокувала все суспільство, створивши нові робочі навички, сучасні культурні умови та інноваційні інструменти для спілкування та підприємництва. В економіці знань, де знання стають стратегічним ресурсом, цифровізація зв'язується з інтелектуальним капіталом [157], послугами та станами, полегшуючи бізнес-процеси, партнерство, взаємодію, що призводить до створення складних мереж процес в освіті є сильною тенденцією в плані реформування та модернізації світового освітнього середовища. Цифровізація в навчальному процесі передбачає переклад тексту, зображень, відео та аудіо в цифровий формат, який може відтворюватися комп'ютером. Інструментами оцифровки можуть бути комп'ютер, Інтернет, смартфон, сканер, цифрова камера, проектор, принтер тощо. Засобами цифровізації можуть бути онлайн-процес вступу, онлайн-іспит, обмін знаннями онлайн/веб, цифрові допоміжні матеріали (у різних форматах, як-от ppt, pdf, doc), соціальні групи, цифрові публікації тощо.

Цифрова трансформація надає можливість ефективно та гнучко застосовувати новітні технології для переходу до персоналізованого та орієнтованого на результат освітнього процесу. Хотілось би представити основні рекомендації щодо покращення освіти:

1. Розвиток матеріальної інфраструктури. Сюди входить будівництво дата-центрів, поява нових каналів зв'язку та пристроїв для використання цифрових навчально-методологічних матеріалів.

2. Використання цифрових програм. Іншими словами, створення, тестування та застосування навчально-методичних матеріалів з використанням технологій машинного навчання, штучного інтелекту тощо.

3. Розвиток онлайн-навчання. Поступова відмова від паперових носіїв інформації.

4. Розробка нових систем керування навчанням. У дистанційній освіті системи керування навчанням називаються програми з адміністрування та контролю навчальних курсів. Такі програми забезпечують рівний та вільний доступ учнів до знань, а також гнучкість навчання.

5. Розвиток системи універсальної ідентифікації учня.

6. Створення моделей навчального закладу. Щоб зрозуміти, куди має рухатися шкільна та університетська освіта у плані технологій, потрібні приклади того, як це має працювати в ідеалі: з використанням нових систем керування навчанням, інструментів та пристроїв тощо.

7. Підвищення навичок викладачів у сфері цифрових технологій.

Цифровізація та перехід до нової технологічної структури виводить людство на інший рівень розвитку. Зміна технологічних структур, прогрес промисловості та суспільства посилюють важливість удосконалення моделі розвитку університету. Існуюча система управління та інфраструктура в університетах часто є застарілими та неспроможними забезпечити їх конкурентоспроможне та адекватне функціонування. Звідси виникає необхідність удосконалення процесів використання інфраструктури університету за допомогою цифрових технологій. Дана робота розкрила важливість рекомендацій та вимог до вдосконалення інфраструктури університету з використанням цифрових технологій. Сформульовані рекомендації щодо покращення інфраструктури університету за допомогою цифрових технологій зроблять вищу освіту ефективнішою.

*Матеріали 1,2,3 та 4 розділів звіту використані та опубліковані у звіті: Конвергенція економічних та освітніх трансформацій у цифровому суспільстві: моделювання впливу на регіональну та національну безпеку. Цифровізація освіти та цифрова інклюзія населення в системі формування міжсекторних економічних диспропорцій в контексті впливу на економічну, соціальну та інформаційну безпеку держави та регіонів : звіт про НДР (проміжний) /# кер. Т.А. Васильєва. Суми : СумДУ, 2021. 271 с. № 0121U109553 [485]*

## 5 РОЗВИТОК ТРЕТЬОЇ МІСІЇ УНІВЕРСИТЕТУ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ СУСПІЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИН

### 5.1 Аналіз патернів взаємодії стейкхолдерів при виконанні третьої місії університетів як елемент розроблення стратегії лідерства

Трансформаційні процеси в українському суспільстві взагалі та в діяльності університетів окремо, стали поштовхом до розвитку гуманізації в державі. Розуміння того, що люди є безцінним ресурсом для країни, а їх розвиток є необхідною рушійною силою в покращенні соціально-економічних національних відносин призвело до необхідності розвивати третю місію університетів.

Третя місія університетів покликана створити умови для формування розвинутого та ерудованого суспільства, яке прагне до отримання нових знань, набуття актуальних для певного періоду часу навичок та вміння критично мислити щодо мінливого оточуючого середовища. Університети ставлять собі за мету вирішення основних соціальних викликів сьогодення у партнерстві із приватними та державними підприємствами. Саме таке партнерство сприяє соціально-економічного розвитку держави та призводить до більш високого рівня життя.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питаннями вивчення сутності третьої місії університетів займалися зарубіжні науковці Secundo G., Elena Perez S., Martinaitis Ž., Leitner K. H. [157], Compagnucci L., Spigarelli F. [159], Lee J. J., Vance H., Stensaker B., Ghosh S. [160], Pinheiro R., Langa P. V., Pausits A. [161].

Особливості взаємодії університетів із зовнішніми стейкхолдерами при виконанні третьої місії досліджені такими українськими науковцями як Григор О. О. [162], Ажажа М. А. [163], Ситник О.Ю. [164], Жегус О.В. [165], Сакун О.С. [166], Мудра О. [167]. Окремо на ефективних способах взаємодії держави, як зовнішнього стейкхолдеру, і університетів при реалізації третьої місії зупинялись Медведєв І.А. [168], Vorontsova A., Shvindina H., Mayboroda T., Mishenina H., Heiets I. [169].

Питаннями процесу управління взаємодії університетів із зовнішніми стейкхолдерами детально розглянула Кубарева І.В. [170]. Лідерські якості

керівників університетів досліджені такими науковцями як Noland J., Phillips R. [171], Клочко А.О. [172].

Постановка завдання. Метою роботи є проаналізувати особливості основних зовнішніх стейкхолдерів університету. А також дослідити та описати ефективні патерни взаємодії зовнішніх зацікавлених сторін при виконанні третьої місії університетів.

Результати дослідження. Євроінтеграція української освіти сприяє потужному розвитку третьої місії університетів. Ця місія є особливою та специфічною через те, що вона cannot be considered as an isolated (or residual) function but complementary to the other two missions of universities (якісна освіта та наукові дослідження) [158]. Унікальність та актуальність третьої місії полягає в тому, що is a multidisciplinary, complex, evolving phenomenon linked to the social and economic mission of Universities in a broad sense [159].

Третя місія університетів складається з економічної та соціальної (культурної) компоненти [160]. З цього твердження зрозуміло, що третя місія може бути ефективно реалізована при взаємодії із зовнішніми стейкхолдерами. Їхні традиційні ролі та місії розширюються, щоб включити діяльність, яка сприяє взаємодії з різними групами зацікавлених сторін [161].

Українські університети в своїх Положеннях про стейкхолдерів стандартно визначають наступних зовнішніх зацікавлених сторін:

- держава;
- центральні й регіональні органи державної влади, органи місцевого самоврядування;
- роботодавці (великі, середні і малі підприємства і організації різних форм власності та сфер діяльності), які зацікавлені в компетентних фахівцях;
- школярі, абітурієнти та їх батьки, які перебувають на стадії вибору закладу вищої освіти, споживачі освітніх послуг, випускники закладів вищої освіти;
- інвестори, які зацікавлені у розвитку наукових досліджень й інноваційних технологій, та організації-партнери у реалізації державних і міжнародних програм з розвитку освіти і соціуму;



- освітні установи різних типів, видів та рівнів акредитації, що розташовані у регіоні розміщення університету;

- кадрові агентства, зацікавлені у підборі висококваліфікованих фахівців.

Взаємодія університету з кожною групою стейкхолдерів має свої особливості. В таблиці 5.1 описані особливості цього зв'язку при виконанні третьої місії університету.

Таблиця 5.1 – Особливості взаємодії університетів із зовнішніми стейкхолдерами при виконанні третьої місії

Зовнішні стейкхолдери	Особливості взаємодії при виконанні третьої місії університетів
1	2
1. Університет-держава	Розвиток науки, що став державним пріоритетом, надав сильний і глибокий кумулятивний ефект: посилилися позиції держави в науково-технічній сфері, змінилися традиційні механізми взаємодії окремих секторів національних інноваційних систем, підвищилася роль науки в суспільно-економічному розвитку [162].
2. Університет-центральні й регіональні органи державної влади, органи місцевого самоврядування	Саме від належного виконання органами державного управління закріплених за ними функцій значною мірою залежить ефективність модернізаційних процесів у системі вищої освіти України та діяльність і розвиток освітньої галузі загалом згідно із сучасними тенденціями та викликами глобалізації [163].
3. Університет-роботодавці, кадрові агенції	До головних напрямів взаємодії між вищими навчальними закладами та роботодавцями можна віднести: організацію стажувань студентів на підприємствах; оновлення навчальних програм згідно вимог роботодавців; участь практиків, професіоналів у процесі навчання; запровадження системи дуальної освіти, тощо [164].
4. Університет-школярі, абітурієнти та їх батьки, які перебувають на стадії вибору закладу вищої освіти, споживачі освітніх послуг, випускники закладу вищої освіти	З абітурієнтами взаємовідносини мають формуватися як із потенційними споживачами, зі студентами – як із реальними споживачами [165].

Продовження Табл. 5.1

1	2
5. Університет-інвестори, які зацікавлені у розвитку наукових досліджень й інноваційних технологій, та організації-партнери у реалізації державних і міжнародних програм з розвитку освіти і соціуму	Компанії зацікавлені в постійному підживленні новими винаходами з метою модернізації та підвищення конкурентоспроможності своєї продукції; вчені — у практичному впровадженні своїх винаходів і отриманні роялті від цієї діяльності; факультети і кафедри університету — в отриманні місць практики для студентів, нових робочих місць для випускників, в оновленні своєї навчально-наукової бази за допомогою компаній; венчурні та інвестиційні фонди — в пошуку нових інноваційних проектів, які дали б їм змогу отримати нові прибутки [166].
6. Університет-освітні установи різних типів, видів та рівнів акредитації, що розташовані у регіоні розміщення університету	Особливістю сфери освітніх послуг є їх відкритість для інформаційного, кадрового та іншого обміну, що робить пріоритетною співпрацю виробників освітніх послуг [167].

Як видно з таблиці 5.1, ключовим зовнішнім стейкхолдером університетів при виконанні третьої місії є держава. Це обумовлено потребою формування свідомого та розвинутого суспільства і, як наслідок, соціально-економічного розвитку держави. Зацікавленість держави в реалізації третьої місії університету є постійною. Виходячи з цього, ефективний патерн взаємодії університету з державою має ґрунтуватись на наступному принципі, «освітня система – це механізм збільшення суспільної продуктивності, з іншої – це змога згуртувати націю» [168]. Емпіричні дослідження українських дослідників в тематиці впливу держави у сфері освіти на сталий розвиток національної економіки показали, що гармонізація освітнього середовища має більший вплив на ефективність стратегії сталого розвитку національної економіки ніж галузева та технологічна спеціалізація національної економіки [169].

Функцією центральних й регіональних органів державної влади, органів місцевого самоврядування є забезпечення соціально-економічного розвитку регіону. Таким чином, зацікавленість органів влади у співпраці з університетами при реалізації ними третьої місії має розвиватись. Реалізуючи свої функції в суспільстві державні органи позитивно впливають на трансформаційні процеси, які відбуваються в університетах. Сприяння соціально-економічному розвитку

регіону стає завданням як для державних органів, так і для університетів, які активно реалізують третю місію.

Ефективним патерном взаємодії між університетом і роботодавцем є встановлення каналу комунікацій між представниками цих організацій в рамках програм практики та стажувань для студентів, захистів проєктних робіт на тему, актуальну для підприємства-замовника. Завдяки конструктивному діалогу стає можливим ідентифікувати актуальні потреби роботодавців в працівниках та їх компетенціях. Таким чином, університет має можливість формувати кваліфіковані кадри, які є здатними розвивати діяльність організацій та економіку держави в цілому.

Взаємодія університету з потенційними студентами та їх родинами ґрунтується на визначенні та забезпеченні потреб споживачів. Оскільки третя місія університету базується на прагненні розвитку суспільства, то її реалізація орієнтована і на цю групу стейкхолдерів. Така тенденція визначається прагненням молодого покоління в умовах сьогодення до всебічного розвитку.

Кожна організація прагне ефективно працювати та бути конкурентоспроможною на ринку. Для досягнення цієї цілі з'являється необхідність створення інноваційних науково обґрунтованих підходів в діяльності організацій. Такі підходи можуть бути створені та реалізовані професіоналами, які вмотивовані на досягнення високих результатів в суспільно корисній діяльності.

При взаємодії університету з іншими навчальними закладами ефективним способом взаємодії є відкритість та бажання співпрацювати. Об'єднуючи зусилля щодо створення умов для соціально-економічного розвитку суспільства, така взаємодія стає ефективною та з'являється можливість реалізації третьої функції університету.

Процес управління взаємовідносинами із цільовою аудиторією університету пропонується здійснювати через три послідовних етапи: ідентифікація та визначення цілей, співпраця та реалізація інтересів, стратегічне партнерство та побудова репутації [170]. Такий процес менеджменту є ефективним і залежить від компетентностей управлінців в університетах та їх лідерських якостях, які

забезпечують побудову конструктивної комунікації на принципах партнерства. Представникам університети повинні ініціювати та сприяти шанобливій, чесній та продуктивній багатосторонній комунікації зі своїми стейкхолдерами [171]. Тобто до лідерських якостей керівників університетів, що забезпечують ефективну взаємодію із зовнішніми стейкхолдерами можна віднести якості рівня внутрішньогрупової взаємодії, які є елементами соціально-психологічного компоненту - комунікативна компетентність, діюча емпатія, емоційна стриманість, міжособистісна чуттєвість, терпимість до людей [172].

Формування патернів взаємодії стейкхолдерів відбувається через багаторазове повторення успішних дій та відпрацювання принципів кооперації із університетами, які довели свою дієвість. Провідні університети стають лідерами в освіті, коли пропонують нові проривні технології отримання та засвоєння найкращих практик. Кооперація із роботодавцями як приватної, так і державної власності, дає безперечні переваги як для університету, посилюючи його вплив на зовнішнє середовище освітнього ринку, так і роботодавця, який замовляє формування потрібних компетенцій майбутніх робітників у відповідь на турбулентні зміни бізнес-середовища.

Висновки. Взаємодія університетів із зовнішніми стейкхолдерами є необхідною для виконання третьої місії, яка полягає в формуванні демократичного суспільства. Ефективність цієї взаємодії залежить від формальних компетентностей та наявності лідерських якостей керівників університету.

Описані в роботі такі лідерські якості притаманні менеджерам з гуманістичним стилем взаємодії із зовнішніми зацікавленими сторонами. Тобто ефективні моделі взаємодії університету із зовнішніми стейкхолдерами при реалізації третьої місії формуються шляхом використання соціально-психологічних методів управління, а саме формування кооперації у висококонкурентному середовищі за рахунок узгодження інтересів зацікавлених осіб.

## **5.2 Науково-практичні підходи до використання імерсійних цифрових технологій для стимулювання трансферу інновацій від закладів освіти в реальний сектор економіки**

Потреба в інноваціях та їх ефективному трансфері в Україні сьогодні є надзвичайно актуальною. Це насамперед пов'язано з необхідністю трансформації сировинноорієнтованої низькотехнологічної економіки України в умовах повномасштабної війни росії проти України, що спричиняє втрату людського потенціалу, руйнування наявних виробничих потужностей та інфраструктури, розрив ланцюгів постачань, суттєво обмежує можливості логістичних коридорів.

За даними НБУ, «втрати фізичного капіталу від руйнувань підприємств, житла та інфраструктури на початок травня сягнули 100 млрд дол. – це еквівалент 50 % ВВП 2021 року. Також дуже суттєвими є втрати людського капіталу через міграцію та загибель громадян. З огляду на високу невизначеність фактично призупинено інвестиційну діяльність» [173].

У цих умовах саме інновації можуть стати ефективним засобом відновлення та модернізації виробництва й переходу економіки України на вищі технологічні уклади. Це насамперед може бути забезпечено шляхом трансформацій із застосуванням технологій Індустрії 4.0 (Інтернет речей, штучний інтелект, аналітика великих даних, робототехніка, хмарні обчислення, віртуальна та доповнена реальність тощо), які докорінним образом змінюють як технологічні процеси виробництва й збуту товарів та послуг, так і інституційну структуру суспільства.

Поточні показники інноваційної спроможності України можливо оцінити за допомогою міжнародних комплексних індикаторів.

У таблиці 5.2 наведено рейтинг України за Глобальним індексом інновацій (GII) за останні три роки.

За цим показником на останню звітну дату Україна входить до ТОП-50 країн світу та до ТОП-3 серед країн з рівнем доходом нижче середнього. Негативним є

той факт, що протягом періоду дослідження позиція України в рейтингу постійно знижується.

Таблиця 5.2 – Рейтинг України за Глобальним індексом інновацій (ГІІ) за 2018-2020 роки

Звітна дата	Ренкінг за Глобальним індексом інновацій ГІІ	Значення Глобального індексу інновацій ГІІ	Субіндекс «Інноваційні ресурси» (Innovation Input)	Субіндекс «Результати інновацій» (Innovation Output)
2019	47	37,4	82	36
2019	45	36,3	71	37
2020	49	35,6	76	37

*Джерело: Economy reports, 2022 [174]*

Слід звернути увагу на специфіку взаємозв'язку між рівнями доходу (ВВП на душу населення) та інноваційними показниками (показник ГІІ), оскільки відносно ВВП показники України вищі за очікування щодо рівня її розвитку, також Україна виготовляє більше інно

ваційної продукції порівняно з рівнем інвестицій в інновації. Це позитивно характеризує потенціал України в інноваційній спроможності – використовувати наявні обмежені ресурси в умовах нестабільності середовища максимально ефективно.

Відповідно до даних цього показника основу інноваційної спроможності формують знання та технології (людський капітал та дослідження, а також результати знань та технологій), а негативно впливають на неї показники розвитку інфраструктури, інститутів та складності ринку (таблиця 5.3).

Заслуговує на увагу той факт, що найбільша кількість сильних сторін країни сконцентрована саме в такому драйвері, як людський капітал та дослідження: високому рівні державного фінансування середньої освіти, співвідношення учнів та вчителів, зарахування у вищі навчальні заклади тощо.

Сильними компонентами результативного субіндексу є висока патентна активність дослідників.

Таблиця 5.3. – Рейтинг України за складовими Глобального індексу інновацій (ГІІ) за 2018-2020 роки, показник/рейтинг

Звітна дата	Інститути	Людський капітал та дослідження	Інфраструктура	Складність ринку	Складність бізнесу	Результати знань та технологій	Творчі результати
2019	53,9/96	35,6/51	36,0/97	43,3/90	34,8/47	34,6/28	33,5/42
2019	55,6/93	40,5/39	33,1/94	42,1/99	29,5/54	35,1/25	29,9/44
2020	56,2/91	38,2/44	32,2/94	42,3/88	28,9/53	32,3/33	30,9/48

Джерело: [175; 176; 177]

Зважаючи на втрати інфраструктури внаслідок військової агресії, що будуть негативно впливати на інноваційний потенціал України, слід сконцентрувати зусилля на збереженні та посиленні сильних сторін – розвитку середньої та вищої освіти та інформаційно-комунікаційних технологій.

Позиція України в рейтингу агентства Bloomberg щодо оцінки інноваційного розвитку країн представлена в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4. – Рейтинг України за складовими Інноваційного індексу Bloomberg за 2018-2020 роки

Звітна дата	Загальний індекс	Інтенсивність досліджень і розробок	Продуктивність	Проникнення високих технологій	Концентрація дослідників	Виробництво з доданю вартістю	Ефективність вищої освіти	Патентна активність
2019	53	54	60	37	46	58	28	35
2020	56	57	57	57	35	48	49	36
2021	58	59	57	55	39	57	52	36

Джерело: Bloomberg [178]

Наведені дані підтверджують той факт, що драйвером інновацій в Україні є достатньо висока концентрація дослідників та патентна активність. Негативним є

втрата позицій у рейтингу через послаблення позиції України за 4-ма з семи складових цього індексу.

Інноваційна спроможність є складовою загального рівня конкурентоспроможності країни в глобальному контексті.

Згідно з даними звіту Світового економічного форуму про глобальну конкурентоспроможність «The Global Competitiveness Report 2019», Україна займала 85 позицію в рейтингу серед 141 країни зі значенням 56,99 бала. Порівняно з даними за 2017 рік Україна втратила дві позиції в рейтингу.

Протягом періоду розрахунку рейтингу Україна займає досить високі позиції за підіндексами: розмір ринку – 47 місце, навички – 44 місце.

Достатньо високими є значення всіх складових субіндексу «Навички», що мають діапазон 4,0-4,5 при максимальному значенні 7. При цьому ці показники притаманні як навичкам поточної, так і майбутньої робочої сили. Це також підтверджує твердження, що ключовим драйвером економічного зростання країни може стати людський потенціал.

Рейтинг України за субіндексом «Інноваційна спроможність» у доповіді 2019 року відповідає 60 місцю, порівняно з попереднім звітом було втрачено дві позиції.

За даними Європейського інноваційного табло EIS, що характеризує основні індикатори оцінки ефективності функціонування інноваційних систем країн Європи, України входить до групи країн – повільних інноваторів. При цьому негативним є той факт, що порівняно з країнами ЄС, показники України погіршились, Україна займає в цьому рейтингу останнє місце. Суттєвим недоліком є відсутність даних для розрахунку 12 індикаторів. Україна все ще включена в EIS, але якщо доступність даних не покращиться, країну буде виключено з майбутніх звітів EIS [179].

Представлені на рисунку 5.1 дані свідчать, що потенціал України за інноваційною діяльністю за переважною більшістю драйверів впливу лишається низьким.



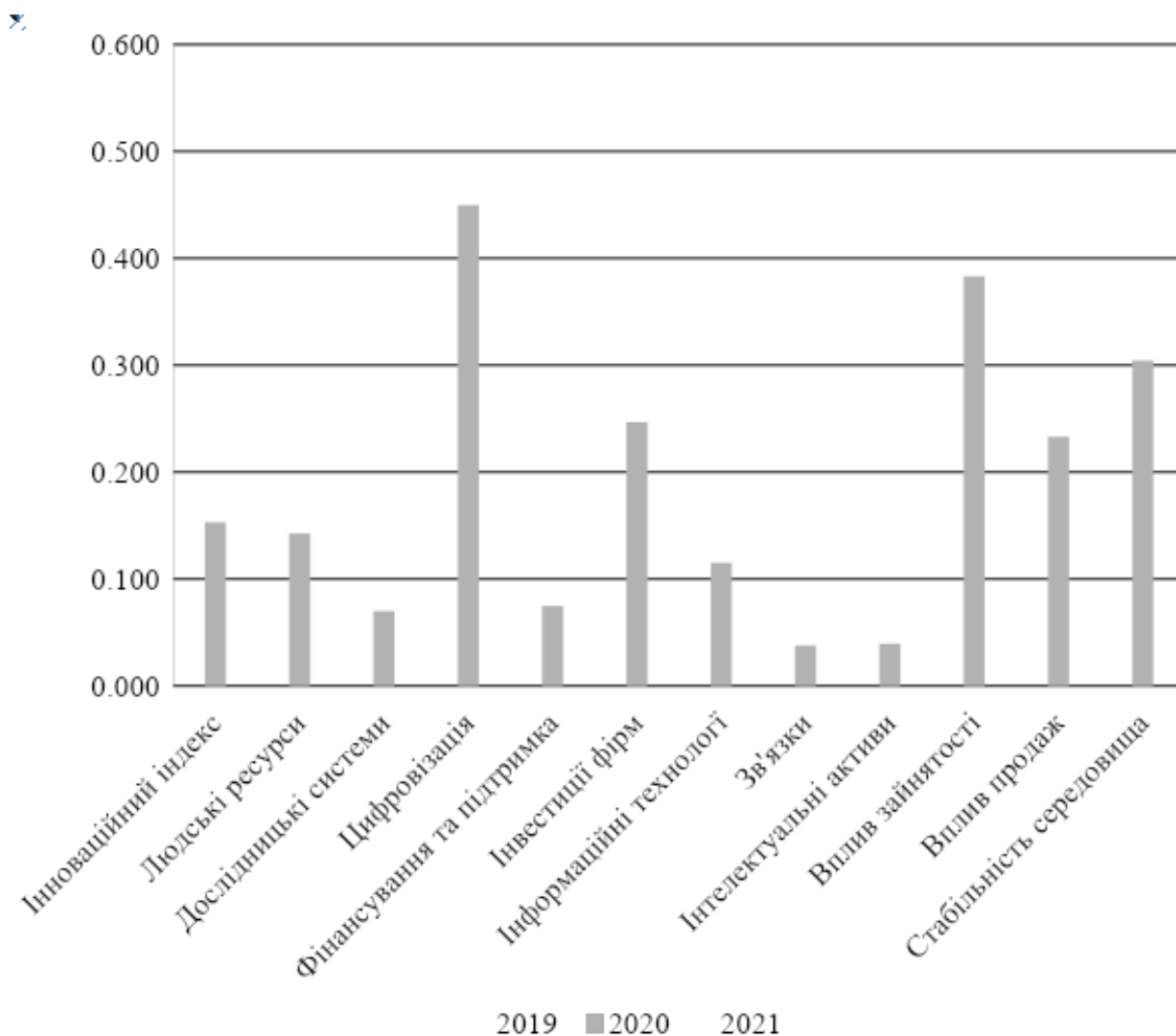


Рисунок 5.1 – Значення складових інноваційного індексу за Європейським інноваційним табло за 2018-2020 роки

Джерело: European Commission [179]

Україна відстає за всіма показниками, окрім субіндексів «Цифровізація» та «Вплив зайнятості». Найслабші сторони – зв'язки, інтелектуальні активи, фінансування та підтримка.

При переході до шостого технологічного укладу однією з критично важливих детермінант, що дозволяють технологіям реалізувати свій потенціал, є готовність країн до майбутнього виробництва (Readiness for the Future of Production). Фактичні дані для України за цим напрямом представлені на рисунку 5.2.

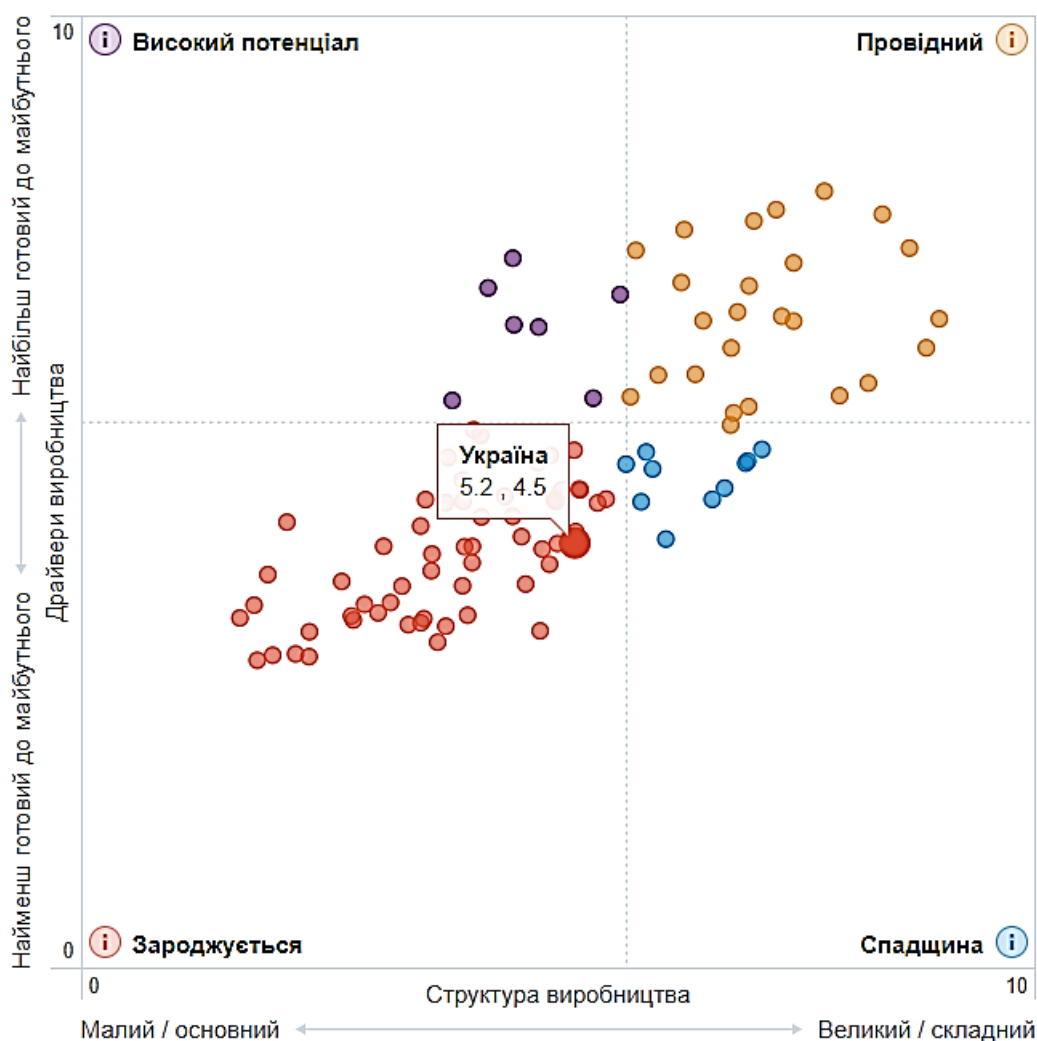


Рисунок 5.2 – Оцінка готовності України до майбутнього виробництва за доповіддю «Оцінка готовності до майбутнього виробництва 2018»

Джерело: *Econoties* [180]

Представлені на рисунку 2 дані свідчать, що Україна належить до країн сегмента країн, у яких готовність до майбутнього виробництва лише зароджується. Це зумовлено негативним поєднанням двох блоків факторів – обмеженою виробничою базою на поточний момент (5,2 бала з 10 можливих; 43 позиція в рейтингу), які водночас демонструють низький рівень готовності до майбутнього через низьку продуктивність у компоненті «Драйвери виробництва» (4,5 бала з 10 можливих; 67 позиція в рейтингу).

Негативним є той факт, що за всіма субіндексами показники України знаходяться нижче медіанного значення. У результаті комбінації цих змінних у загальному рейтингу країн Україна розташувалася на 67 позиції.

Як і в попередніх випадках, стійким драйвером виробництва виступає людський капітал з оцінкою 5,8 бала з 10 можливих та 34 позицією в рейтингу.

Важливим індикатором здатності країни до інноваційного розвитку є кількість дослідників, залучених до НДДКР. Як свідчать дані, наведені на рисунку 5.3, значення цього показника на відміну від розвинених країн світу знаходиться на наднизькому рівні та при цьому постійно знижується – з 1474 осіб на млн населення у 2006 році до 845 осіб на 1 млн населення у 2020 році.

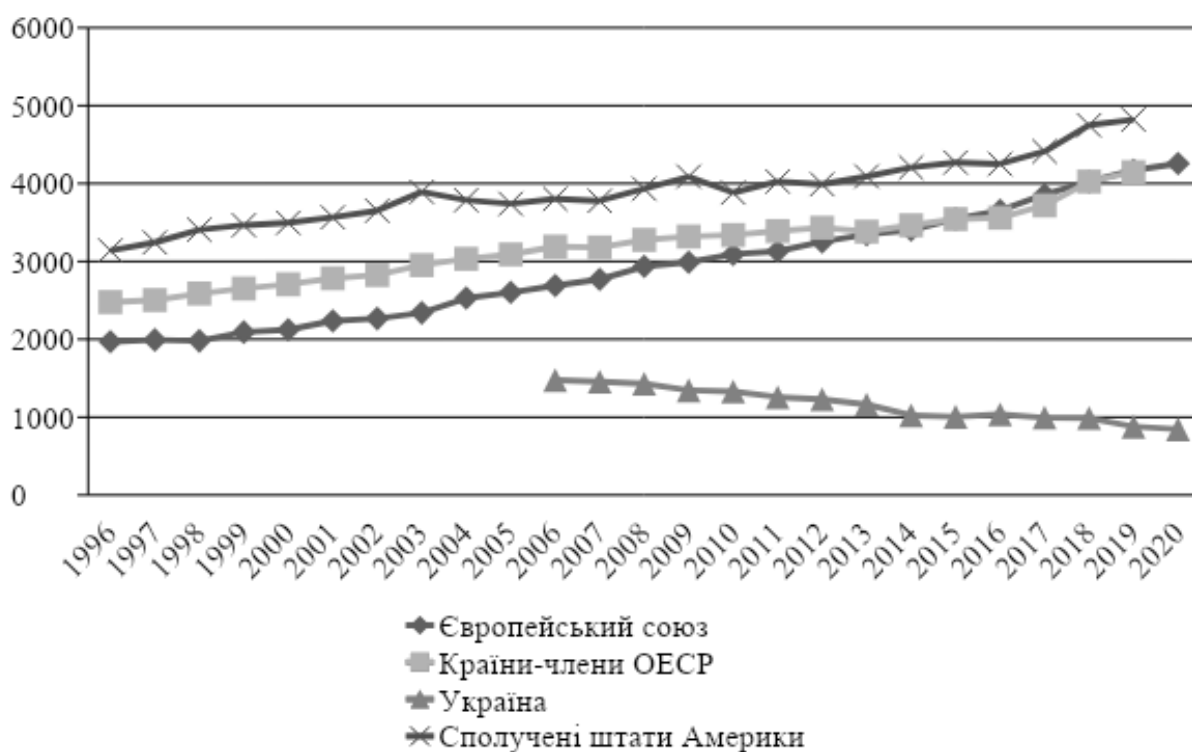


Рисунок 5.3. – Оцінка наукового потенціалу України за показником «кількість дослідників, залучених до НДДКР» (на 1 млн населення)

Джерело: *Researchers in R&D* [181]

У країнах Європейського союзу цей показник у 2020 році становить 4252 особи на 1 млн населення, у Сполучених штатах Америки у 2019 році – 4851 особи на 1 млн населення, у країнах-членах ОЕСР у 2019 році – 4146 особи на 1 млн населення. Отже, Україна має фактично 5-кратний розрив у формуванні наукового

потенціалу порівняно з розвиненими країнами світу, концентрація дослідників в країні є вкрай низькою.

Таким чином, представлені дані підтверджують той факт, що роль людського капіталу у розвитку економіки та забезпеченні її глобальної конкурентоспроможності зі зростанням цифровізації, роботизації та автоматизації стає вирішальною. В економіці, що базується на знаннях, людський капітал відіграватиме все більш значну роль, особливо у створенні інновацій.

В основі інноваційного прориву лежить здатність країни до досліджень та нових розробок та інвестиції в них, у тому числі державна підтримка. За показником «Витрати у дослідження та розробки» (у процентах до ВВП) у довоєнний період Україна мала наднизький рівень, який при цьому протягом періоду дослідження постійно знижувався, про що свідчать дані, представлені на рисунку 5.4.

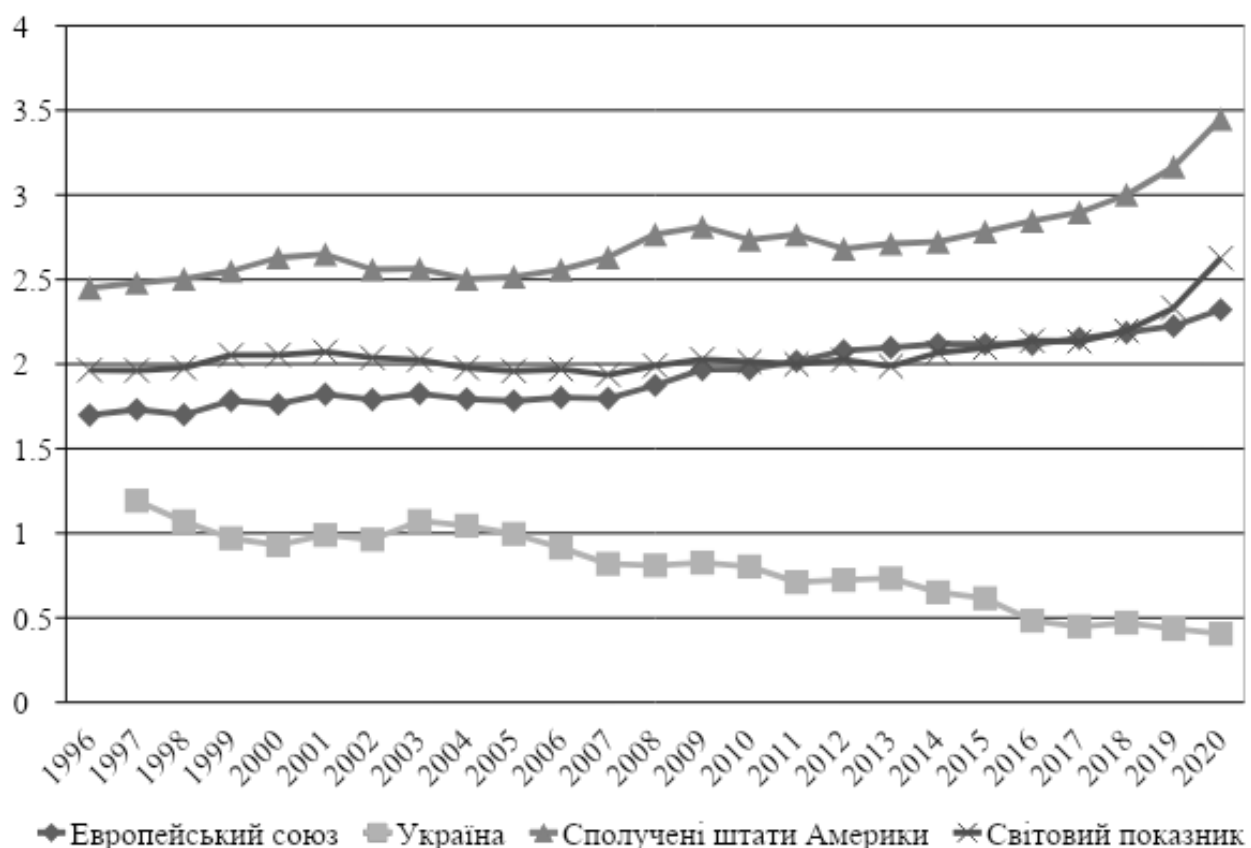


Рисунок 5.4. – Оцінка науково-дослідної капіталізації ВВП за показником витрат у дослідження та розробки (НДДКР) (у процентах до ВВП)

Джерело: *Research and development* [182]

Витрати на дослідження та розробки в Україні у 2020 р. становили лише 0,4 % ВВП, при тому, що в країнах Європейського союзу цей показник становить 2,32 % ВВП, у Сполучених штатах Америки – 3,45 %, а середній світовий показник склав 2,62 % ВВП. Отже, як бачимо, існує постійний розрив у витратах на дослідження та розробки між Україною та всіма країнами з розвинутою економікою, який постійно збільшується. Цей показник є важливим, оскільки підвищення рівня фінансування НДДКР формує основу просування інновацій [183].

Підсумовуючи, вважаємо, що в умовах економіки війни та для забезпечення повоєнного економічного розвитку України необхідним є інноваційне оновлення всіх суспільних та економічних відносин.

Результати досліджень вітчизняних та закордонних науковців підтверджують наявність значного позитивного зв'язку між економічним зростанням та інноваціями. Також доведено, що освіта та людський капітал мають позитивний та значний вплив на економічне зростання [184].

Визначальну роль як у розвитку людського капіталу, так і створенні інноваційних продуктів відіграє якісна та ефективна система вищої освіти.

Це зумовлено тим, що «...побудова економіки інноваційного типу неможлива без активного використання науково-дослідного та інноваційного потенціалу, наявності висококваліфікованих фахівців, а також ефективного механізму забезпечення ефективної взаємодії між стадіями інноваційного процесу, зокрема, між стадіями створення наукового знання та впровадженням його у практичну діяльність» [185].

Вища освіта розглядається і як «двигун інновацій», і як «каталізатор сталого розвитку», при цьому інтеграція цих ролей найкраще відбивається у залученні вищої освіти до інноваційних екосистем та інноваційної екоінфраструктури.

Е. Г. Караяніс та Д. Ф. Дж. Кемпбелл [186] при характеристиці інноваційної екоінфраструктури визначають, що в ній «люди, культура та технології зустрічаються та взаємодіють, щоб стимулювати творчість, винаходи та прискорювати інновації у наукових та технологічних дисциплінах, державному та

приватному секторах (уряд, університети, промисловість та неурядові організації з виробництва, використання та оновлення знань).

Базуючись на звіті Європейської асоціації університетів та розробках науковців ми визначили наступні ключові ролі університетів у інноваційних системах [187, 188, 189]:

- освіта: розвиток людського капіталу для інновацій;
- дослідження: виробництво знань для створення приватної та суспільної цінності;
- обмін знаннями для інноваційних систем: від трансферу технологій до багатосторонньої спільної генерації;
- стратегічна трансформація: впровадження інновацій;
- джерело суспільної довіри для забезпечення стійкості інноваційних систем: високий суспільний статус та розгалужені сильні та слабкі зв'язки з суб'єктами різних секторів;
- соціальне підприємництво, необхідне для стійких соціальних змін (модель «підприємницького університету»).

Таким чином, зважаючи на зазначене вище, сучасний університет в Україні має поступово трансформуватися в університет підприємницького типу, який поєднує функції підготовки висококваліфікованих фахівців, виконання фундаментальних та прикладних досліджень, трансферу знань та технологій, в тому числі комерціалізації нових знань в інноваційний продукт, слугуючи джерелом суспільної довіри для забезпечення стійкості інноваційних систем.

В узагальненому вигляді роль закладів вищої освіти в інноваційній системі наведена на рисунку 5.5.

У межах цього дослідження ключовою є роль закладів вищої освіти в обміні знаннями.



Рисунок 5.5 – Роль вищої освіти в інноваційному розвитку країни

Джерело: складено автором

Трансфер технологій зазвичай визначається як «процес переміщення технології з наукового або академічного середовища (наприклад, закладу вищої

освіти) до промислової організації, що... комерціалізує технологію шляхом впровадження нових процесів, розробки та запуску нових продуктів чи сприяння успішним та інноваційним організаційним змінам [190].

Слід наголосити на тому, що передача технологій є лише одним з напрямів руху знань з наукового або академічного середовища в промисловість, оскільки «обмін знаннями» за підходом С. Моретона [191], є двонапрямним. «Взаємодія між університетом та промисловістю полягає не лише у передачі знань від першого до другого; це також допомагає вченим розробляти цікаві дослідницькі питання, проводити якісніші дослідження та забезпечувати краще розуміння прикладного застосування результатів досліджень у промисловості» [192]. Обмін знаннями включає як аспекти колективного навчання між організаціями з різних секторів, так і традиційний трансфер технологій [193].

Для ефективного обміну знаннями університетам необхідно забезпечити:

- «формування і розвиток інноваційної інфраструктури (наукових і технологічних парків, бізнес-інкубаторів, інноваційно-технологічних центрів, центрів колективного користування науковим обладнанням);
- створення орієнтованого на студента середовища як засобу розширення його можливостей в усіх формах навчання, в тому числі навчання через наукові дослідження;
- розробку комплексної програми підготовки висококваліфікованих фахівців для наукової сфери й провідних галузей промисловості» [194].

Одним з обов'язкових елементів розвитку інновацій в закладах вищої освіти є наявність інноваційної інфраструктури, до якої зокрема належать Центри колективного користування науковим обладнанням (далі – ЦККНО), які «... надають доступ до наукового обладнання для проведення досліджень і розробок вітчизняними та іноземними вченими» [195]. Вони є ефективною формою інтеграційної взаємодії в інноваційному процесі, особливо на сучасному етапі обмеженості всіх типів ресурсів для інновацій.



На наш погляд, в умовах цифрового переходу ЦККНО як важливі осередки інноваційної інфраструктури мають активно запроваджувати нові цифрові технології, зокрема, імерсійні.

Вплив цифрових технологій на трансфер інновацій буде дуальним – як через підвищення ефективності фундаментальних та прикладних досліджень, так і через оптимізацію безпосередньо інноваційних процесів.

Це зумовлено насамперед тим, що цифрові технології не обмежені можливостями фізичного місця розташування наукового обладнання і на цій основі докорінно трансформують здатність вітчизняних та іноземних вчених здійснювати наукові дослідження й виконувати експериментальні розробки.

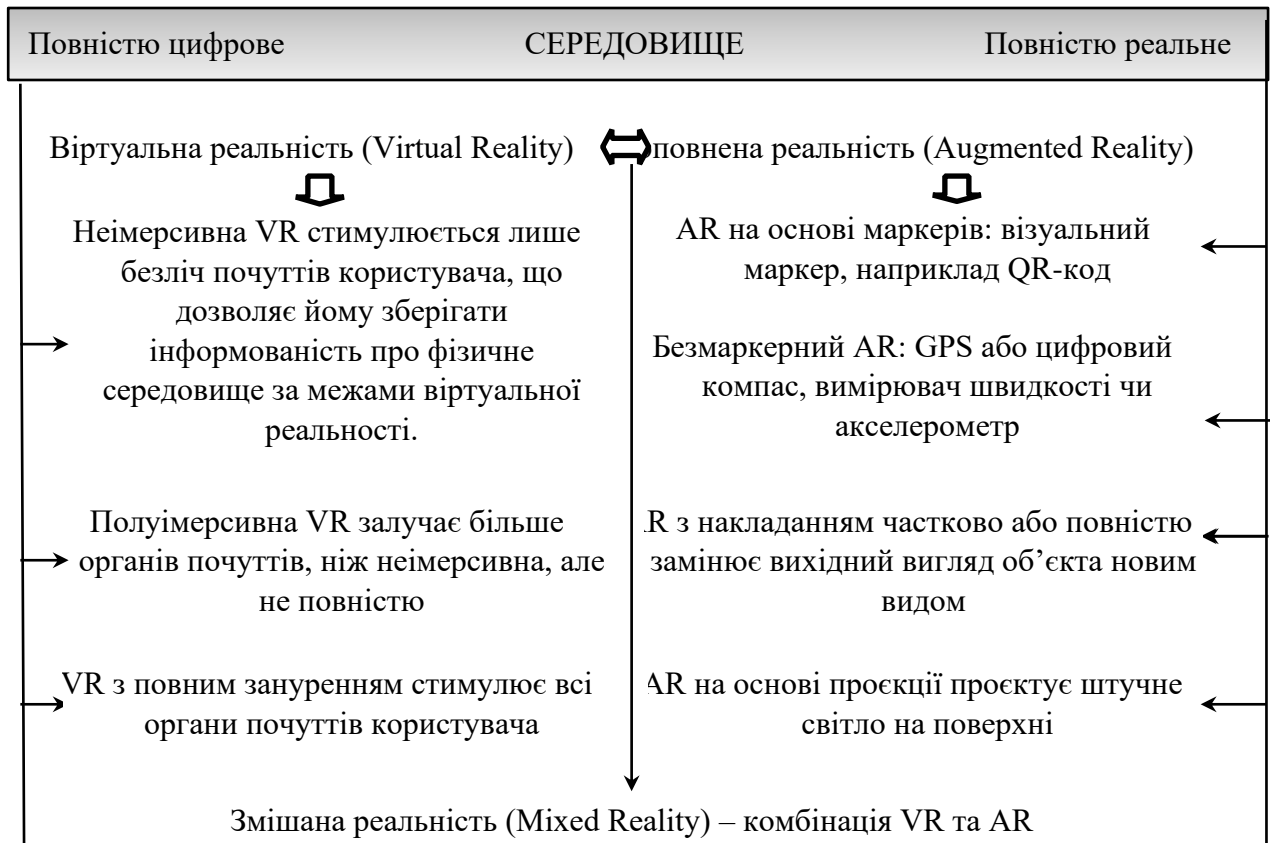
Також вони дозволяють виключити дублювання та надмірність при експериментальних дослідженнях, оптимізувати дослідницькі процеси, спростити використання даних, підвищити ефективність комунікації, а також досягти успіху в галузі комп'ютерного моделювання, застосовуючи прогнозне моделювання та штучний інтелект.

Цифрові технології суттєво розширюють можливості ЦККНО щодо формування інноваційних екосистем, продукування нових спільних знань, технологій чи розв'язання інноваційних завдань. Цифровізація забезпечить їх генеративність та інноваційність через цифрову організацію [196], а також сприятиме взаємодії науковців та розширенні міжорганізаційних відносин за допомогою цифрових інструментів та можливостей підключення.

За твердженням науковців [197] завдяки цифровим технологіям «... вхідні дані стають взаємопов'язаними, внаслідок чого більшість інноваційних процесів реалізується у міжорганізаційних екосистемах учасників; інноваційні процеси поступово скорочуються, вдосконалюючи фази, на яких збирається інформація та використовується зворотний зв'язок з усіма зацікавленими сторонами; результати інновацій все частіше набувають форми платформ, що використовуються для створення вартості шляхом узгодження пропозиції з попитом».

Доцільним для застосування ЦККНО є імерсійні цифрові технології.

Імерсивну цифрову технологію ми пропонуємо визначати відповідно до підходу Н. Барнетт як інтеграцію віртуального контенту з фізичним середовищем, що дозволяє користувачу взаємодіяти зі змішаною реальністю, що передбачає його занурення у таке цифрове середовище, що імітує реальне, з можливістю поєднання візуальних або «просторових», аудіальних, кінестетичних або «тактильних» та текстових інструментів [198] (рис. 5.6).



Розширена реальність (Extended Reality) – весь спектр імерсивних технологій (VR, AR, MR)

Рисунок 5.6 – Імерсійні цифрові технології

Джерело: узагальнено автором

Доцільність їх впровадження визначається перевагами, наведеними на рисунку 5.7.



Рисунок 5.7 – Переваги імерсійних цифрових технологій для застосування

Центрами колективного користування науковим обладнанням

*Джерело: узагальнено автором*

Для формування ефективної моделі використання імерсійних цифрових технологій в інноваційній діяльності ЦККНО потрібна наявність сукупності ресурсів. Ґрунтуючись на підході Дж. А. Ван Дейка [199], до них ми відносимо:

- матеріальні ресурси: кошти та майно, які можна використовувати для формування імерсивного цифрового середовища;
- інтелектуальні ресурси академічного та адміністративного персоналу закладів вищої освіти та ЦККНО, що визначають цифрову грамотність, знання та когнітивні здібності, що забезпечують підтримку інтелектуального та мотиваційного доступу до імерсивного цифрового середовища;

- психологічні ресурси академічного та адміністративного персоналу закладів вищої освіти та ЦККНО – це сприйняття та ставлення до інформаційно-комунікаційних технологій та інтернету, такі як самоефективність, впевненість та інші психологічні та суб'єктивні елементи, які сприяють мотиваційному доступу як основі створення імерсивного цифрового середовища;
- просторово-часові ресурси академічного та адміністративного персоналу закладів вищої освіти та ЦККНО – наявність часу та простору для підтримки доступу та прийняття імерсивного цифрового середовища. Значні часові витрати на створення імерсійного цифрового середовища є істотною перешкодою його застосування;
- галузеві ресурси освітньо-наукової сфери характеризують ресурси, надані постачальниками інформаційно-комунікаційних технологій, необхідні для підтримки створення імерсивного цифрового середовища.

Кількісні та якісні характеристики перерахованих вище ресурсів визначають рівень можливості впровадження та використання імерсійних цифрових технологій в інноваційному процесі в ЦККНО. Проблема розвитку імерсійних цифрових технологій у цьому контексті є наслідком відсутності чи обмеженого доступу до певного типу ресурсу.

Як правило, кожен тип ресурсу вимагає впровадження інформаційно-комунікаційних технологій та інтернету та можливої цифрової інтеграції. При цьому слід наголосити, що доступ є необхідною (але недостатньою) умовою створення імерсивного цифрового середовища.

Мотиваційний доступ визначається як бажання прийняти та використовувати імерсійні цифрові технології шляхом придбання, володіння та безперервного навчання або вдосконалення цифрових компетентностей.

Фізичний та фінансовий доступ характеризує право власності або дозвіл на використання необхідних цифрових пристроїв, таких як комп'ютери, смартфони та планшети, підключення до інтернету та різні імерсійні цифрові технології.

Слід зазначити, що фізичний доступ не дорівнює фінансовому, який включає всі витрати, пов'язані з використанням комп'ютерів, підключень, периферійних

пристроїв, програмного забезпечення та послуг для імерсивного цифрового середовища. Ці витрати, залежно від різних характеристик та специфіки використання імерсійних цифрових технологій, можуть суттєво відрізнятись.

Інтелектуальний доступ передбачає володіння прямими інтелектуальними здібностями та цифровою грамотністю для підтримки впровадження імерсійних цифрових технологій та інтернету.

Отже, запровадження цифрових технологій, в тому числі імерсійних, дозволить об'єднати науковців незалежно від їх фізичного місцезнаходження в єдину мережу та забезпечити їх активну взаємодію один з одним та різними елементами інноваційної інфраструктури для обміну знаннями, досвідом, результатами фундаментальних та прикладних досліджень.

Для активного впровадження імерсійних цифрових технологій необхідно забезпечити наявність усіх видів ресурсів та доступ до них на рівні всіх суб'єктів інноваційного процесу.

*Матеріали розділу були використані та опубліковані розробниками НДР у таких наукових роботах: Криклій О. А., Васильєва Т.А., Леонов С.В., Барвінок В.Ю. Імерсійні цифрові технології як інструмент стимулювання трансферу інновацій від закладів освіти в реальний сектор економіки. Цифрові технології в освіті: сучасний досвід, проблеми та перспективи : монографія за заг. ред. Васильєвої Т.А. та Петрушенка Ю.М. Суми : Сумський державний університет, 2022. С. 6-21 [200].*

## **6 ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ФУНКЦІОНУВАННІ УНІВЕРСИТЕТІВ**

### **6.1 Імерсивна модель університету: розширення та тестування можливостей занурення у віртуальний світ**

Електронний університет уже не є чимось новим в освітній практиці, однак вимагає створення все нових інструментів для залучення студентів до ефективного оволодіння навичками, затребуваними суспільством і ринком праці. Студенти вступають до університету для навчання (самоосвіти), і в університеті активно використовуються моделі, які дозволяють студентам успішно виконувати це завдання: технологія “flipped” клас [201], моделі типу “Flex” [202], “Rotation” [203] “Positive-U” [204] та інші.

Слід зазначити, що студенти, як і інша молодь, залежні від своїх гаджетів. Міленіали (Покоління Y) проводять у соціальних мережах у середньому 2,5 години [205]; згідно з іншими джерелами, підлітки використовують у середньому дев'ять годин в день на розважальні засоби масової інформації і, що підлітки [206] проводять дев'ять годин на день з цифровими технологіями [207]. Отже, ефективне самонавчання студентів також пов'язане з гаджетами. Необхідно «занурити» студентів в освітнє середовище, яке відповідає їх зоні комфорту. Хоча набуття нових навичок пов'язане з виходом із зони комфорту, перший крок до нього – саме з гаджетами молодих людей. Крім того, в умовах карантину значно зросла роль гаджетів для навчального процесу [208]. Гаджети перетворилися з технічних засобів обробки інформації в інструменти для отримання навичок, необхідних для «соціально-економічного» зростання особистості. Імерсивні технології навчання стрімко входять в освітню діяльність університетів [209, 210, 211], і це відзначається у значній кількості робіт [212, 213, 214, 215, 216]. Проте, незважаючи на широке використання імерсивних технологій, питання визначення «імерсивного навчання» залишається відкритим.

Автори [217] зазначають, що «навчання з ефектом занурення — це методологія навчання на досвіді, яка використовує віртуальну реальність для моделювання сценаріїв реального світу та навчання співробітників у безпечному та привабливому навчальному середовищі з зануренням». Це найпростіше визначення обмежує список інструментів занурення в навчання. Інші визначення розширюють перелік інструментів, додаючи доповнену реальність, змішану реальність, елементи гейміфікації тощо. Проте, на нашу думку, найточнішим слід вважати визначення з [218]: «Імерсійне навчання стосується будь-якого освітнього підходу, який навчає поміщаючи учня безпосередньо в середовище». Це визначення суттєво розширює спектр інструментів «занурення» і, по суті, не виключає жодних підходів до передачі знань і навичок зі списку імерсивних технологій. Це визначення стосується не інструментів, а підходів, у яких можна використовувати будь-які інструменти, які підходять для конкретної ситуації. «Імерсивне навчальне середовище – це навчальні ситуації, створені за допомогою різноманітних технік і програмних засобів, включаючи навчання на основі ігор, навчання на основі симуляції та віртуальні 3D-світи. ІІЕ відрізняються від інших методів навчання своєю здатністю моделювати реалістичні сценарії та середовища, які дають учням можливість практикувати навички та взаємодіяти з іншими учнями» [219]. Таким чином, модель імерсивного навчання базується на практичних кейсах, реалізованих шляхом моделювання різних сценаріїв. Важливо, що симуляція сценаріїв може відбуватися не лише в електронному середовищі, а й у реальному світі.

У цій статті автори пропонують багатовимірну класифікацію інструментів імерсивного навчання як елементів імерсивного університету, функціонування якого також передбачає тестування ефективності кожного інструменту. Імерсивний університет не обмежується інструментами для занурення у віртуальні світи, але також повинен використовувати сценарії на місці для практичних випадків.

## 1. Бібліометричний аналіз

Для бібліометричного аналізу використовували наукометричні бази даних Scopus (<https://www.scopus.com/>) та Web of Science (<https://www.webofknowledge.com/>). Інструментом бібліометричного аналізу є VOSviewer (<https://www.vosviewer.com/>).

Бібліометричний аналіз проводився наступним чином. На першому етапі за ключовим словом «immersive» у базі даних Scopus було знайдено понад 24 000 статей. Відсутність конкретизації застосування імерсивних технологій у тій чи іншій галузі знань (зокрема в освітній діяльності) зумовлена наявністю міждисциплінарних досліджень у цій галузі. Згодом були введені такі обмеження на пошуковий запит:

- Галузь знань «Суспільствознавство»;
- перша тисяча статей за кількістю цитувань за період 2010-2021 рр.;
- ключові слова (фрази) в результатах пошуку повинні згадуватися не менше 10 разів.

Галузь знань дозволяє спостерігати зростання інтересу до використання імерсивних технологій (рис. 6.1), у тому числі в навчальному процесі. Цей факт буде продемонстровано на основі аналізу, пов'язаного з ключовим словом «імерсивний». Міждисциплінарність, згадана вище, що показана на рис. 6.2.

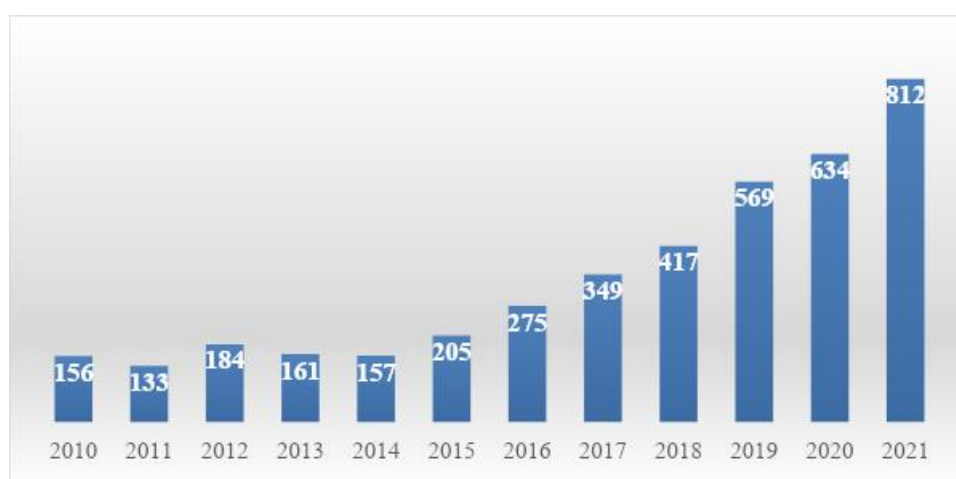


Рисунок 6.1. – Річна кількість статей за ключовим словом «заглиблення», галузь знань «Суспільні науки»



Documents by subject area

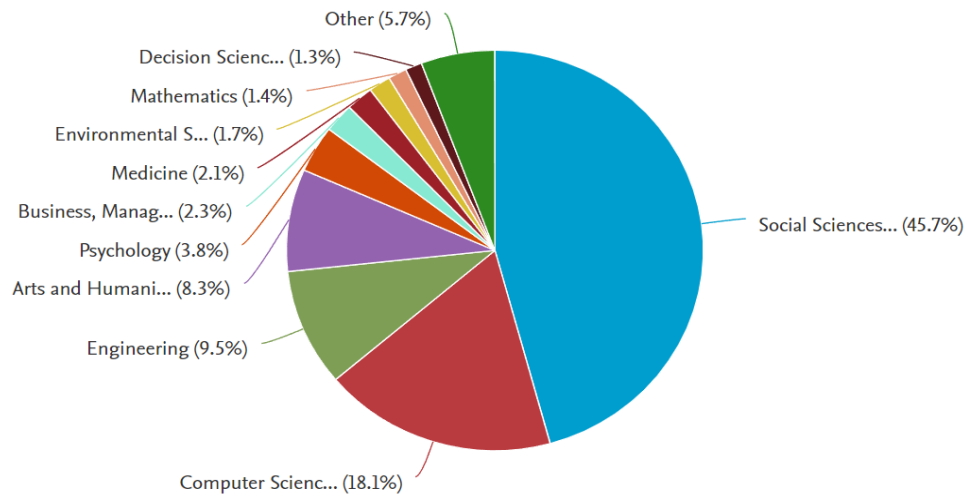


Рисунок 6.2 – Взаємозв'язок обраних статей для галузевих «Суспільних наук» з іншими галузями

Після застосування обмежень на пошуковий запит був отриманий список із близько 4700 статей, з яких для аналізу були відібрані перші 2000 найбільш цитованих. Карта ключових слів для цих статей показана на рис. 6.3.

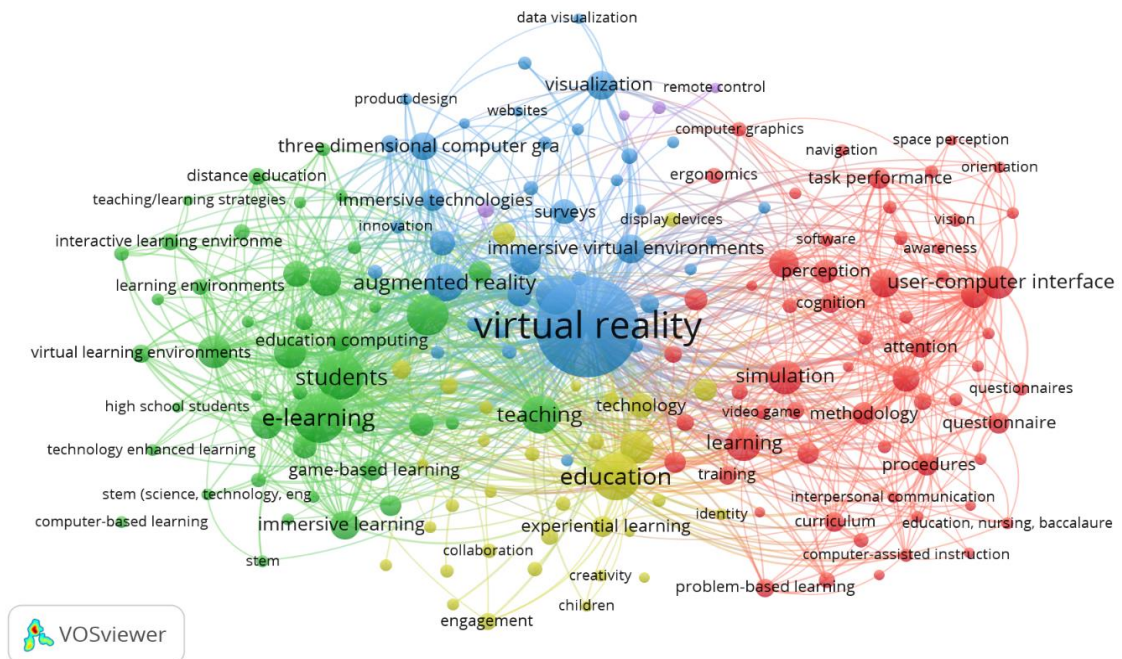


Рисунок 6.3 – Карта ключових слів для запиту «імерсивний» для перших 2000 найбільш цитованих статей у галузі «Суспільні науки» за 2010-2021 рр.

Для виявлення зв'язку ключових слів та виділення окремих кластерів тем було проведено аналіз елементів карти ключових слів. Аналіз обов'язково визначає:

- місце імерсивних технологій у навчальному процесі;
- основні завдання імерсивних технологій у навчальному процесі;
- загальна структура імерсивного навчального середовища;
- «композиція» інструментів імерсивного навчання

Як видно з даних на рисунку 6.4, за останні кілька років освітній процес значно цифровізувався, а засоби навчання з площинних методичних матеріалів та об'ємного живого спілкування з викладачем частково переміщуються в нові сконструйовані світи, місця «занурення». Власне, цей кластер відображає не лише місце імерсивного навчання в освітньому процесі, а й демонструє інструменти імерсивного навчання. Імерсивні технології в освіті є ширшим поняттям, ніж просте використання віртуальної та доповненої реальності, як можна побачити в цьому кластері.

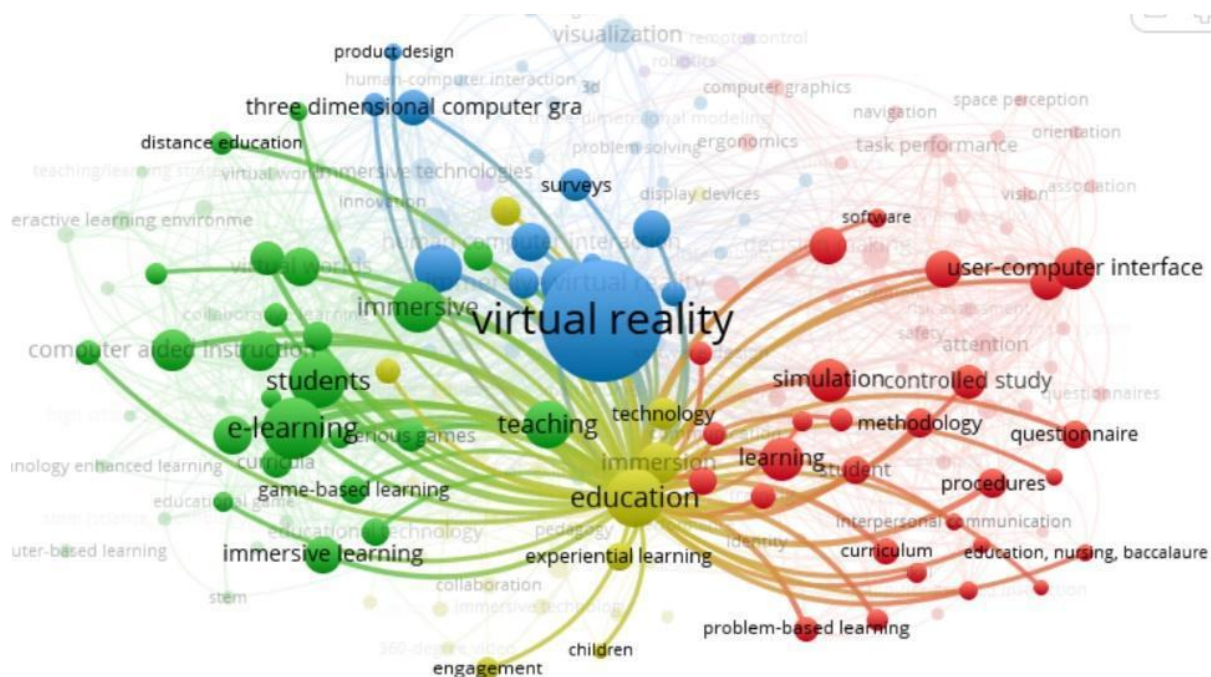


Рисунок 6.4 – Кластер із вузловим ключовим словом «освіта»

Результати попередніх досліджень [220] дозволяють розширити перелік ключових слів, пов'язаних із зануреним навчанням:

- Ігрове навчання;
- Розвиваючі ігри;
- Гейміфікація;
- Доповнена реальність;
- Інструменти створення;
- Онлайн-навчання;
- Соціальна присутність;
- Віртуальні світи;
- Віртуальне навчальне середовище;
- Педагогічний супровід;
- Навчальний процес;
- Професійна компетентність.

Наступний кластер (Рисунок 6.5) демонструє основну функцію освітнього процесу загалом і зануреного навчання зокрема: прийняття рішень і фактичний розвиток студентами навичок, необхідних роботодавцям. Якщо говорити про певний набір навичок, то можна виділити наступні [221]:

- Оцінка та аналіз інформації;
- Критичне мислення;
- Кількісне, аналітичне та стратегічне мислення;
- Допитливість і фантазія;
- Творчість;
- Емоційний інтелект;
- Інноваційні та творчі навички;
- Персональна відповідальність;
- Комплексне багаторівневе вирішення завдань;
- Формування власної думки та прийняття рішень;
- Клієнтоорієнтованість;
- Навички ведення переговорів;
- Гнучкість розуму;
- Взаємодія з людьми;

- Можливості управління.

Власне, ми отримали відповідь на питання: навіщо потрібно «занурюватися» в навчання? Ця відповідь: щоб підвищити свої навички. У цьому випадку навчання з зануренням має розширити свій набір інструментів, як показано в кластері, показаному на малюнку 6.6.

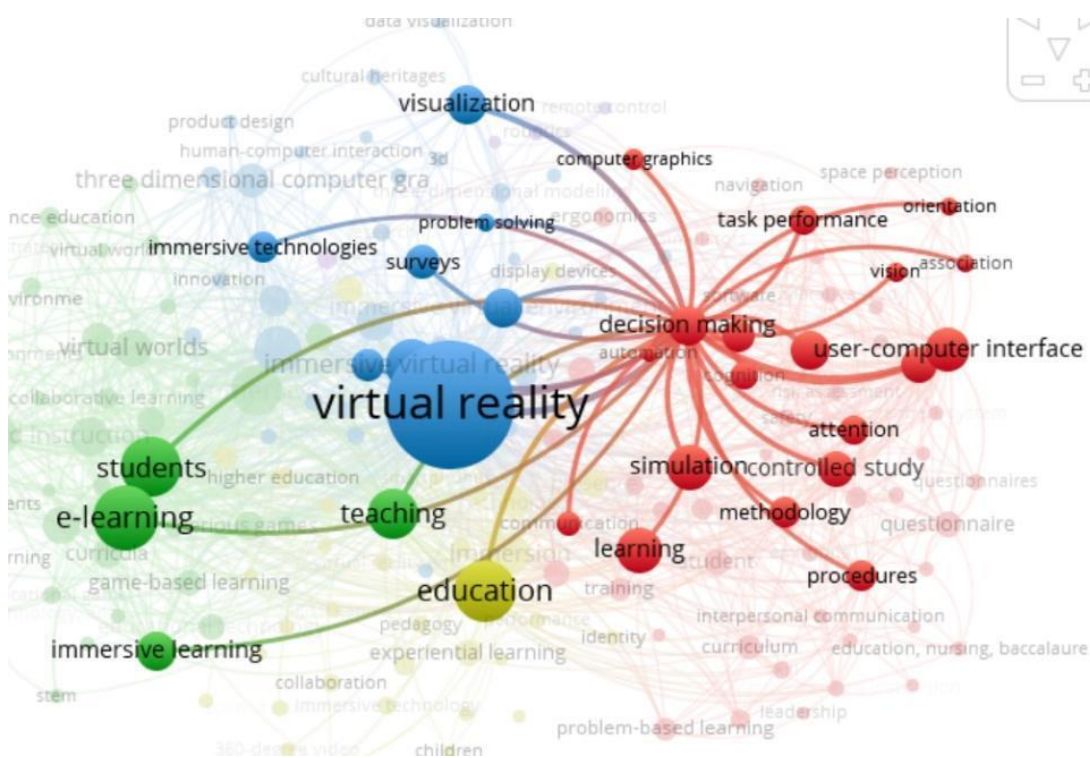


Рисунок 6.5 – Кластер із вузловою ключовою фразою «прийняття рішень»

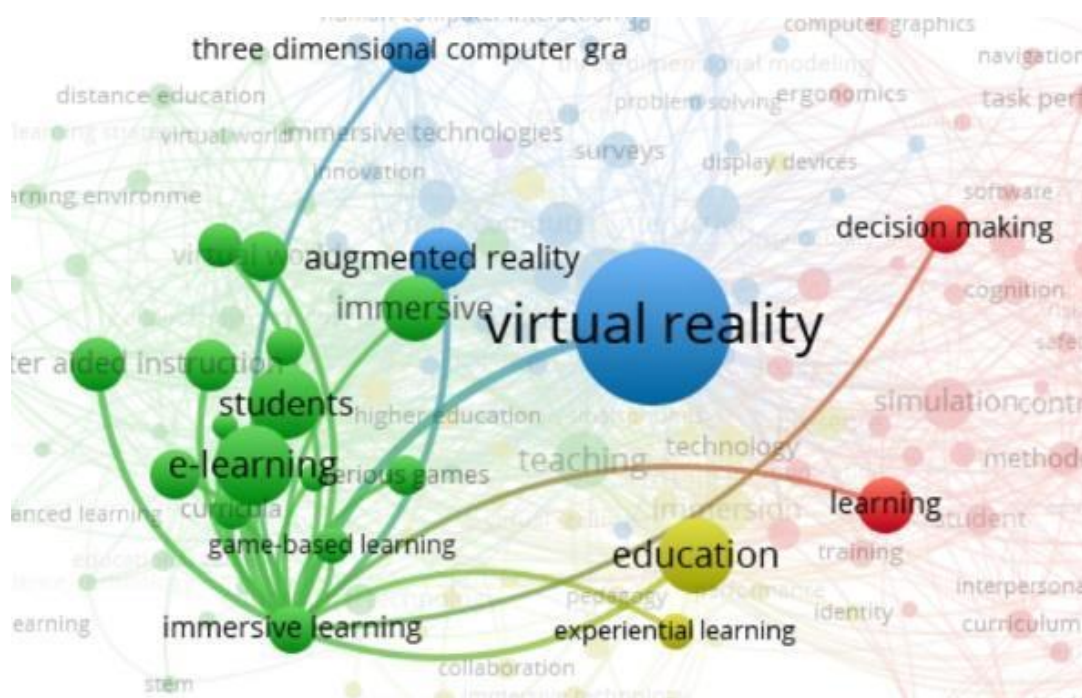


Рисунок 6.6 – Кластер із вузловою ключовою фразою «навчання із зануренням»

Як зазначається в літературі [222], найважливішим атрибутом імерсивного навчання є віртуальне навчальне середовище. Наступний кластер (рис. 6.7) підтверджує цей факт.

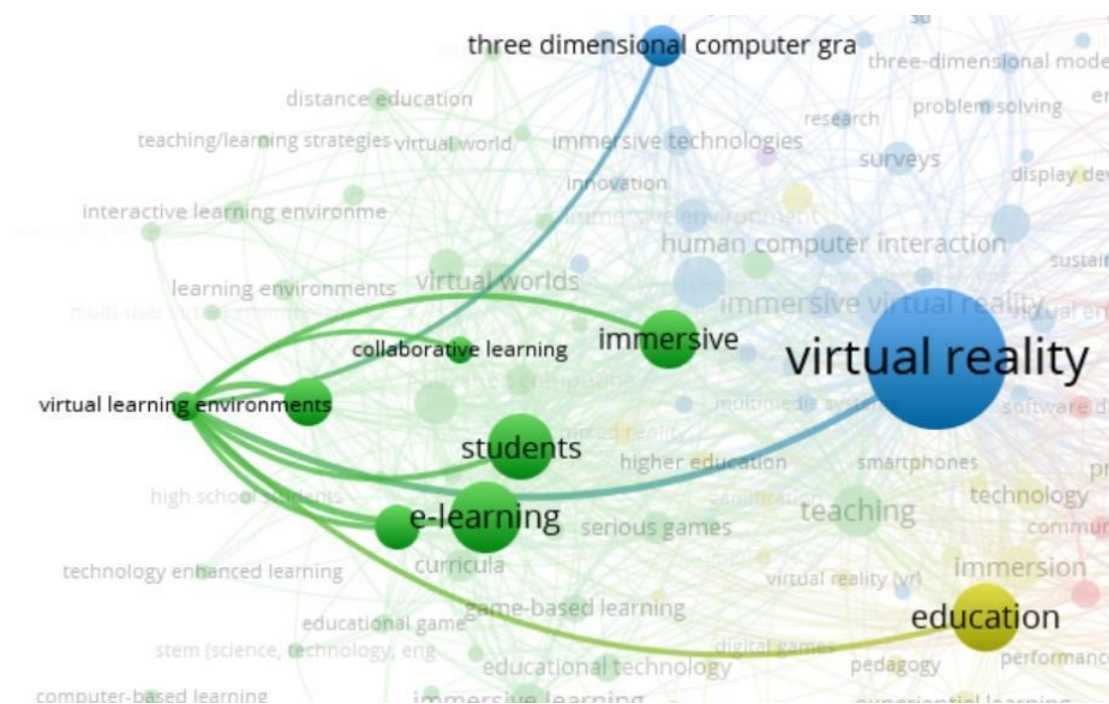


Рисунок 6.7 – Кластер с вузловим ключевим словосполученням «virtual learning environment»

На другому етапі бібліометричного аналізу, спрямованого на розширення переліку інструментів імерсивного навчання, у базі даних Web of Science було знайдено понад 17 тисяч статей за ключовим словом «імерсивний». Згодом були введені такі обмеження на пошуковий запит:

- галузь знань «Освіта»;
- перша тисяча статей за кількістю цитувань за період 2010-2021 рр.;
- ключові слова (фрази) в результатах пошуку повинні згадуватися не менше 10 разів.

Результати побудови карти ключових слів показано на рисунку 2.8. Карти ключових слів не було розділено на кластери, а лише проаналізовано для того, щоб доповнити інструменти імерсивного навчання.

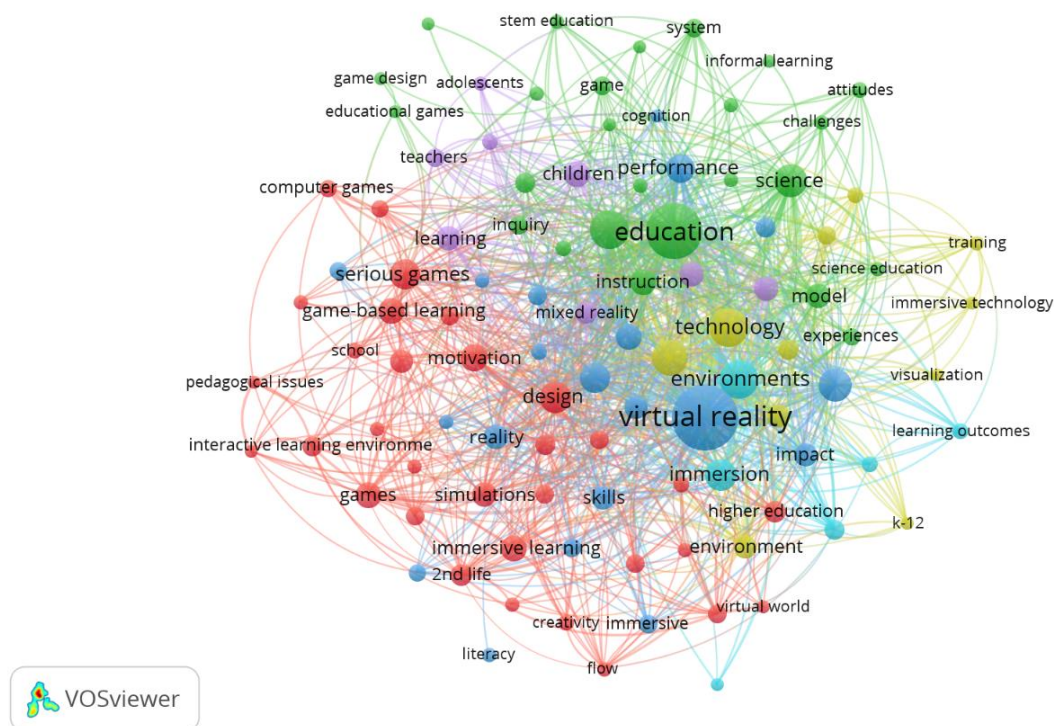


Рисунок 6.8 – Карта ключових слів для слова «immersive» для 2000 найбільш цитованих статей у сфері «Освіта» у 2010-2021 роках.

Додатковий аналіз популярності пошукових запитів, що відповідають напряму дослідження даної роботи, також було проведено за допомогою продукту Google Trends (<https://trends.google.com/>) (рис.6.9).

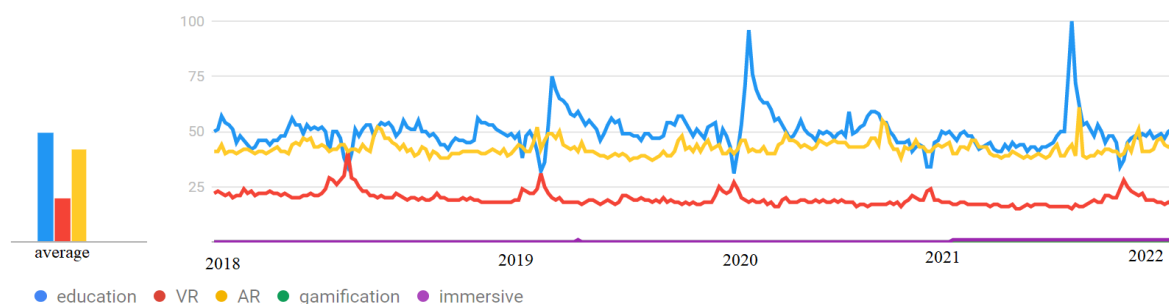


Рисунок 6.9. Результати визначення (з порівняльним аналізом) популярності пошукових запитів, що відповідають напрямку дослідження

Таким чином, результати бібліометричного аналізу дозволили зробити наступні висновки, які є проблемними в даній роботі:

1. Імерсивна модель навчання потребує розширення переліку інструментів.

2. Модель імерсивного навчання потребує систематизації щодо опису інструментів.

3. Запропонувати структурно-логічну модель імерсивного університету та окремі випадки його елементів.

4. Модель імерсивного університету вимагає блоку для тестування ефективності використовуваних інструментів.

Сформульовані проблеми корелюють із загальними тенденціями розвитку освіти та забезпечення її якості з точки зору досягнення цілей сталого розвитку [223], цифровізації освіти [224], управління знаннями [225], систем забезпечення якості освіти [226], зовнішнього оцінка позиціонування освітньої системи ВНЗ [227].

### **Імерсивна модель університету: структура та кейси**

Для того, щоб описати модель імерсивного університету, необхідно ввести деякі пояснення:

1. Імерсивний університет є частиною концепції «університет в гаджеті». Однак захоплююча концепція «університет в гаджеті» – це не програма-посібник, а набір інструментів, таких як програми доповненої реальності, програми для 360-градусного відео, додатки VR, необхідні мобільні програми для ігор тощо (рис. 6.10).

2. Імерсивне навчальне середовище є частиною середовища електронного навчання, а не чимось, що існує окремо. Крім того, Immersive Learning Environment виходить за рамки електронного навчання, оскільки сценарій практичної реалізації кейсу можна реалізувати в реальному світі.

3. Імерсивний університет – це набір інструментів і сценаріїв, але це не означає, що потрібно використовувати всі інструменти одночасно (рис. 6.11).

4. Імерсивний університет – це не тільки сконструйовані світи, а й методи, на основі яких ці світи конструюються (рис. 6.12).

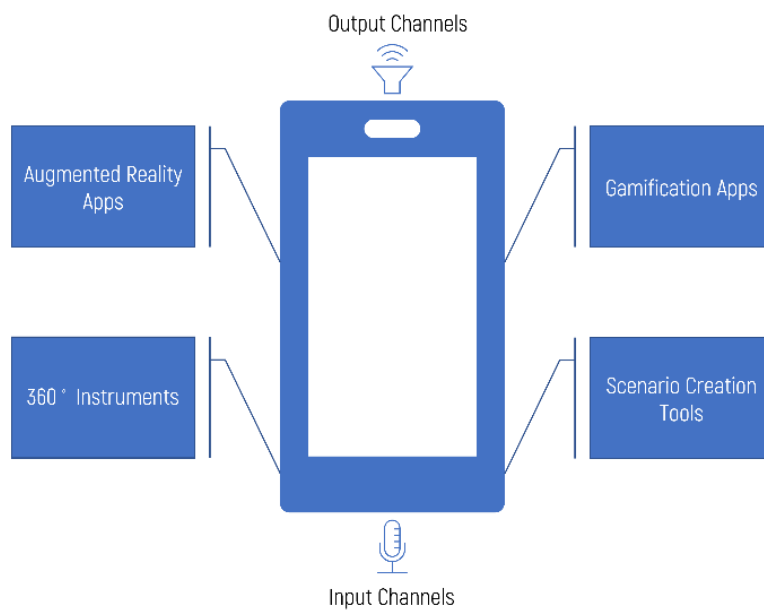


Рисунок 6.10 – Імерсивний університет у гаджеті

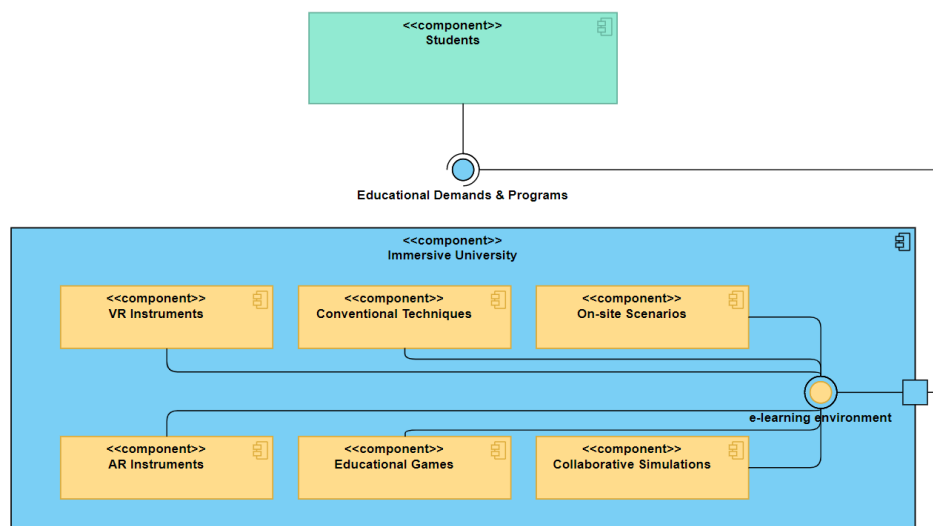


Рисунок 6.11 – Імерсивний університет як інформаційна система (діаграма КОМПОНЕНТІВ)



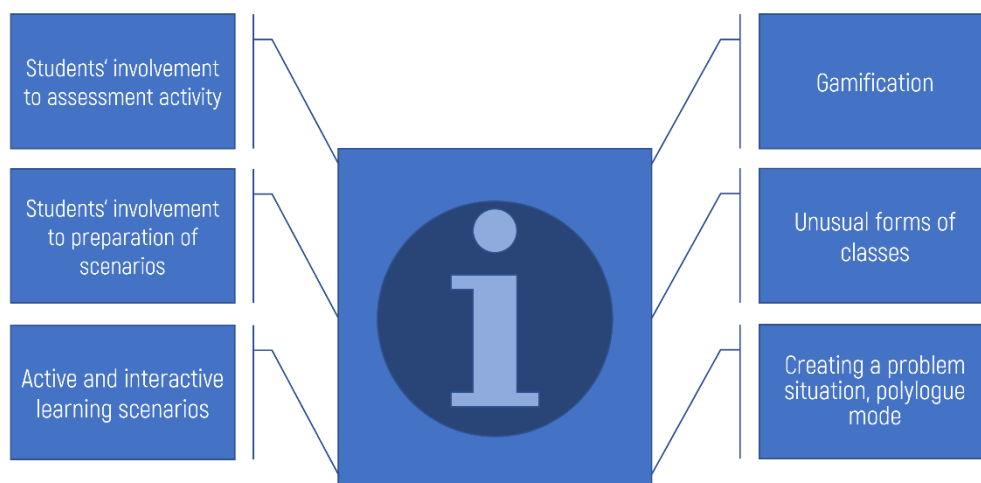


Рисунок 6.12 – Методи побудови занурення у віртуальний світ

Ми пропонуємо наступну класифікацію інструментів імерсивної освіти:

- 1D-занурення – вербальна передача досвіду, створення сценаріїв (дизайнів) освітнього середовища, що захоплює студентів;
- 2D-занурення – існуючі сценарії створення простору занурення у віртуальний або реальний світ;
- 3D-занурення – тривимірні навчальні моделі;
- 4D-занурення - AR+, рольові ігри на місці;
- 5D-занурення – повномасштабний VR;
- nD-immersion – гейміфікація у віртуальному світі, що створюється та динамічно змінюється безпосередньо під час гри.

Нижче наведено приклади інструментів захоплюючого навчання в авторських курсах, які зосереджуються на академічній доброчесності відповідно до запропонованої класифікації. Слід зазначити, що максимальної ефективності «занурення» можна досягти, поєднуючи різні засоби в різні часові проміжки. Тому опис інструментів здійснюється блоками з виділенням кількох «розмірів» (але не адитивних) відповідно до запропонованої вище класифікації.

Підвищується мотивація студентів із застосуванням інтерактивних методів навчання, інтерактивних підходів та «антистандартизованості» процедури залучення студентів у проблемне середовище.

*2D+4D*

Набір електронних засобів для багаторівневої популяризації академічної доброчесності для абітурієнтів та студентів, які також можуть успішно використовуватися як інструмент підвищення кваліфікації педагогічних та наукових працівників. Комплекс включає масовий відкритий онлайн-курс «Академічна доброчесність: виклики, дії, історії успіху» (рис. 6.13), книгу з елементами доповненої реальності «Академічна доброчесність для якісної освіти: відкрита розмова про справедливе навчання» (рис. 6.14) та серія плакатів про академічну доброчесність з елементами доповненої реальності (рис. 6.15).

### *1D+nD*

Метод гейміфікації навчальної діяльності широко використовується на всіх рівнях навчання. Можуть бути використані два види гейміфікації: гейміфікація в реальному середовищі з використанням різних підходів (рольові ігри, «зустріч піратів» у мозковому штурмі тощо) та гейміфікація у віртуальному середовищі з використанням різних платформ, у які вбудовується навчальний процес. Другий вид гейміфікації набуває все більшого поширення завдяки розробці різноманітних ігор із заздалегідь заданим набором інструментів, що дозволяють реалізувати сценарій користувача. Водночас цікавим підходом до гейміфікації є інтеграція підходів із реального середовища у віртуальне та подальша робота зі студентами не в рамках фіксованого заздалегідь розробленого сценарію, а в умовах, що динамічно змінюються. Реалізувати такий комбінований підхід можливо за допомогою гри Minecraft. (рис. 2.16).

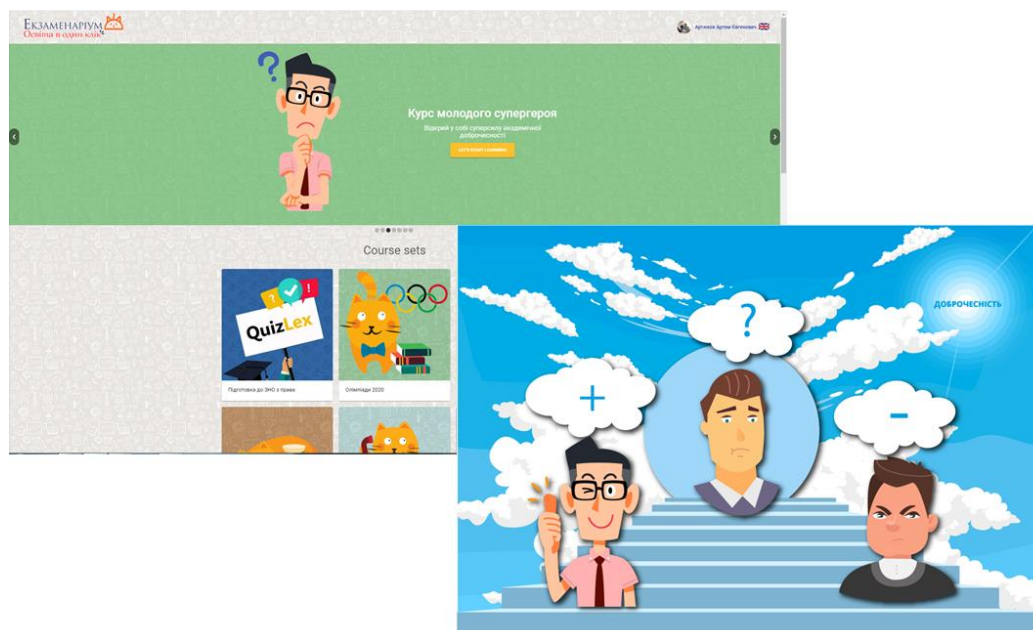


Рисунок 6.13 – Масовий відкритий онлайн-курс «Академічна доброчесність: виклики, дії, історії успіху»

Джерело: ([https://examenarium.sumdu.edu.ua/free\\_study/join/184](https://examenarium.sumdu.edu.ua/free_study/join/184))

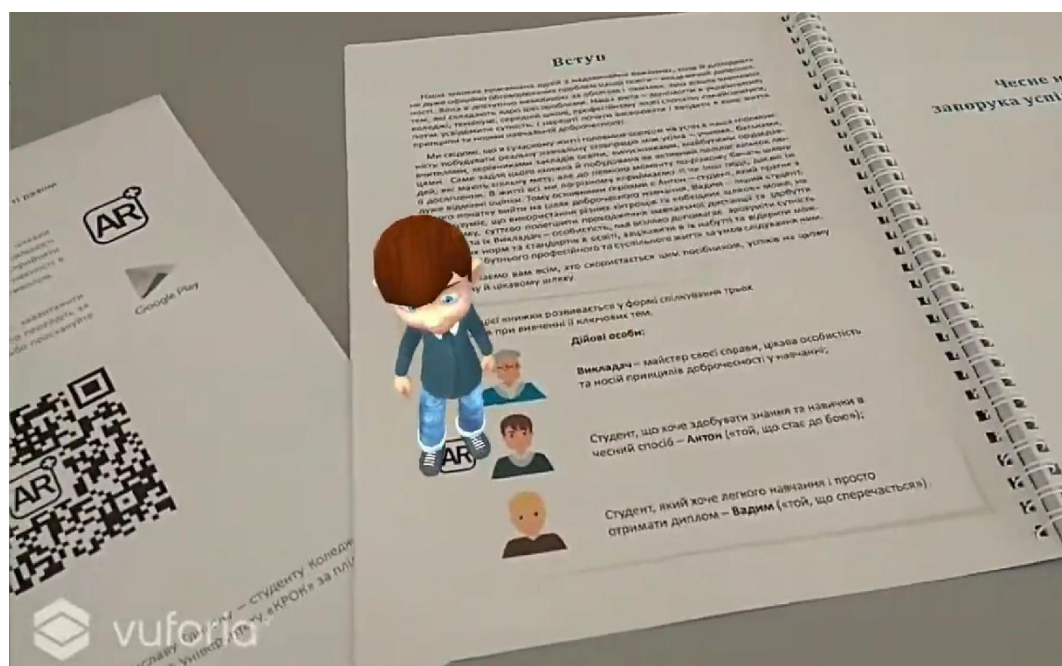


Рисунок 6.14 – Книга з елементами доповненої реальності «Академічна доброчесність для якісної освіти: відкрита розмова про справедливе навчання»

Джерело: ([https://youtu.be/istrDZ8T\\_D0](https://youtu.be/istrDZ8T_D0))

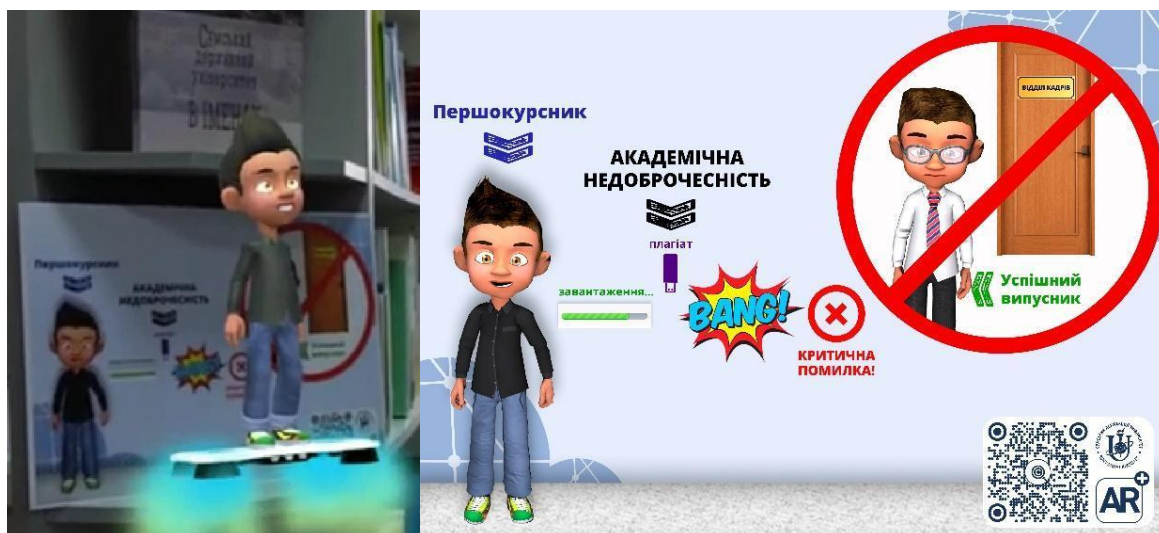


Рисунок 6.15 – Серія плакатів про академічну доброчесність з елементами доповненої реальності

Джерело: (<https://youtu.be/zZPLTgcBB-I>)

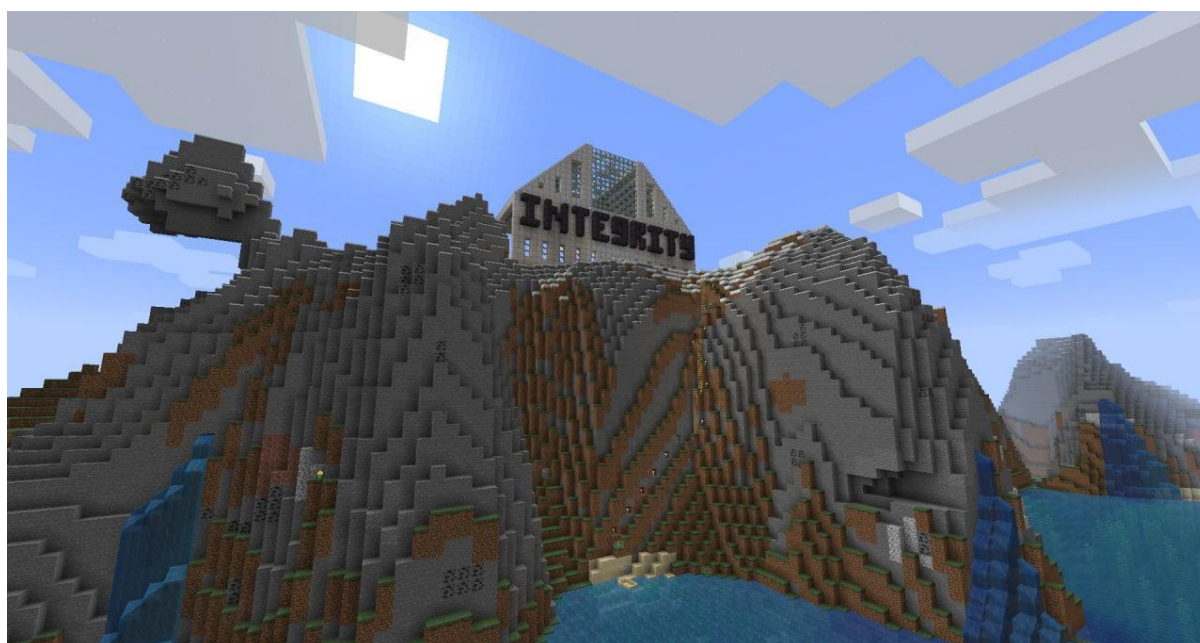


Рисунок 6.16 – Створення світу Minecraft

Вибір відповідного занурювального приладу з певною розмірністю (nD) може стати проблемою. Необхідно володіти методикою та обладнанням для оцінки ефективності імерсійного інструменту та оцінки доцільності впровадження конкретного імерсійного інструменту. Одним із можливих рішень цієї проблеми є

дослідження поведінки із залученням відповідного обладнання та програмного забезпечення. Ми пропонуємо використовувати програмне забезпечення iMotions з айтрекером Tobii Pro Nano і сенсором Shimmer GSR. Така комбінація дозволяє проводити повномасштабні поведінкові дослідження та оцінювати ефективність імерсійного приладу.

На рис. 6.17 ми пропонуємо план експерименту, який дозволяє перевірити гіпотезу «застосування nD-занурення покращує залучення студентів до процесу навчання порівняно з (n-1)D зануренням». Проводячи подібні експерименти для кожного класу занурення, ми можемо сформулювати розуміння доцільності переходу на наступний вимір занурення. Поточний дизайн дослідження можна безпосередньо використовувати у вищезазначеній поведінковій лабораторії з незначними уточненнями, такими як формулювання стимулів і вибір учасників.

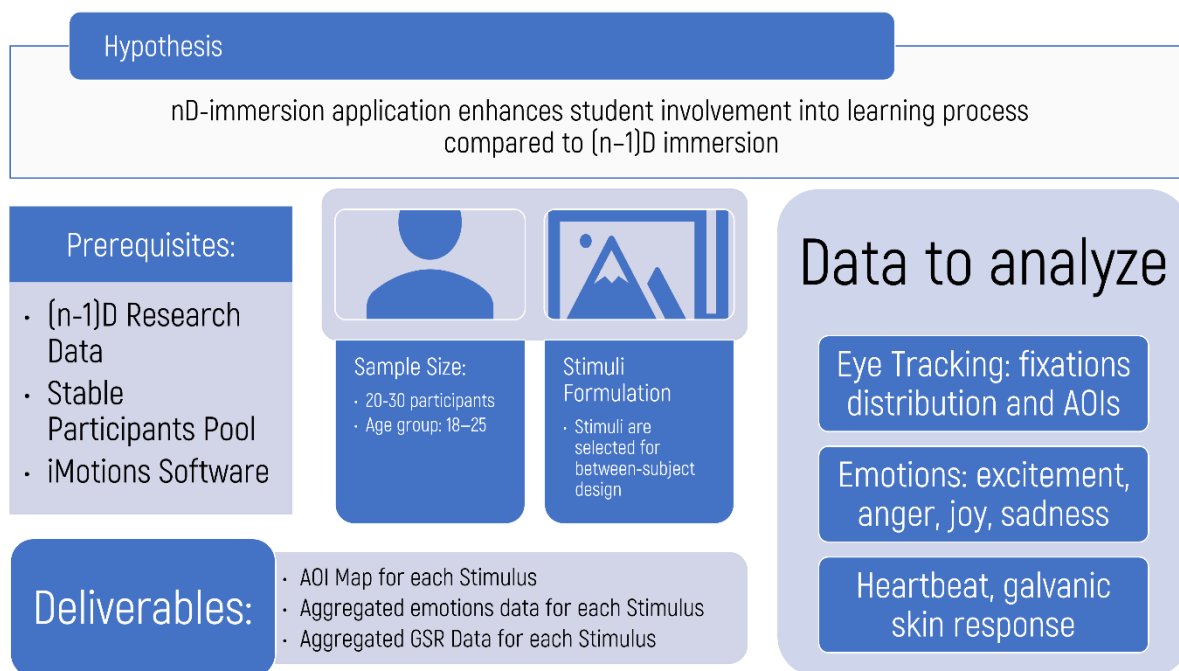


Рисунок 6.17 – Дизайн поведінкового дослідження, спрямованого на аналіз методів занурення

Використовуючи результати експерименту, ми маємо змогу сформулювати університетську стратегію занурення щодо залучення нових інструментів занурення.

Таким чином, у роботі запропоновано новий погляд на формулювання концепції імерсивного навчання, яке відрізняється від розглянутої літератури. Імерсивне навчання не обмежується світами віртуальної, доповненої та змішаної реальності. Будь-яка активна чи інтерактивна дія за участю учнів – це «занурення» у світ із заданим або створеним у процесі навчання сценарієм. Цей сценарій можна реалізувати в створеному світі як в електронному вигляді, так і на місці. Керуючись визначенням «Імерсивне навчальне середовище – це навчальні ситуації, створені за допомогою різноманітних технік і програмних засобів...», ми запропонували підхід, який об'єднує методики, сценарії та програмні засоби в один комплекс, який називається «імерсивний університет». «Родзинкою» запропонованої моделі є можливість тестувати інструменти імерсивного навчання не лише на основі відгуків користувачів, а й на основі вивчення їх поведінки. Таким чином, ми створюємо повний цикл для кожного компонента імерсивного навчання «розробка – пробний доступ – тестування – вдосконалення – впровадження».

## **6.2 Технології імерсивного навчання для забезпечення якісної освіти: приклад українського університету**

Процес навчання у ВНЗ не завжди пов'язаний з використанням реальних предметів чи явищ у якості демонстрації. Навчальний матеріал здебільшого пояснюється на уявних моделях процесів чи об'єктів. Проти не завжди є можливість взаємодіяти з такими моделями. Тому весь процес навчання (пізнання світу) дуже опосередкований і багато в чому залежить від розвиненої уяви учня. У цьому випадку ефективність навчання значною мірою залежить від уміння вчителя донести суть моделі та здатності учня її уявити.

Плоска двовимірنا поверхня (чорна чи біла дошка, інтерактивна дошка чи просто діaproектор) зазвичай залишається інструментом викладача, покликаним допомогти учням сформулювати ідею без можливості її динамічної зміни з часом. Сучасне покоління молоді по-іншому сприймає інформацію і здатність студентів образно мислити не покращується, і багато в чому залежить від способів передачі

інформації, візуалізації образів. Тому друкований підручник сьогодні менш задовольняє учнів, ніж в останні роки. Навіть відеоконтент не завжди достатньо ефективний для опису складної моделі, ідеї чи процесу. Все це в цілому негативно позначається на якості навчання, особливо при низькому рівні мотивації студентів. У цьому випадку виникає необхідність запропонувати нові інструменти для створення додаткових практико-орієнтованих стимулів до навчання з боку університету та підвищення рівня мотивації студентів. Одним із таких інструментів є імерсивне навчання.

Технології повного або часткового занурення у віртуальний світ або різні комбінації «живих» інструментів (F2F) і віртуальної реальності – імерсивних технологій – дозволяють забезпечити ефект повної або часткової присутності в альтернативному просторі. Ці технології реалізовані через програмні та апаратні рішення VR (віртуальна реальність), AR (доповнена реальність) і MR (змішана реальність) [227].

VR і AR наразі мають найбільший вплив на органи сприйняття людини, і їхній освітній потенціал ще не повністю вивчений. Їх перспективність формують такі властивості:

1. Наочне орієнтування. У віртуальному просторі можна вільно детально розглянути будь-який процес чи об'єкт з різних ракурсів, що набагато цікавіше, ніж розглядати статичні картинки в підручнику.

2. Концентрація. У віртуальному середовищі неможливо відволіктися на зовнішні подразники, що дозволяє сильно зосередитися на матеріалі.

3. Максимальна залученість. Стереоскопічні зображення та об'ємний звук створюють повну ілюзію для людських почуттів. Відстеження переміщень і позицій студентів у віртуальному середовищі додає ефект присутності. Деякі технологічні рішення дозволяють реалізувати навіть тактильні відчуття. Крім того, імерсивні технології надають можливість повністю контролювати та змінювати сценарій навчання. Учень може стати свідком історичних подій, провести дослід з фізики чи хімії, розв'язати задачу в ігровій та зрозумілій формі. Насправді учень майже природно взаємодіє з об'єктами вивчення чи дослідження.

4. Безпека. Можна невдало виконати складну операцію, спробувати керувати космічним човником, провести експеримент з небезпечними хімікатами чи вибухівкою, зазнавши при цьому багато невдач і не завдавши реальної шкоди ні собі, ні іншим.

5. Ефективність навчання та якість засвоєння знань, що підтверджено дослідженнями, проведеними Microsoft [228] та авторами [229].

Тому імерсивні технології вже активно використовуються в освіті [230].

Імерсивні технології змінюють зміст і розвивають типологію навчальних матеріалів: друкованих; надруковані з мультимедійними додатками; електронний як аналог друкованого; електронні з мультимедійним контентом, навігацією та гіперпосиланнями на зовнішні джерела; надруковані з об'єктами доповненої реальності; віртуальні та змішані книги. Інтеграція нової AR-технології в старе середовище має синергетичний ефект і позитивно впливає на студентів. Останнім часом набули популярності AR-книги (візуально доповнені книги, традиційна книга доповненої реальності), які зазвичай містять як двовимірний статичний та динамічний контент, так і тривимірний контент: статичні та динамічні моделі, звук залежно від дій користувача та місця розташування тощо. Дуже важливо відзначити, що імерсивні технології не повинні асоціюватися виключно із технічними об'єктами. Важливо також розкрити їхню актуальність, наприклад, у медичній освіті та мистецько-гуманітарній сфері. Основною метою статті є представлення комплексного підходу до використання імерсивних технологій у класичному університеті. Об'єктом дослідження є екосистема електронного навчання в університеті. Предметом дослідження є імерсивне навчання як засіб електронного навчання.

Новизна роботи полягає в новому комплексному підході до впровадження імерсивного навчання в університеті, який включає:

- створення спеціалізованої лабораторії віртуальної та доповненої реальності з відповідним технічним оснащенням;
- впровадження методології імерсивного навчання в освітні програми університету;



- розробка власних програмно-апаратних рішень для імерсивного навчання;
- дослідження ефективності імерсивного навчання на основі загальних досягнень студента.

Практичне значення: вперше на базі класичного університету ми розробляємо алгоритм створення засобів AR і VR з урахуванням особливостей галузей знань. Алгоритм реалізовано для освітніх програм інженерного, медичного та соціогуманітарного спрямування.

#### Огляд літератури

Розвиток імерсивних технологій та зростання їх популярності наочно показано на рисунку 6.18. За останні 10 років щорічна кількість наукових публікацій про «імерсивні технології» зросла в 4 рази (за даними <https://www.scopus.com/>). Проте, незважаючи на такий значний приріст, річна кількість публікацій невисока, що свідчить про стадію становлення цього наукового напрямку.

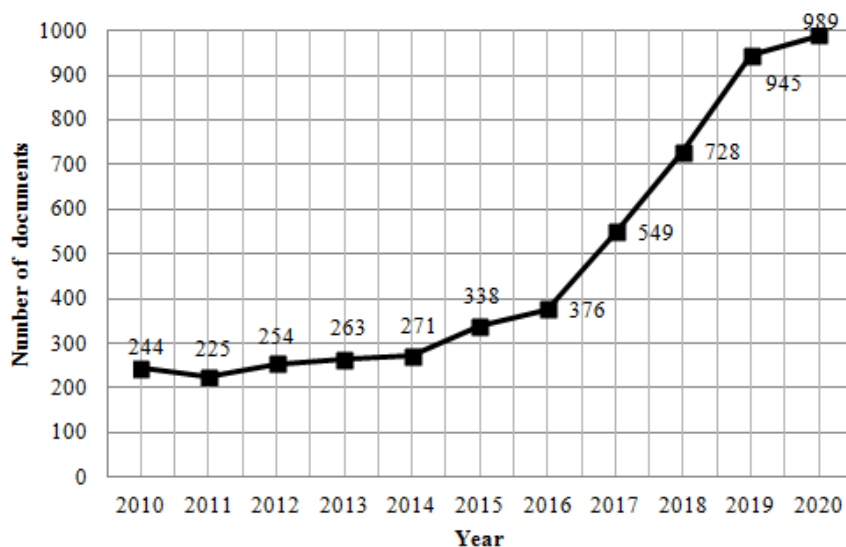


Рисунок 6.18 – Публікаційна активність у сфері «імерсивних технологій»

Джерело: (<https://www.scopus.com/>)

Сполучені Штати Америки посідають лідируючі позиції в цій галузі досліджень (рис. 6.19). На рисунку 6.19 також перераховано країни походження авторів, які опублікували понад 100 наукових робіт у галузі «імерсивних технологій». Україна тільки починає свій шлях у цьому напрямку, що підтверджує

актуальність запропонованого в цій роботі матеріалу для застосування в українських університетах.

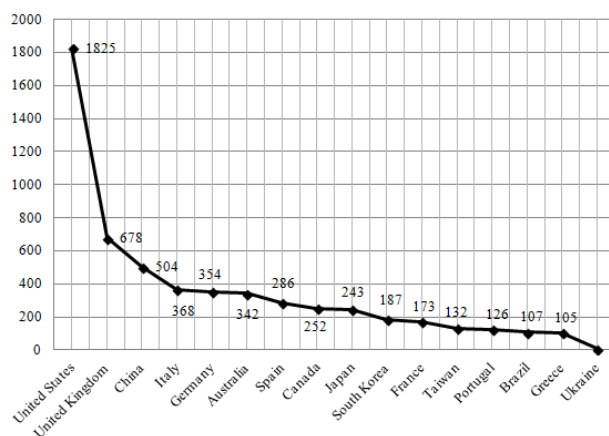


Рисунок 6.19 – Публікаційна активність авторів із різних країн у галузі «імерсивних технологій»

Джерело: (<https://www.scopus.com/>)

Детальний запит за ключовими словами «імерсивна технологічна освіта» (інструментом є VOSViewer, дані для аналізу взяті з <https://www.scopus.com/>) дозволив ідентифікувати 2000 найбільш цитованих статей за останні 10 років та визначити набір релевантних ключових слів, об'єднаних у різні кластери. Аналіз цих кластерів дозволив визначити діяльність університетів щодо впровадження імерсивних технологій в освіту (рис. 6.20).

Поєднання інструментів VR та AR, технологій електронного навчання, інтерактивних інструментів та ігрового навчання дозволяє створити гнучке освітнє середовище, яке може швидко реагувати на зміну тенденцій у певній галузі знань.



- Професійна компетентність.

Ці теми формулюють основні напрямки діяльності класичного університету у впровадженні імерсивних технологій та у створенні ефективної стратегії виходу нових продуктів на освітній ринок, а також створення комерційних продуктів для промисловості та бізнесу. Аналіз зв'язку окремих тем в агломерати (кластери тем) дає підстави для розширення ролі імерсивних технологій позааудиторної діяльності та реалізації третьої місії університету:

- Алгоритми; комп'ютерний зір; моделі;
- Студенти; Студенти-медики; Освіта;
- Увага; мозок; навчання;
- Робота; Особистість; Психологія.

Аналіз змісту статті (за матеріалами <https://www.scopus.com/>) у напрямі розробки та впровадження імерсивних технологій та забезпечення якості освіти в цілому дозволив виділити наступні напрями, які може успішно реалізовувати класичний університет.

- розвиток освітнього середовища з використанням засобів імерсивного навчання [232, 233, 234, 235, 236, 237, 238];
- імерсивні засоби навчання в медицині [239, 240, 241, 242, 243];
- інструменти імерсивного навчання з інженерії та фізики [244,245,246];
- засоби занурення в мистецтво та гуманітарні науки [247,248,249];
- педагогічні інновації на основі зануреного навчання [250, 251, 252]
- застосування імерсивних технологій у підрозділах університету, напр. бібліотека [253, 254];
- імерсивні технології для наукових досліджень [255, 256];
- виконання третьої місії університету та громадської діяльності щодо забезпечення добробуту громадян [257, 258, 259, 260, 261, 262, 263];
- цифровізація освіти [264];
- державне регулювання та управління якістю освіти [169, 265];
- забезпечення якості освіти з предметних галузей [266, 267];
- якість освіти та цілі сталого розвитку [268].

Під час формування стратегії розвитку університету щодо впровадження імерсивних технологій в освітню та наукову діяльність слід також звернути увагу на досвід інших навчальних закладів, який можна запозичити, наприклад через Immersive Education (iED) Summits [269], Immersive Learning Research Network (iLRN) [270], Women in Immersive Tech Europe [271] тощо.

Фахівці технологічних компаній також працюють над розробкою імерсивних технологій. Ось кілька прикладів розробок всесвітньо відомих компаній:

Lenovo розробила спеціалізований віртуальний клас, який дозволяє створити змішане навчальне середовище. Клас складається з різних пристроїв (шолом віртуальної реальності, планшет, роутер), а також програмного забезпечення та комплексних навчальних програм [272].

Microsoft активно досліджує та розробляє імерсивні технології [273]. Одним із напрямків є використання технології змішаної реальності за допомогою HoloLens від Microsoft [274].

zSpace пропонує апаратне та програмне рішення, яке забезпечує інтерактивний досвід шляхом інтеграції новітньої технології AR/VR у комп'ютер і ноутбук «все в одному». Для створення природного та інтуїтивно зрозумілого продукту zSpace використовує три сенсорні характеристики:

- заглиблене сприйняття;
- можливість оглядатися навколо;
- кінестетичний реалізм [275].

OVAL (Оклахомська віртуальна академічна лабораторія [276]) підтримує роботу порталів віртуальних класів, у межах яких ви можете обмінюватися навчальним досвідом у середовищі VR. Наприклад, таким чином студенти досліджували внутрішню частину печерної системи Аризони.

Імерсивні технології вже активно використовуються в університетській освіті. В університеті штату Північна Кароліна віртуальна реальність використовується під час вивчення природничих наук [277]. Під час віртуальних польових досліджень студенти знаходять, спостерігають і вивчають організми в їхньому природному середовищі існування.

В Університеті штату Пенсільванія студенти відвідують практичні заняття, оснащені технологією віртуальної реальності. Під час практичних занять вони дізнаються про ситуації, з якими потенційно можуть зіткнутися в майбутньому. Такий підхід підвищує ефективність навчання та готує студентів до реальних робочих ситуацій [278].

Технологічний університет Граца (Австрія) розробив навчальну VR-платформу «Maroon» і активно використовує її для вивчення STEM [279].

Перші суттєві кроки в цьому напрямку в Сумському державному університеті зроблені учасниками авторського колективу даної роботи [280, 281].

#### Методологія дослідження

Концепція застосування імерсивних технологій СумДУ (СумДУ) не є тривіальною заміною реальних лабораторних чи практичних занять віртуальними.

Основний ефект бачимо в методичному підході, який занурює студента в певну справу, закладену в навчальну програму, дисципліну чи тему, з обов'язковими інтерактивними етапами, що викликають сильну емоційну реакцію.

Це можуть бути нещасні випадки чи критичні ситуації на виробництві чи на робочому місці, пов'язані з обладнанням чи взаємодією з колегами та клієнтами тощо.

Причинно-наслідкові зв'язки, створені для таких ситуацій, є сильним поштовхом для інших навчальних дій (у класі чи поза ним). Регулярне застосування імерсивних технологій може значно підвищити ефективність навчання. Ми можемо максимально наблизитися до природного способу взаємодії з об'єктом дослідження за допомогою імерсивних технологій. При цьому ми максимально використовуємо емоційну складову взаємодії та створюємо потужний мотиваційний ефект для подальшого застосування класичної навчальної діяльності.

Інженер може запустити реактор, компресор або літак. Лікар може врятувати пацієнта, провести розтин або дослідити патологію. Військовослужбовці можуть орієнтуватися на місцевості або коригувати вогонь артилерії. У кожному з випадків можлива критична ситуація, коли реактор вибухає, пацієнт на межі смерті, а

снаряди не влучають у ціль. Завдяки періодичному зануренню у віртуальні, найбільш реалістичні випадки з очевидними наслідками, студент здатний сформувавати чітку, логічну структуру взаємопов'язаних потреб у знаннях з різних дисциплін.

Інструменти віртуальної реальності та доповненої реальності в руках підготовленого викладача можуть максимально наблизити процес навчання до природної, прямої взаємодії, а в деяких випадках можуть навіть відкрити більше можливостей.

Симуляції представляють деяку частину навколишньої реальності, таким чином дозволяючи вивчати аспекти реальності, які неможливо вивчити іншим способом з міркувань безпеки, етики, високої вартості, відсутності необхідної технічної підтримки або масштабу досліджуваного явища. Симуляція – це структурований сценарій із детальною системою правил, завдань і стратегій, які створюються з певною метою: для формування конкретних компетенцій, які можна безпосередньо перенести в реальний світ. Симуляції допомагають візуалізувати абстрактні поняття. Учні розуміють сутність досліджуваного явища завдяки можливості маніпулювання його параметрами. У моделюванні виділено два основних компоненти. По-перше, робоча модель професійного середовища або структурно-організаційна схема, в яку укладені можливі варіанти поведінки і взаємодії персоналу. Друга складова – сценарій (сюжет) процесу моделювання, спрямований на застосування знань, розвиток інтуїції та пошук альтернативних нестандартних шляхів вирішення проблеми.

Практичні алгоритми розробки вищезазначених компонентів для навчального курсу в літературі не описані. Автори додатково індивідуально шукають ефективні підходи до впровадження VR та AR технологій для кожної навчальної програми, дисципліни, теми тощо.

Контекст кожної програми індивідуальний, тому сценарій симулятора народжується не відразу. У будь-якому випадку важливо пам'ятати, що будь-яка технологія є інструментом досягнення цілей навчання.

Результати та їх обговорення

За 5 років впровадження імерсивних технологій у СумДУ видано AR підручники та інформаційні матеріали, розроблено навчальні VR тренажери. Протягом багатьох років СумДУ вдосконалював власну екосистему електронного навчання (<https://elearning.sumdu.edu.ua>). Спеціалісти СумДУ створили навчально-дослідницьку лабораторію VR та AR (<https://ulab.sumdu.edu.ua>) з відповідними технологічними умовами для проведення навчальних занять. Ці заняття дозволяють занурити групу студентів у різноманітні віртуальні кейси, властиві навчальній програмі, дисципліні чи темі, з обов'язковими інтерактивними етапами взаємодії з обладнанням чи між учасниками.

Кількість одночасних учасників VR-симуляцій істотно впливає на потенціал сценаріїв навчання. Тому лабораторія Ulab розрахована на проведення занять з однією академічною групою студентів. Має три зони: VR/AR зона, контрольна зона, групова зона (рис. 6.21).



Рисунок 6.21 – Лабораторія Ulab

VR/AR-зона розрахована на одночасну участь чотирьох студентів. Він оснащений чотирма потужними ПК, чотирма гарнітурами HTC Vive VR з двома базовими станціями Lighthouse і камерою спостереження. Усі поверхні зони VR/AR (чотири стіни, підлога та стеля) текстуровані унікальними висококонтрастними зображеннями. Зона VR/AR оснащена спеціальним підсвічуванням, яке запобігає потраплянню прямих променів в об'єктив камери смартфона, планшета чи іншого



пристрою учасника. Все це забезпечує надійне позиціонування в зоні VR/AR при використанні методів оптичного розпізнавання, що використовуються в AR.

Ми планували нашу лабораторію, щоб підтримувати постійний контакт між студентами. Коли чотири учасники перебувають у VR, решта учасників групи можуть спостерігати за їхніми діями та робити голосові коментарі. Зберігається словесний зв'язок між учнями.

Це можна використовувати по-різному, залежно від завдання VR-симулятора: учні можуть допомогти з обчисленнями, вчитель може порадити, як краще виконувати ті чи інші дії. Для цього студенти в груповій зоні мають можливість спостерігати за подіями в зоні VR/AR і бачити дії на чотирьох екранах так само, як чотири учасники симуляції. Для голосового зв'язку в груповій зоні встановлені радіомікрофони. Зона VR/AR використовує вбудовані мікрофони в гарнітурах HTC Vive VR. Керування відео- та аудіопотоками здійснюється спеціалізованими матричними перемикачами, розташованими в зоні керування.

Кваліфіковані спеціалісти в зоні контролю підтримують працездатність обладнання. Вони контролюють усі процеси під час VR-симуляцій, а також дії учасників.

Важливо розуміти, що студент, занурений у VR, практично втрачає контроль над реальним світом: не бачить стін, перешкод та інших учасників, може втратити рівновагу, робити раптові несподівані рухи тощо. Орієнтація в просторі також може змінюватися під впливом VR-контенту.

Приклади розробок SumDU VR:

1. Технічно орієнтований тренажер осушки природного газу розроблений як багатокористувацький тренажер для одночасної роботи студентів разом з викладачем (рис. 6.22). Студенти, які навчаються за освітніми програмами з хімічної інженерії, нафтогазовидобувного обладнання та автоматизації виробництва, спочатку знайомляться з газосушильною установкою, вивчають її конструкцію і навіть можуть зазирнути всередину, що неможливо в реальних умовах. Тренажер дозволяє слухачам вивчити конструкцію та роботу обладнання підрозділу. Викладач може таємно запустити аварійний режим, і учні повинні

будуть змінити параметри за короткий час, щоб уникнути аварії. Без розуміння основних принципів монтажу зробити це вкрай складно. Робота на симуляторі дозволяє студентській групі відпрацьовувати навички командної роботи, розв'язувати проблеми вчасно за відсутності умов та брати відповідальність за прийняті рішення. Ці навички, окрім спеціальних знань, затребувані на ринку праці. Кожен нещасний випадок на тренажері запам'ятовується і спонукає до глибокого вивчення теоретичного матеріалу.



Рисунок 6.22 – Симулятор установки осушки природного газу

Симулятор розроблено в середовищі Unity (<https://unity.com>) і використовує клієнт-серверну архітектуру для реалізації багатокористувацького режиму, в якому позиція кожного учасника симуляції, його/її рухи та дії синхронно передаються на мережевий сервер Photon Unity. Він повторно реалізує та вдосконалює функції вбудованої мережі Unity. Під капотом він використовує функції Photon для спілкування та підбору гравців (<https://www.photonengine.com/pun>).

Програмний модуль кожного користувача враховує позицію користувача під час кожного кадру візуалізації 3D сцени для визначення кута спостереження та позиції всіх інших учасників відповідно до даних, отриманих із сервера.

2. Віртуальна екскурсія кафедрою військової підготовки розроблена в середовищі Unity для мобільних пристроїв на базі ОС Android, оснащених гіроскопом для забезпечення трьох ступенів свободи (3DoF) для користувача.

Переміщення в просторі здійснюються за допомогою програмно реалізованого контролера. Тренажер не тільки знайомить майбутніх офіцерів з лабораторіями та аудиторіями кафедри, а й дозволяє продемонструвати зразки військової техніки та озброєння в польових умовах на віртуальному полігоні (рис. 6.23).



Рисунок 6.23 – Віртуальна екскурсія кафедрою військової підготовки

3. Найкращий спосіб вивчати історію – це поринути в давно минулі часи, відчувати особливості іншої культури, побачити все наживо або відвідати віртуальний музей, де зібрані всі відомі твори мистецтва.

Цей симулятор віртуальної реальності також створено в середовищі Unity для HTC Vive з підтримкою багатокористувацького режиму. Студенти можуть поділитися своїми враженнями від експонатів безпосередньо у VR, або в Ulab, або навіть в іншому місті чи країні (рис. 6.24).

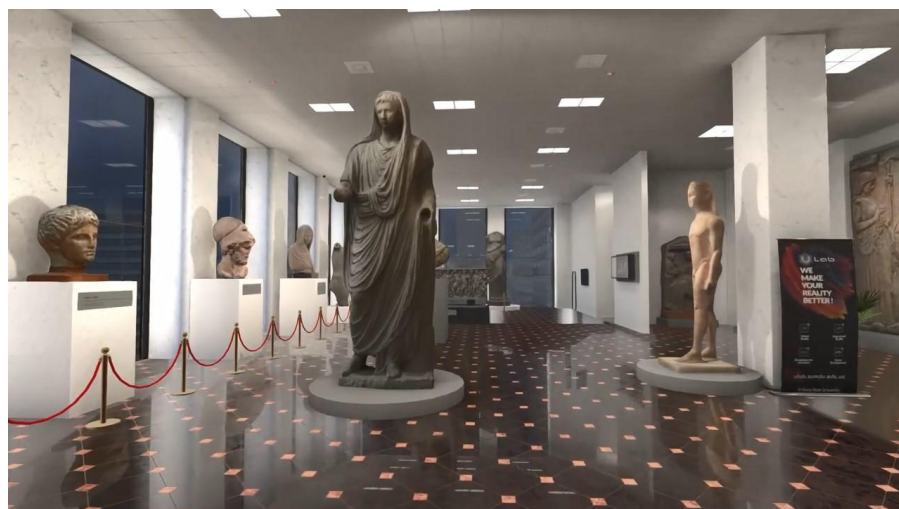


Рисунок 6.24 – Віртуальний музей

4. Інший формат вивчення краєзнавства реалізовано за допомогою екскурсовода по місту Суми, який використовує технологію AR. Спеціалізований мультимедійний контент відтворюється в AR мобільним додатком Ulab AR, розробленим фахівцями СумДУ та доступним для мобільних пристроїв з операційними системами iOS 9+ та Android 6+. Для цього випадку створено спеціальний мультимедійний контент: анімовані віртуальні 3D-моделі відомих сумських меценатів Івана Харитоненка та Герасима Кондратьєва з унікальним аудіо для 37 локацій туристичного маршруту Сумами (рис. 6.25).

Програма Ulab AR розроблена для використання технології маркерів доповненої реальності та дозволяє користувачеві зіставляти вказану колекцію зображень із відповідним мультимедійним вмістом у форматі відео та 3D. Позиціонування віртуального контенту здійснюється відносно зображення-маркера. Колекції маркерів і мультимедійний контент для них формуються в спеціальні альбоми, які завантажуються за допомогою унікального QR-коду в програму Ulab AR. Для встановлення програми користувач сканує QR-код, розміщений на рекламно-інформаційних матеріалах на стендах, розташованих по місту. Для відтворення AR-контенту користувачеві достатньо навести камеру із запущеним додатком на спеціальну табличку, розташовану на кожній із 37 точок маршруту.



Рисунок 6.25 – Екскурсовод по місту

5. SumDU зараз працює над серією медичних симуляторів VR. Вони засновані на анатомічній моделі людини. Понад 2500 модельних об'єктів дають

можливість візуалізувати будь-який склад обраних анатомічних модельних об'єктів, систем та їх компонентів. Модель може бути рухомою, а не статичною, як зазвичай (рис. 6.26).

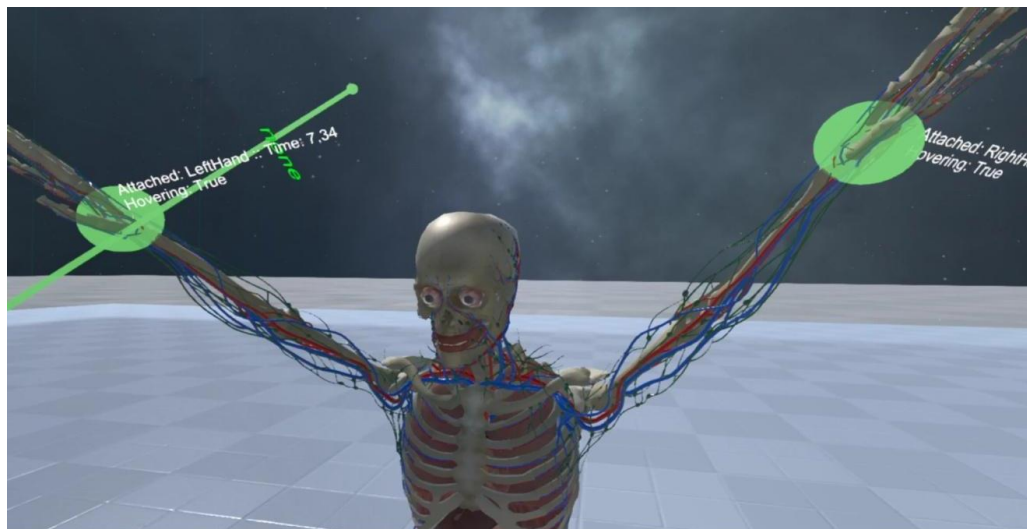


Рисунок 6.26 – Медичний тренажер

Технологія відстеження всього тіла дозволяє синхронізувати рухи анатомічної моделі з рухами учня або викладача. Ми використовуємо спеціалізоване програмне забезпечення, яке на основі набору спеціальних трекерів HTC Vive аналізує положення всіх рухомих частин тіла користувача у VR (рис. 6.27).

Кількість потенційних сценаріїв використання в програмах медичної освіти майже безмежна. Це може бути просте вивчення анатомії людини з можливістю «розібрати тіло» до останнього м'яза і кістки. Користувач може вивчати анатомію окремих органів, доповнюючи модель набором можливих патологій. Поєднуючи анатомічну модель з віртуальними моделями медичного діагностичного обладнання (томограф, рентген, кардіограф тощо), можна реалізувати віртуальні сценарії реального обстеження пацієнта, хірургічних втручань тощо

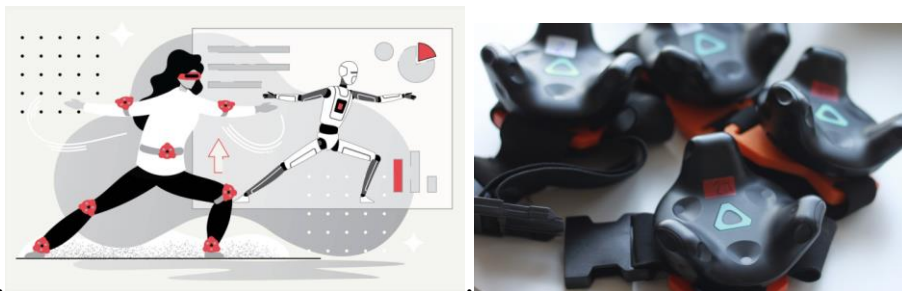


Рисунок 6.27 – Застосування технології відстеження всього тіла

Сценарії VR-симуляторів можна масштабувати від однокористувацького до групового з розподілом ролей учасників. У майбутньому можна буде реалізувати навіть повноцінне клінічне відділення чи операційну з медичним персоналом і пацієнтами, спеціалізованими приміщеннями тощо. Можливість дистанційних VR-сеансів відкриває широкі можливості для таких підходів, особливо під час карантинних обмежень, коли учасники можуть бути фізично розподілені в просторі, але можуть взаємодіяти безпосередньо у віртуальному середовищі, виконуючи завдання, допускаючи помилки та виправляючи їх.

Система електронного навчання на основі імерсивних технологій підвищує ефективність навчального процесу та є невід’ємною частиною системи, яка забезпечує якість освітньої діяльності та загальну якість вищої освіти СумДУ. Для оцінки ефективності впровадження імерсивного навчання та його впливу на якість освіти використовуються засоби внутрішнього та зовнішнього оцінювання. Одним із використаних інструментів внутрішнього оцінювання є опитування студентів і викладачів щодо застосовності та перспективності імерсивних навчальних матеріалів у конкретних галузях знань. Критерії зовнішнього оцінювання якості освітніх програм запропоновано Національним агентством із забезпечення якості вищої освіти України (<https://naqa.gov.ua/>). У рамках кожної освітньої програми ВНЗ поряд з теоретичною базою має створити належні умови для формування практичних навичок.

У 2019 році проект СумДУ взяв участь у конкурсі освітніх технологій London Reimagine Education Awards. Загалом у конкурсі взяли участь понад 1500 проектів

від технологічних компаній, університетів та інших постачальників освітніх послуг із 84 країн.

Досвід SumDU дозволяє запровадити модель «інституту занурення» як середовища для всіх зацікавлених сторін, спрямоване на підвищення рівня зацікавленості абітурієнтів у навчанні, забезпечення орієнтованої на студента моделі навчання, наближеної до природної взаємодії, і виступати носієм соціальної місії (рисунок 6.28).

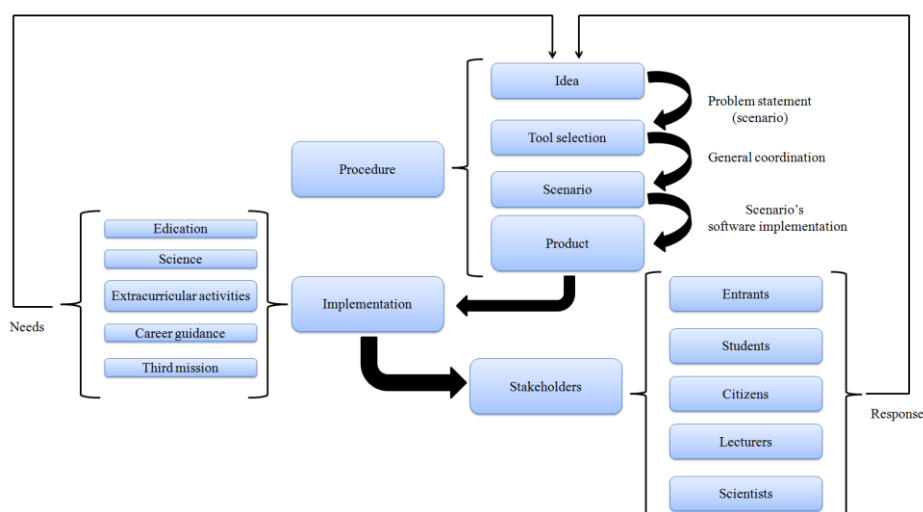


Рисунок 6.28 – Модель «імерсивного інституту»

Імерсивні технології досить нові; їх впровадження в освіту Європи, США та України відбувається майже синхронно. Майже щороку з'являються нові програмні та апаратні рішення, які дають поштовх для подальшого розвитку технологій.

За кілька років обладнання VR буде широко поширене, як і смартфони сьогодні. На цьому етапі навчальні можливості імерсивних технологій буде важко переоцінити, особливо в ситуаціях, схожих на карантинні обмеження.

У СумДУ вдосконалюється система електронного навчання і для цього є умови: мотивовані викладачі та штатні розробники (програмісти та моделювачі Unity3D), які створюють навчальні тренажери. Проте перспектива співпраці та об'єднання зусиль кількох навчальних закладів відкриває значно більші

можливості для запровадження та розвитку імерсивного навчання в українських вищих навчальних закладах.



## **7 КООПЕТИЦІЙНА МОДЕЛЬ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ «МІСТО, ЩО НАВЧАЄТЬСЯ»**

### **7.1 Світовий досвід встановлення нових стандартів в освіті: кейс Глобальної Мережі Міст, що Навчаються, та перспективи для України**

Сталий розвиток держави залежить від життєздатності інститутів і довіри до людської діяльності в багатьох сферах. Намір покращити своє життя може бути досягнутий шляхом навчання протягом усього життя. Освічені особи стають рушієм суспільних змін для досягнення цієї мети. Останні дослідження вчених у цій галузі підтверджують гіпотезу про прямий або опосередкований зв'язок між багатством і рівнем освіти. Bannier С. Е. та Schwarz М. у своєму дослідженні досліджують вплив фактичних і уявних фінансових знань (тобто фінансової грамотності та впевненості) на фінансове багатство [282]. Стаття Pfeffer F.T. надає першу оцінку тенденцій рівня освіти за матеріальним рівнем родини. Це свідчить про те, що суспільство повинно бути принаймні стурбоване зростанням розриву в освіті [283].

Кожна сфера діяльності суспільства функціонує на високому рівні, якщо є люди, які прагнуть розвитку. Постійні зміни в країні вимагають від кожного вміння адаптуватися та вести діяльність у нових, динамічних та мінливих умовах.

Комунікаційна стратегія на національному рівні з іншими країнами має вирішальне значення для формування сталого розвитку. Для побудови таких відносин потрібне розвинене та освічене суспільство, здатне забезпечити високі показники на міжнародному рівні. Побудувати систему, в якій міжкультурний діалог стане нормою, можливо лише за умови відповідної освіти на різних рівнях суспільства [284].

GNLC, офіційно заснований у 2012 році, насправді є реалізацією старшої концепції міських організацій, які зобов'язуються просувати концепцію навчання впродовж життя, демонструючи справедливий доступ до освіти, мобілізуючи всіх зацікавлених сторін освіти для об'єднання у просуванні вищих стандартів освіти,

створити ефективні навчальні заклади на різних рівнях і заохочувати розширені мережі для зміцнення стратегії навчання впродовж життя. Україна увійшла в цей процес у 2019 році, і ще зарано проводити серйозні дослідження. Таким чином, ця стаття акумулює спостереження щодо можливих шляхів подальшого розвитку нової галузі дослідження.

Виклад основного матеріалу дослідження та його основних результатів. Відповідно до Закону України «Про освіту» освіта є основою інтелектуального, духовного, фізичного і культурного розвитку особистості, її успішної соціалізації, економічного добробуту, запорукою розвитку суспільства, об'єднаного спільні цінності, і культура, і держава [285]. Освіта є практичним інструментом для надання людям нових і актуальних знань. Існує три форми навчання: формальна, неформальна та інформальна освіта.

Формальна освіта – це організована освітня модель, структурована та керована законами та нормами, яка підпорядкована суворим цілям навчального плану, методології та змісту [286]. Формальна освіта – важливий і необхідний етап у розвитку особистості. Воно має бути доповнене неформальним і неофіційним навчанням для безперервного та комплексного навчання впродовж життя.

Згідно з прийнятим визначенням неформальної освіти, «...вона складається з організованих, структурованих заходів (інакше її класифікували б як неформальну); вона розроблена для певної цільової групи; вона організована для досягнення певного набору навчальних цілей. ; і ця неінституціоналізована діяльність здійснюється поза встановленою системою освіти і призначена для учнів, які офіційно не зараховані до школи...» [287]. Виходячи з цього, можна стверджувати, що неформальна освіта є необхідною умовою розвитку кожного члена суспільства. Неформальна освіта дає можливість отримати актуальні знання та поповнити набір навичок отримувача освіти.

Неформальна форма навчання орієнтована як на студентів, так і на суспільство, і не накладає жодних зобов'язань. Згідно з дослідженням [288], «неформальна освіта, як правило, не контролює виконувану діяльність, не обов'язково стосується надання ступенів чи дипломів; вона лише доповнює як

формальну, так і неформальну освіту». Неформальна освіта розширює та доповнює знання людини та є найбільш ефективною за високого рівня самомотивації того, хто навчається.

Отже, є багато можливостей для навчання протягом усього життя. Поєднуючи формальну, неформальну та неформальну освіту, кожен має можливість розширювати та оновлювати свої знання на різних етапах розвитку суспільства, в якому він живе та здійснює свою діяльність.

Концепція «Місто/регіон, що навчається» є практичним інструментом для створення та отримання можливостей для навчання, вдосконалення та розвитку для кожного члена суспільства протягом усього життя. Глобальна мережа міст, що навчаються ЮНЕСКО, — це міжнародна мережа, орієнтована на політику, яка надає натхнення, ноу-хау та передову практику [289].

Міста, що навчаються, спроектовані змінами громадян, які вимагають продовження освіти [290]. Самомотивація кожного громадянина та свідомі дії, спрямовані на створення суспільно корисних продуктів, є основою отримання нових знань у житті. Постійні зміни у світі, пов'язані з науково-технічним прогресом і вмінням адаптуватися до них, вимагають від кожного члена суспільства постійного вдосконалення шляхом отримання нових знань.

У прийнятій Стратегії Глобальної мережі міст, що навчаються ЮНЕСКО (2021–2023) було виконано сім основних тематичних кластерів. Ці теми були визначені на основі даних опитувань міст-учасників, які приєдналися до мережі. Проблеми та проблеми, обрані містами як найважливіші, дозволили створити ці кластери. Оскільки підхід спільнот, що навчаються впродовж життя, є новою областю дослідження, ми проаналізували найбільш цитовані статті вчених у всьому світі, присвячені цій темі (кожному кластеру). Серед усіх ми вибрали найбільш релевантні ключові слова та провели контент-аналіз, з окремими дослідженнями для кожної групи (як показано в таблиці 7.1).

Таблиця 7.1 - Характеристика тематичних кластерів Стратегії Глобальної мережі міст, що навчаються ЮНЕСКО (2021–2023) на основі огляду літератури

Тематичний кластер	Визначення, можлива спрямованість зусиль
1	2
<i>Освіта для сталого розвитку</i>	Ця категорія має тривимірний характер: - соціокультурний вимір, який стосується питань, пов'язаних з правами людини, миром і безпекою людини, гендерною рівністю, культурним розмаїттям і міжкультурним взаєморозумінням, здоров'ям, ВІЛ і СНІДом і новими формами правління; - екологічний вимір, який стосується питань, пов'язаних з природними ресурсами (водою, енергією, сільським господарством, біорізноманіттям), зміною клімату, розвитком сільської місцевості, стійкою урбанізацією, запобіганням катастрофам та пом'якшенням наслідків; - економічний вимір, який стосується питань, пов'язаних зі зменшенням бідності, корпоративною відповідальністю та підзвітністю, а також переорієнтацією ринкової економіки [291].
<i>Грамотність</i>	«Грамотність тепер розуміється як засіб ідентифікації, розуміння, інтерпретації, створення та спілкування у все більш цифровому, текстовому, насиченому інформацією та швидко мінливому світі» [292]. Навчання грамотності може становити глибоку форму соціалізації. У навчанні грамотності слід приділяти увагу не лише викладанню списків важливих фактів, а й розвитку індивідуальних навичок дослідження зв'язку цих фактів із самим собою [293].
<i>Підприємництво</i>	Підприємницькі фірми роблять два незамінні внески в ринкову економіку. По-перше, вони є невід'ємною частиною процесу оновлення, який пронизує та визначає ринкову економіку. По-друге, підприємницькі фірми є суттєвим механізмом, за допомогою якого мільйони входять у мейнстрім економіки [294].
<i>Здоров'я та благополуччя</i>	Здоров'я є позитивним поняттям, яке наголошує на соціальних і особистих ресурсах, а також на фізичних можливостях. Благополуччя – це сприйнятий стан гармонії в усіх аспектах життя [295].
<i>Інклюзивність та справедливість</i>	У міжнародному масштабі... це все більше розглядається як принцип, який підтримує та вітає різноманітність серед усіх учнів. Він припускає, що метою є усунення соціального відчуження, яке є наслідком ставлення та реакції на розмаїття раси, соціального класу, етнічного походження, релігії, статі та здібностей. Як таке, воно починається з переконання, що освіта є основним правом людини та основою для більш справедливого суспільства. Отже, наголос на справедливості, що передбачає турботу про справедливість [296].

## Продовження таблиці 7.1

1	2
<i>Освіта глобального громадянства</i>	Глобальна громадянська освіта заради миру була б високополітичною освітою, а не просто м'яким мультикультуралізмом, беззаперечною «толерантністю» чи «милосердям один до одного». Він складається з чотирьох взаємопов'язаних компонентів: знання, аналіз, навички та дія (KASA). По-перше, це знання поточних подій у світі, економіки та міжнародних відносин. По-друге, це здатність критично аналізувати ЗМІ, релігійні повідомлення, догми, забобони, літературу ненависті, екстремізм і фундаменталізм. По-третє, це передбачає політичні навички, такі як переконання, переговори, лобіювання, проведення кампаній і демонстрації. По-четверте, це схильності до спільних дій, які сьогодні включають мережеве спілкування за допомогою комунікаційних технологій, запуск веб-сайту або приєднання до міжнародних форумів молодих людей, які працюють заради миру [297].
<i>Освітнє планування, моніторинг та оцінювання</i>	Системи планування, моніторингу та оцінки: необхідно розглядати розвиток потенціалу як засіб і як мету, має базуватися на добре побудованій логіці, має бути повторюваним, вимагати корисних індикаторів, які поважають багаторівневі цінності та проблеми, потрібно розвивати місцевого потенціалу, результати повинні відповідати інформаційним потребам різних аудиторій, повинні бути обережними, щоб не обіцяти більше, ніж вони можуть забезпечити [298].

Джерело: складено авторами за [291 - 298].

Як видно з таблиці 7.1, кожен із тематичних кластерів надзвичайно важливий для впровадження в кожному місті в усьому світі. Досягнення результатів в регіонах і містах по кожному блоку забезпечить розвиток суспільства в цілому.

Освіта для сталого розвитку є універсальним інструментом для забезпечення формування сучасної системи знань. Тривимірність цього кластера охоплює всі сфери суспільного життя, а саме економічну, політичну, соціальну та духовну. Розвиток освіти для сталого розвитку забезпечує формування усвідомлених підходів до цінності людського життя, раціонального використання природних ресурсів, прагнення до економічного розвитку в сучасних умовах.

Реалізація завдань, пов'язаних із грамотністю, є фундаментальною основою для подальшого формування інформованого та освіченого суспільства в певному регіоні чи місті. Кластер грамотності також стосується всіх сфер людського життя.

Без вирішення проблем цієї сфери стає неможливим подальший розвиток соціально-економічних процесів.

У ринковій економіці підприємницькі навички та вміння дуже потрібні. Економічна сфера суспільного життя не може існувати без професіоналів зі спеціальними навичками та особливими установками, вихованими у підприємницьких процесах та створенні венчурних підприємств.

Конкуренцію як рушійну силу розвитку ринку можна створити та підтримувати, якщо суспільство визнає підприємливість та інноваційне мислення. Співпраця інституцій, бізнесу та освіти створює додаткову синергію та сприяє економічному розвитку держави на вищому рівні.

Здоров'я та благополуччя населення мають бути пріоритетними для здійснення заходів у соціальній сфері суспільства. Здорова та розвинена громада забезпечує розвиток конкретного міста чи регіону. Існує прямий і зворотний зв'язок між якісною освітою та благополуччям і здоров'ям. Навчання розвиває необхідні навички та ставлення, які дозволяють громадянам розробляти обдумані стратегії самообслуговування для більш здорового майбутнього та приймати тверді рішення у відповідь на численні виклики (наприклад, пандемію COVID-19).

Інклюзивність та рівність – це принципи, на яких ведеться освітня діяльність у демократичних країнах. Ці принципи необхідно постійно використовувати в будь-якій формі навчання для спілкування учасників навчального процесу. Саме Інклюзія та Справедливість формують гуманістичний стиль взаємодії його учасників у суспільстві.

Освіта глобального громадянства надає можливість населенню отримати знання про права та обов'язки кожного учасника соціальної взаємодії. Глобальна громадянська освіта має на меті надати всім учням можливість протистояти глобальним викликам, приймати рішення на випередження та просувати цінності мирного, толерантного, безпечного та стійкого суспільства. Категорія глобальна громадянська освіта впливає на всі сфери соціальної діяльності світової спільноти.

Освітнє планування, моніторинг та оцінювання – це специфічний кластер, який дозволяє з'ясувати тенденції змін протягом певного часу в освітніх процесах

міста та/або регіону. Реалізація завдань цієї сфери дозволяє ефективно та максимально задовольнити потреби суспільства щодо отримання нових знань та навичок. У широкому сенсі моніторинг, заснований на вдосконаленому наборі інструментів, у поєднанні з результатами оцінки, приносить розуміння можливостей досягнення Цілі SDG-4-Освіта загалом і цілей GNLC ЮНЕСКО зокрема.

Концепція навчальних міст не нова; воно ґрунтується на кооперативній поведінці всередині та між спільнотами, націленою на вирішення складних соціальних проблем і відлунням нашого колективного інстинкту виживання. Пандемія COVID-19 висвітлила вузькі місця в роботі соціальних установ та проблеми співпраці та координації між установами всередині країн та на міжнародному рівні. Коли міста стикаються з такими серйозними викликами, як COVID-19 (глобальний аспект) або вторгнення (тобто вторгнення Російської Федерації в Україну), вони повинні мати міцну основу, щоб залишатися життєво важливими та цілісними.

Україна увійшла до GNLC у 2019 році, і з того часу до мережі приєдналися ще п'ять міст (Мелітополь, Київ, Нетішин, Нікополь, Новояворівськ та Полтава). Львів та Суми подавали заявки у 2021 та 2022 роках, але подачу заявок перенесли на наступний рік. У той час як GNLC є глобальною мережею, яка об'єднує 294 міста з багатьох країн світу [288], Асоціація міст України (заснована в 1992 році) наразі об'єднує 574 міста України, спрямована на розвиток різноманітних аспектів самоврядування в Україні [299]. Багатогранний феномен навчання впродовж життя, міст, що навчаються, і передових перспектив розвитку наступного міста до суспільства, що навчається, має багато аспектів і є частиною багатьох взаємопов'язаних процесів; тому важливо диференціювати деякі категорії та підходи в цій галузі. Дотримуючись логіки дослідження Atchoarena D. і Howells A., які виділили кілька підходів (індивідуальний, соціальний, 5-й стовп, правовий) [300], і беручи до уваги попередні висновки, згадані в поточному дослідженні, можна узагальнити ідеї про виміри навчання впродовж життя (як це показано в таблиці 7.2), а також області подальших можливих досліджень.

Таблиця 7.2 – Підходи, учасники та можливі напрями подальших досліджень у сфері навчання впродовж життя

№	Підхід	Учасники	Пояснення
1	2	3	4
1	Індивідуальний підхід	Вихователь, учень	Людям надаються можливості та навчальний досвід, щоб збільшити свою здатність змінити своє майбутнє в освіті, роботі, сім'ї, громадянстві та особистому розвитку.
2	Соціальний підхід	Освітняни, учні, громадські організації, заклади формальної та неформальної освіти, суб'єкти господарювання	Подальші напрями дослідження: порівняння результатів навчання, очікувань і результатів у довгостроковій перспективі для індивідів, наприклад, збільшення доходу на душу населення.
3	Мережевий підхід	Місто, громади, об'єднані територіальні громади, асоціації та мережі (тобто Асоціація міст України)	Інститути формальної та неформальної освіти, а також активісти, НУО та інші активні учасники громадської активності діють незалежно та формують рівень прагнень та стандарти очікуваної якості освіти в суспільстві через різноманітні заходи, включно з обміном кращими практиками, запитами, запуск адвокатури необхідної практики тощо.
4	Підхід в мережі	Мережа міст, що навчаються (тобто NGLC), спільнот, що навчаються, і, нарешті, суспільства, що навчається	Подальші напрями дослідження: оцінка ефективності та результативності подій, заходів та різних видів співпраці між акторами (дослідження різного масштабу та обсягу)

Джерело: складено авторами

Ще один багатообіцяючий підхід не було використано в таблиці 7.2, оскільки його не можна описати як однорівневий термін: освітнє лідерство, і воно є багатовимірним. Цей підхід, або набір інструментів, процес охоплює способи розробки ідей, накопичення найкращих і гірших практик, виконання технік, хитрощів, бенчмаркінгу та багато інших способів визначення лідера в освіті. Освітнє лідерство – це новий тип лідерства [301], і цю концепцію слід досліджувати в майбутньому, щоб виявити лідерство та найкращі стратегічні прийоми для загальної вигоди. Для ефективного реалізації завдань тематичних кластерів Стратегії



Глобальної мережі міст, що навчаються ЮНЕСКО (2021–2023) слід враховувати специфіку лідерства в освіті, а саме: освітній лідер безпосередньо контактує з його послідовники; освітнє керівництво є багатофункціональним, оскільки сама педагогічна діяльність включає багато функцій. Лідерськими якостями повинні бути наділені не лише керівники або керівники навчальних закладів, а й інші учасники навчально-виховного процесу; виховання лідерства спрямоване не тільки на самореалізацію особистості, а й на формування в учнів лідерських якостей [302].

Таким чином, реалізація концепції «Місто/регіон, що навчається» можлива шляхом впровадження певного типу лідерства – освітнього. Освіта забезпечує розвиток особистості, суб'єктів, інститутів, систем і суспільства. Основним об'єктом навчально-виховного процесу є учень, який прагне до саморозвитку та вдосконалення навколишнього середовища.

Освітнє лідерство має особливі форми взаємодії з учасниками цього процесу. Так, Спіллейн Дж. П. виділяє три напрямки вивчення освітнього лідерства – лідерство для викладання та навчання, розподілене лідерство та системне лідерство [303]. Лейтвуд К. також розглядає джерела успішного лідерства, використовуючи концепцію розподіленого лідерства [304]. Тобто розподілене лідерство є одним із ефективних стилів лідерства в освітній сфері. Згідно з нещодавнім розумінням, «...розподілене лідерство — це не те саме, що розподіл обов'язків між особами, які виконують визначені та окремі організаційні ролі, а скоріше воно включає динамічну взаємодію між кількома лідерами та послідовниками» [305]. Людиноорієнтоване освітнє лідерство створює сприятливі умови для ефективної реалізації концепції «Місто/регіон, що навчається».

GLNC ЮНЕСКО розпочався в 2012 році і з тих пір досяг статусу відомої платформи, спричинивши багато позитивних соціальних перетворень у багатьох містах і регіонах, розкриваючи потенціал для розвитку спільнот у всьому світі. Проте війни, конфлікти, суттєві соціальні зміни можуть сприяти і гальмувати процеси. Початок російсько-української війни у 2014 році з окупацією трьох областей призвів до безпрецедентної активізації закладів громадянської освіти; наприклад, у 2018 році в Сумах (зовсім неподалік від кордону з Російською

Федерацією) було засновано ГО «Центр навчання впродовж життя». У 2019 році представники Сум поїхали до Пекіна і після цього візиту разом із Сумською міською радою почали переробляти стратегію розвитку міста. Тепер у міста є міська стратегія з Міським відділом міжкультурного розвитку та Міським відділом навчання впродовж життя. Ескалація війни у 2022 році не змінила жодних стратегічних завдань у цій сфері; просто відклав деякі з них.

У поточному дослідженні автори проаналізували взаємозв'язки між тематичними кластерами стратегії GLNC ЮНЕСКО для візуалізації навчання впродовж життя на різних рівнях. А аналіз суб'єктів та підходів до навчання впродовж життя приніс інший погляд на його подальшу концептуалізацію, виявивши проблеми та перспективний напрямок подальших досліджень. Однак основна ідея полягає в тому, що навчання впродовж життя може формуватися на будь-якому рівні та стати достатньо заразним, щоб каталізувати соціальні інновації. Єдиним відсутнім компонентом може бути проактивне, прозоре лідерство в освіті, яке розвиває в суспільстві здорове ставлення до навчання протягом усього життя.

Таким прикладом освітнього лідерства можуть бути установи (наприклад, ЮНЕСКО), а також міста (наприклад, Сорокаба в Бразилії, Пекін у Китаї), а також лідери в місцевих громадах (наприклад, ГО «Центр навчання впродовж життя» в Сумах, або представники Сумської міської ради). І знову ж таки, як зазначалося раніше, необхідні лонгitudні дослідження у сфері навчання впродовж життя, щоб довести зв'язок між ініціативами громадянської освіти та суспільними трансформаціями.

Висновки. Глобальна мережа міст, що навчаються, допомагає об'єднати міста по всьому світу, які підтримують і дозволяють навчатися протягом усього життя. Стратегія Глобальної мережі міст, що навчаються ЮНЕСКО (2021–2023) включає сім тематичних кластерів – освіта для сталого розвитку, грамотність, підприємливість, здоров'я та благополуччя, інтеграція та справедливість, освіта глобального громадянства, освітнє планування, моніторинг та оцінка. . Кожна з цих одиниць має потужний позитивний вплив на розвиток усіх сфер суспільної діяльності – економічної, політичної, соціальної, духовної. Проте навчання

впродовж життя є багатограним явищем, і підходи до нього можна виділити наступним чином: індивідуальний, соціальний, мережевий, мережевий підхід (NoN) і підхід освітнього лідерства.

Ключове значення освіти в процесі формування розвиненого міста чи регіону є незаперечним. Освіта, як і будь-яка діяльність, потребує впливових лідерів. Вивчення специфіки освітнього лідерства та його відмінностей від інших видів лідерства є запорукою успіху управлінської діяльності в освітній сфері. У поточному дослідженні було визначено деякі з ключових аспектів освітнього лідерства. Хоча зв'язок між освітнім лідерством і соціальними інноваціями в суспільстві, що навчається, ще потребує дослідження.

## **7.2 Методологія формування за мережевим принципом коопетиційної моделі реалізації концепції «місто, що навчається»**

Проблема пошуку нових шляхів удосконалення реалізації концепції міста, що навчається стала особливо актуальною в останні роки внаслідок трансформації ринку праці та посилення глобалізаційних процесів. Це призвело до розуміння необхідності змін природи сучасної конкуренції в освітньому просторі та вектору взаємодії між конкуруючими суб'єктами з врахуванням особливостей формування мережі провайдерів освітніх послуг в рамках концепції міста, що навчається.

Дослідження реалізації концепції коопетиції у вітчизняній економіці були присвячені наукові праці таких вчених як: Лазоренко Т. В. [306], Поплавська Ж. В., Михальчишин Н. Л., Данилович-Кропивницька М. Л., Гошовська О. В., Комаринець С. О. [307]. Питання побудови мережевих структур суб'єктів економічних систем розглядалися в наукових працях Войнової Е.О. [308], Січкаренко К.О. [309], Топішко Н. П., Топішко І. І., Галецька Т. І. [310], Швиндіна Г. О. [311, 312]. Особливостям реалізації концепції «місто, що навчається»

присвячено ряд наукових розробок таких вітчизняних науковців, як: Васильєва Т. А., Леонов С.В., Петрушенко Ю. М., Воронцова А. С.

Метою статті є розгляд основних засад формування за мережевим принципом коопетиційної моделі реалізації концепції «місто, що навчається».

В сучасних умовах розвитку соціально-орієнтованої економіки важливого значення набуває формування та розвиток людського капіталу, що напряму залежить від рівня освіченості громадян країни. Саме кваліфіковані кадри виступають рушійною силою в усіх сферах життєдіяльності, а саме: створення бізнес-середовища, розвиток ефективного управління в усіх секторах .

Динамічність вимог ринку праці обумовлює необхідність постійного вдосконалення, саморозвитку та самонавчання від фахівців усіх сфер економіки та бізнесу. На сьогодні одним із світових трендів в даному напрямі є навчання впродовж життя. Слід відмітити, що як свідчить аналіз наукових праць, поняття освіти впродовж життя (Lifelong learning) розглядають у двох площинах:

1) як процес зростання загальноосвітнього та професійного потенціалу особистості відповідно до власних потреб і потреб суспільства за допомогою системи державних і громадських інститутів;

2) через призму системи освітніх закладів, що забезпечують реалізацію даного процесу, а саме: комплекс державних, приватних і громадських освітніх закладів, які забезпечують організаційну і змістовну єдність і спадкоємний зв'язок всіх ланок освіти, що забезпечують прагнення людини до самоосвіти і розвитку протягом всього життя.

Крім того, враховуючи усвідомлення кожною окремою особистістю потреби постійного самовдосконалення, освіта протягом життя розглядається не як концепція, а, в більшій мірі як філософія, що спрямована до бажання кожного окремого фахівця реалізовувати нові ідеї, рішення, знання та навички. Тобто освіта впродовж життя сприяє розкриттю потенціалу кожної окремої особистості, яка в цьому зацікавлена, незалежно від віку, місця, часу та обставин життя. Навчання впродовж життя може здійснювати у формі формальної, неформальної та інформальної освіти, при цьому можуть використовуватися будь-які засоби

навчання, зокрема: дистанційні та онлайн-платформи, традиційні лекції, заочні курси, самонавчання та ін.

Як свідчить практика реалізації концепції освіти впродовж, навчання дорослих може здійснюватися на різних рівнях, а саме:

- національному, що забезпечує досягнення ряду поставлених цілей, в тому числі соціально-економічних, політичних, культурних, індивідуальних;
- інституційному, що передбачає виділення окремих спеціалізованих структур в закладі освіти, в межах основних засад його місії та візії;
- підрозділів закладів освіти, що передбачає взаємозв'язок між концепцією освіти протягом життя та освітніми програмами відповідного освітнього закладу.

В країнах Європейського Союзу суттєво розширюється практика постійного навчання, перекваліфікації, удосконалення отриманих навичок та саморозвитку осіб у віці від 25 до 64 років. Все більше дорослих людей на постійній основі відвідують навчальні курси, семінари та інші види освітніх послуг, що надаються безпосередньо за місцем їх роботи, спеціалізованими центрами, навчальними закладами та громадськими організаціями. Європейське опитування освіти дорослих проводилися у 2007, 2011 та 2016 роках, результати опитування за 2022 р. ще не оприлюднено на сайті Євростату. Результати Європейського опитування щодо участі дорослого населення в навчанні узагальнено на рисунку 7.1.

Результати Європейського опитування щодо участі дорослого населення віком від 25 до 64 років в навчанні дозволяють стверджувати, про популяризацію навчання протягом життя серед населення країн ЄС. Так, результати опитування у 2016 р. свідчать про зростання активності навчання дорослих в ЄС до рівня 43 %, хоча динаміка зростання даного показника за підсумками 2007 та 2011 років є більш суттєвою з 32,8% до 40,2%. Слід звернути увагу на нерівномірність активності населення у навчанні серед країн членів ЄС. Так, за результатами опитування у 2016 році у дев'яти країнах рівень зацікавленості населення в процесах навчання протягом життя перевищував 50%, а у двох – навіть не досягав 20%. Порівнюючи показники опитування за 2007 р. та 2016 р., відмітимо, що

найбільше зростання участі дорослих віком від 25 до 64 років у навчанні спостерігалося в Португалії (з 26% до 46%), Нідерландах (з 45% до 64%) та Італії (з 22% до 42%).). В той час, серед населення таких країн як Болгарія та Литва зацікавленість дорослого населення в удосконаленні отриманих навичок дещо спадає з 36% до 25% та з 34% до 28% відповідно.

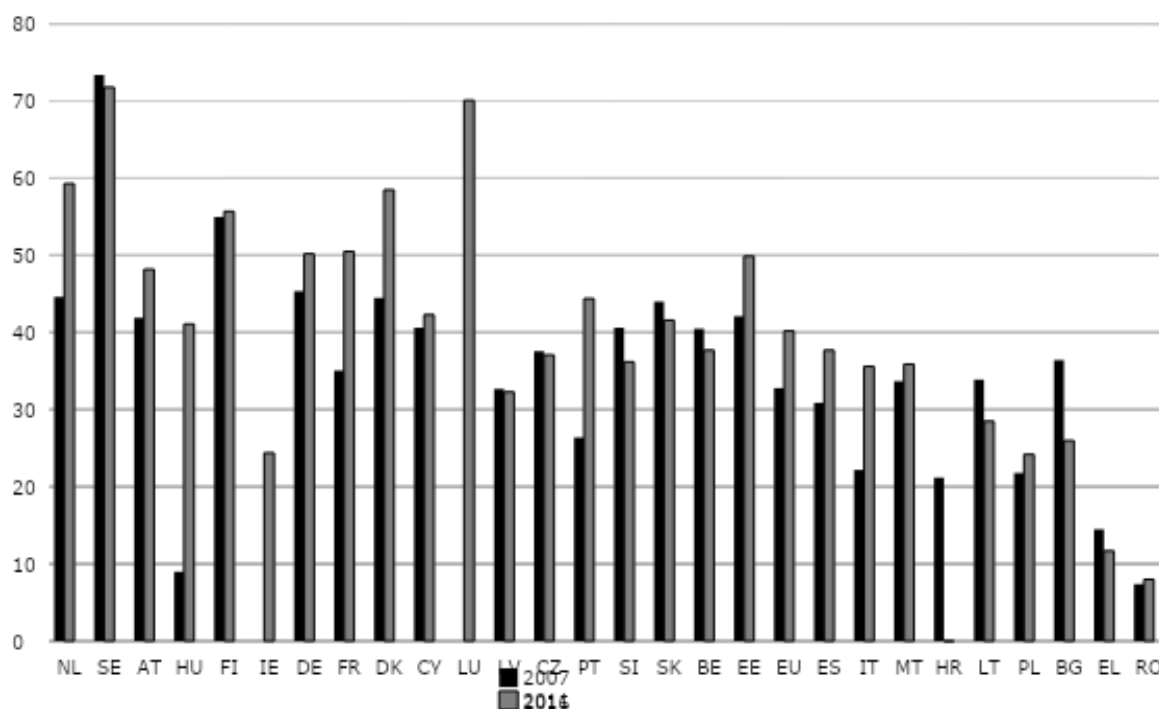


Рисунок 7.1 – Показники участі дорослих (віком від 25 до 64 років) у навчанні за результатами опитування у 2007, 2011, 2016 роках, %.

Для підвищення зацікавленості населення країн до навчання протягом життя останнім часом використовується ряд концепцій, в тому числі «міст, що навчаються».

Ідея міста, що навчається, в розвинених країнах Європи концептуалізована, за сприяння ОЕСР з 1980-х років і Європейської комісії з 1990-х років, та активно поширюється у країнах, що розвиваються. Однією із перших в реалізації концепції міста, що навчається є Великобританія, де починаючи з 1996 року набуло активного поширення навчання впродовж життя, що базується на цінностях стимулювання та підтримки освіти дорослого населення на будь-якому етапі життя.

На сьогоднішній день у більшості європейських країн розширення кількості міст, що навчаються є визначальним процесом із масштабними освітніми, соціальними, економічними та екологічними наслідками. В той же час, з іншого боку, практичному та концептуальному розвитку міст сприяє саме освіта протягом усього життя та навчання протягом всього життя. Місто, яке реалізує ряд заходів із мотивації навчання сприяє розвитку всебічної освіти та індивідуальних навчальних центрів.

Кожне місто має свою культурну історію, етнічні характеристики, а також соціальну структуру. Проте виділяють ряд спільних рис, які притаманні саме містам, що навчаються. Відповідно до визначення, що надане Інститутом освіти впродовж життя ЮНЕСКО, місто, що навчається, – це місто, яке ефективно використовує свої ресурси в кожній зі сфер своєї діяльності з метою: сприяння інклюзивному навчанню на всіх рівнях – від базового до вищої освіти; відродження навчання в сім'ї та громаді; сприяння робочої підготовці та навчанню на робочому місці; розширення використання сучасних технологій навчання; підвищення якості та забезпечення відмінних результатів навчання; сприяння розвитку культури навчання упродовж усього життя (табл. 7.3).

Успішна реалізація концепції міста, що навчається передбачає вирішення таких завдань: створення мережі провайдерів освітніх послуг для дорослих; формування нових освітніх потреб у мешканців міста та попиту на освітні послуги; розвиток мережі соціальних партнерів як в сфері формальної, неформальної й інформальної освіти; створення ресурсної, в т.ч. інформаційної бази для започаткування нових і розвитку існуючих освітніх практик; розробка освітніх програм відповідно до потреб різних категорій споживачів освітніх послуг; розробка і впровадження інноваційних технологій навчання дорослих; формування культури мережевої взаємодії всіх провайдерів освітніх послуг.

Таблиця 7.3 – Ключові компоненти основних характеристик міста, що навчається

Компонент	Характеристика
Ідеологія створення міст, що навчаються	Навчання впродовж усього життя для усіх – це майбутнє нашого міста
Умови створення міст, що навчаються	тверда політична воля і прихильність
	управління і участь зацікавлених сторін
	залучення і використання ресурсів
Цілі створення міст, що навчаються	сприяння інклюзивному навчанню на всіх рівнях – від базового до вищої освіти;
	відродження навчання в сім'ї та громаді;
	сприяння робочій підготовці та навчанню на робочому місці;
	розширення використання сучасних технологій навчання;
	підвищення якості та забезпечення відмінних результатів навчання;
Переваги створення міст, що навчаються	сприяння розвитку культури навчання упродовж усього життя
	розширення індивідуального права та можливостей і зміцнення соціальної згуртованості
	економічний розвиток і розвиток культури
	сталий розвиток

Основними провайдерами освітніх послуг у місті, що навчається є: навчальні центри, заклади вищої освіти, громадські організації. При цьому об'єктом їх діяльності виступають післядипломна освіта, професійне навчання працівників, курси перепідготовки та/або підвищення кваліфікації, безперервний професійний розвиток, будь-які інші складники, що передбачені законодавством, запропоновані суб'єктом освітньої діяльності або самостійно визначені особою.

В сучасних умовах на ринку освітніх послуг між їх надавачами існує конкурентна боротьба, що вимагає постійного вдосконалення організації їх діяльності та потребує залучення значного обсягу фінансових ресурсів на їх реалізацію. З метою мінімізації витрат та розширення контингенту осіб, які навчаються, заклади освіти можуть співпрацювати на конкурентних засадах – коопетиції. Термін «коопетиція» (англ. cooptetition) утворений поєднанням двох англійських слів – competition та cooperation, що перекладаються як «конкуренція» та «кооперація» відповідно. У загальному розумінні коопетиція – представляє собою співробітництво між конкурентами (коопетиторами), які перебувають з



одного боку, в стані кооперації між собою, одночасно перебуваючи у парадоксально конкурентних відносинах.

На нашу думку, активний розвиток коопетиції в сучасних умовах обумовлений ситуацією, коли досягнення визначеної мети кожним партнером окремо є більш проблематичним, ніж разом, завдяки співпраці. Отже, сучасний розвиток соціально-економічних відносин призводить з одного боку до підсилення тиску конкуренції, а з іншого – сприяє можливості активного розвитку усіх суб'єктів партнерства.

Характерними рисами, що притаманні коопетиторам є:

- існування спільних цілей що надання освітніх послуг або таких, що мають комплементарний характер;
- організаційна структура управління надавачів освітніх послуг-коопетиторів носить переважно органістичний характер;
- ступінь залежності двох надавачів освітніх послуг умовами укладеного договору та специфіки окремого виду освітніх послуг;
- конкурентна співпраця базується на спільній координації дій та погодженні стратегій розвитку.

Залежно від використання коопетиторами конкурентного або кооперативного підходу, можна виділити чотири типи їх поведінки в частині отримання вигід від надання освітніх послуг:

- тип монополіст (Monoplayer) – це надавач освітніх послуг, який не входить в інтеракції, дотримуючись як низького рівня конкуренції, так і кооперації;
- тип Contender характеризується високим рівнем конкурентної боротьби за низького рівня співпраці;
- тип Partner дбає про високий рівень співпраці, але низький рівень суперництва з іншими закладами освіти;

- тип Adapter – це провайдер освітніх послуг високого рівня співпраці та високого рівня конкуренції.

На сучасному етапі розвитку ринку освітніх послуг, що надаються в межах реалізації концепції освіти дорослих, основними напрямками коопетиції є наступні:

- поєднання фінансових та інтелектуальних ресурсів для надання інноваційних освітніх послуг, що потребують значних фінансових вливань;

- узгодження спільних заходів, спрямованих на усунення асиметрії інформації;

- часткова освітня кооперація в контексті надання найбільш актуальних для споживачів освітніх послуг та забезпечення реалізації концепції міста, що навчається.

Для підвищення зацікавленості населення у навчанні на будь-якому етапі життя, розширення контингенту здобувачів такої освіти, формування фінансових потреб провайдери освітніх послуг самостійно вибирають типи коопетиції, що забезпечать їм досягнення конкурентних переваг.

Систематизація типів коопетиції за основними класифікаційними ознаками узагальнена на рис 7.2.

Залежно від умов взаємодії виділяють наступні типи коопетиції:

- з домінуванням кооперації, де у співпраці між двома суб'єктами господарювання проявляється більше співпраці, ніж конкуренції;

- з домінуванням конкуренції, де проявляється більше змагальності, ніж співпраці;

- у випадку рівноважної коопетиції співпраця і змагання виступає однаковою мірою в межах існуючої взаємодії.

Класифікаційна ознака

Тип коопетиції

Рисунок 7.2 – Систематизація типів коопетиції за основними ознаками



Враховуючи, що коопетиція складна та багатогранна категорія, що проявляється на всіх рівнях ієрархії взаємодії надавачів освітніх послуг та їхніх конкурентів на різних рівнях в ієрархії господарських систем, то залежно від типу коопетиції виділяють мезорівневий аналіз де коопетиторами виступають освітні заклади та послуг як на ринку, так і в сформованих кластерах; мікрорівневий аналіз де коопетиторами є структурні підрозділи освітнього закладу та мікро-мікрорівневий аналіз де коопетиторами є викладачі.

На мезорівні виділяють два типи коопетиції залежно від кількості ринкових суперників: білатеральну та мережеву. В свою чергу, білатеральна коопетиція

поділяється на складну, яка стосується двох типів діяльності, причому в одному взаємодія відбувається на основі кооперації, а в іншому – конкуренції та просту, де взаємодія відбувається на одному рівні і одному типі діяльності в межах надання освітніх послуг.

Мережева коопетиція також розподіляється на складну структуру, якій притаманні багатосторонні домовленості та просту, якій характерні взаємовідносини між освітніми закладами, що можуть виступати надавачами та споживачами освітніх послуг.

Залежно від напрямку відносин між надавачами освітніх послуг виділяють коопетицію з вертикальними, горизонтальними та багатосторонні зв'язками.

У випадку якщо між надавачі освітніх послуг, що взаємодіють за принципами коопетиції, склалися взаємодоповнюючі зв'язки і вони часово і просторово злокалізовані то:

- вертикальна коопетиція між надавачами освітніх послуг, виникає в процесі їх взаємодії один з одним в частині реалізації концепції освіти впродовж життя, при цьому кооперація та конкуренція між ними виникає в цій же сфері;

- горизонтальна система коопетиції формується між надавачами освітніх послуг, які є конкурентами в частині реалізації концепції освіти впродовж життя, при цьому конкуренція між ними виникає в цій же сфері, а кооперація в іншій.

В разі, якщо пара надавачів освітніх послуг, які взаємодоповнюють один одного, проте часово і просторово вони є відокремленими то:

- при вертикальній коопетиції надавачі освітніх послуг тісно співпрацюють, проте конкуренція між ними може виникати в цій же сфері, а кооперація в іншій;

- при горизонтальній, за умови конкуренції між надавачами освітніх послуг щодо освіти дорослих, конкуренція між ними виникає в цій же сфері, а кооперація в іншій.

При взаємодії групи провайдерів освітніх послуг на основі коопетиції за умов вертикальної інтеграції, кооперації та конкуренції між ними в інших сферах не

існує, а в разі горизонтальної - вони кооперуються з метою подальшої конкуренції з іншими закладами освіти.

Слід відмітити, що провайдери освітніх послуг, можуть поєднуватися у мережеві структури, спрямовані на довгострокове партнерство та отримання вигід усіма учасниками мережі.

В цілому, мережа – це організаційна структура, що характеризує взаємодію сукупності суб'єктів, об'єднаних певними формами зв'язків, які базуються на взаємодії її учасників.

Аналіз науково-методичних праць, присвячених дослідженню мережевих взаємозв'язків дозволяє виділити такі підходи до визначення сутності поняття “мережа”: як набір вузлів, що зв'язуються; як структуру взаємного зв'язку; як сформовану групу людей, які прагнуть досягти спільної мети через добровільну співпрацю. Крім того, термін «мережа» визначається як «сукупність яких-небудь шляхів, ліній зв'язку, каналів тощо, розташованих на певній території; система». Він характеризує організаційну структуру, для якої властива взаємодія «сукупності об'єктів, об'єднаних певними формами зв'язків, які базуються на взаємодії людей. Основою взаємодії є реалізація спільних інтересів».

Мережева структура є досить стійкою й ґрунтується на збалансуванні інтересів її учасників, визначених норм і правил, а також уніфікованій мережевій культурі. Основними перевагами мережевих структур є відсутність чітко окреслених меж взаємодії, а їх побудова є динамічною та гнучкою залежно від потреб споживачів освітніх послуг.

Основними властивостями формування мережевих зв'язків між надавачами освітніх послуг є децентралізація; відсутність жорсткої структури, високий ступінь самоорганізації, горизонтальна система комунікації, гнучкість, міцність, мінливість, висока динамічність, відкритість також їм властива неформальність, мобільність, дискретність, незалежність, паритетність.

В основі формування мережевих взаємозв'язків між надавачами освітніх послуг здійснюється за таких умов:

- існування спільних цілей, інтересів та ідей, реалізація яких сприятиме підвищенню ефективності діяльності мережевих партнерів;
- володіння хоча б одним учасників мережі ресурсом, що є необхідним для впровадження спільного проєкту:
- спроможність здійснювати спільну діяльність учасників мережі, зокрема в частині оцінки результативності проєкту, визначенні кінцевої мети, поширення культури мережевих цінностей, управління спільною діяльністю;
- наявність інституційних параметрів взаємодії: форм, каналів передачі інформації та формалізації відносин;
- формування спільного інформаційного простору.

Ці умови мають значний вплив на визначення структури, типу та основних параметрів функціонування мережі провайдерів освітніх послуг. Крім того, визначення специфіки мережі надавачів освітніх послуг обумовлюється термінами та можливим рівнем інтеграції учасників майбутньої мережі. В загальному вигляді формування структури коопетиційної моделі міста, що навчається за мережим принципом унаочнено на рис. 7.3.

Враховуючи значну типологізацію коопетиційних зв'язків, для оцінки ефективності формування за мережим принципом коопетиційної моделі реалізації концепції «місто, що навчається» доцільно застосовувати трьох етапну інтеграцію (рис. 7.4).

Функціонування мережевої структури міста, що навчається має певні переваги і недоліки (табл. 7.4).

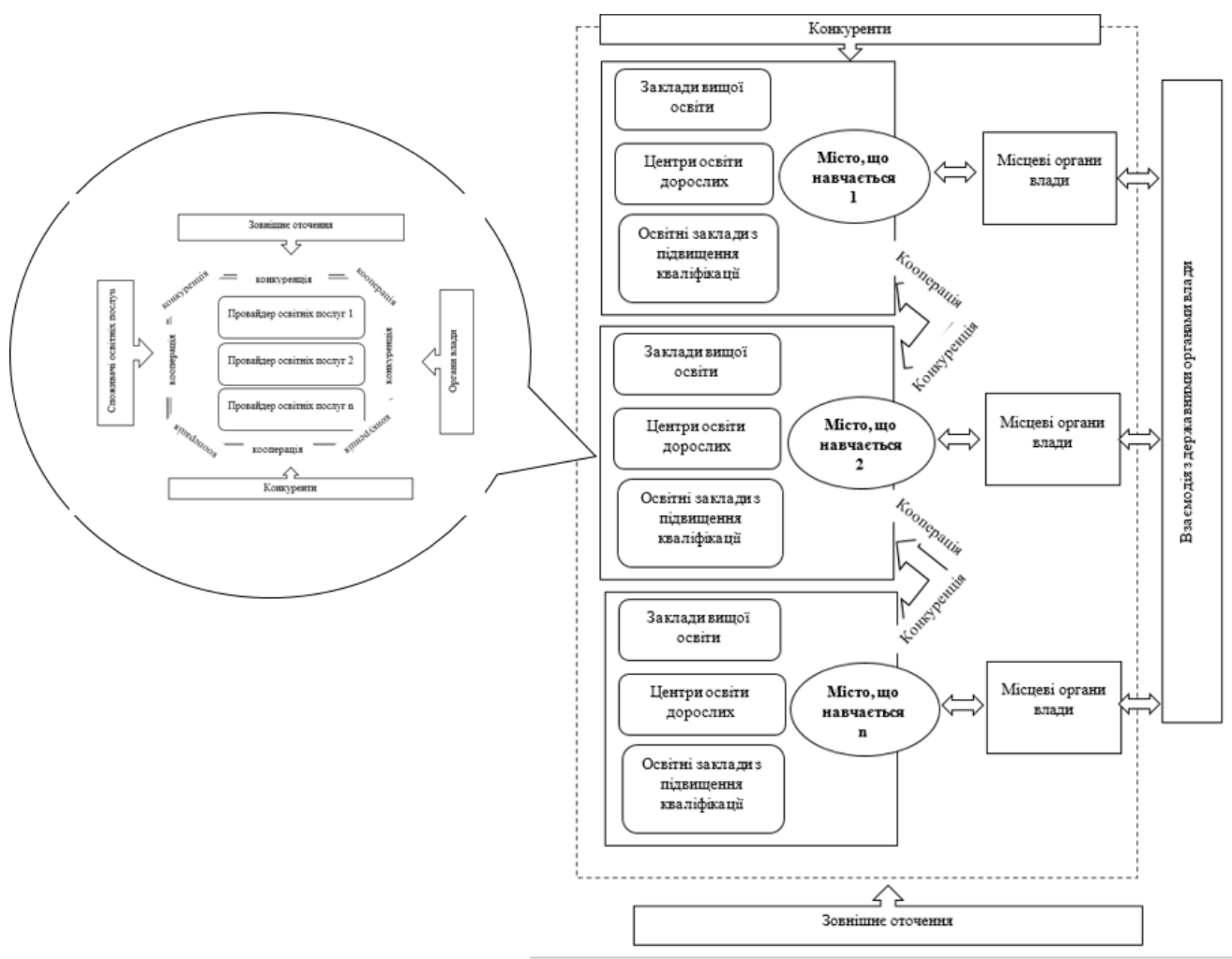


Рисунок 7.3 – Схема формування коопетиційної моделі міста, що навчається за мережим принципом

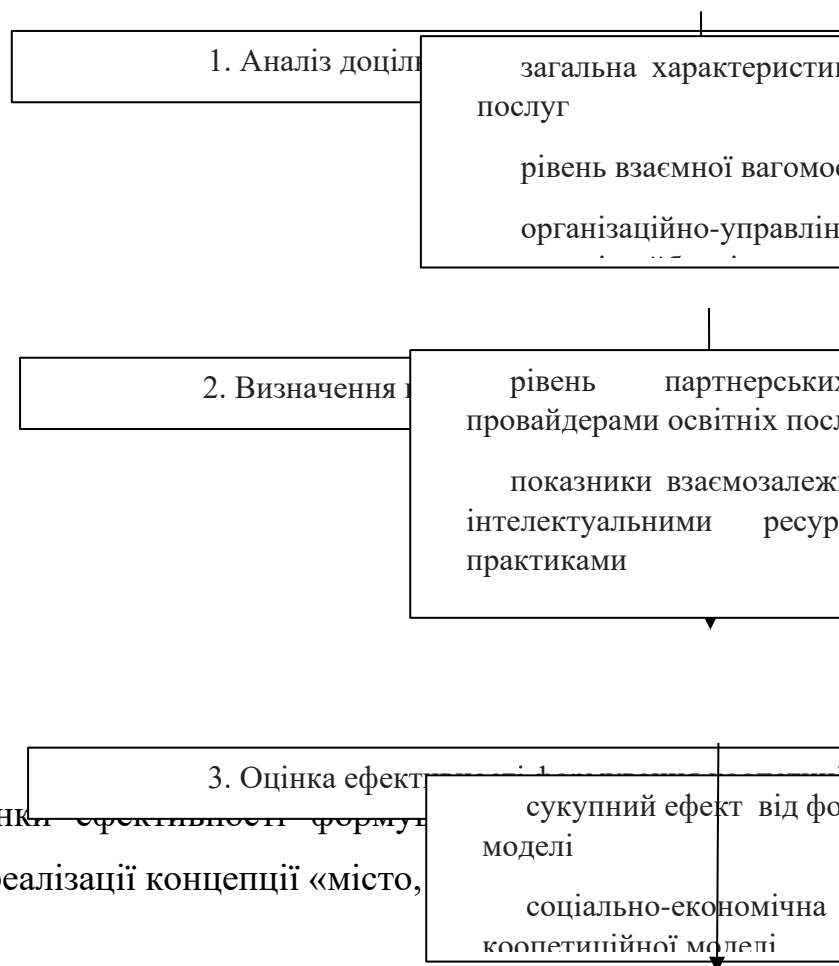
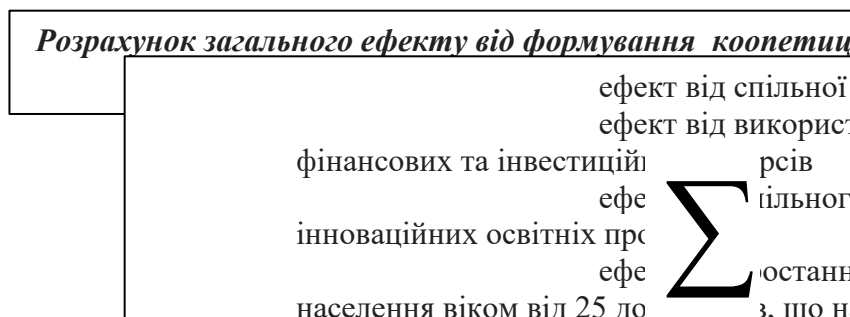


Рисунок 7.4 – Процес оцінки ефективності формування коопетиційної моделі реалізації концепції «місто, навчання»





Таблиця 7.4 - Переваги та недоліки функціонування мережевої структури міста, що навчається

Переваги	Недоліки
забезпечення рухливості та, адаптованості мережевої структури до потреб споживачів освітніх послуг	проблема узгодженості функціонування мереж внаслідок їх динамічності
відсутність чітко сформованих центрів і меж, мобільність переструктурування мереж	відсутність певних закономірностей функціонування, епізодичність мереж ускладнює встановлення відповідних стандартів поведінки її учасників
паритетність організації та функціонування окремої мережі;	втрата базових орієнтирів для науково обґрунтованої політики розвитку освітньої діяльності через прозорість та неясність якості освітніх послуг, яка виникає через їх значну кількість і складність
відсутність регламентації дій її учасників	
внутрішня цілісність і несуперечливість мережі, зв'язки в мережі рухливі і адаптивні	несиметричний і нерівномірний розподіл інформації
відкритість для реалізації інновацій, без ризику втрати своєї збалансованості	
акумульована інформація може багаторазово використовуватися учасниками мережі	
стимулювання скорочення витрат та надання можливості підвищення рівня управління, залучення і розвитку інноваційних технологій	

Враховуючи активний розвиток коопетиції в сучасних умовах, створення мережі провайдерів освітніх послуг набуває актуальності визначення та аналіз сильних і слабких сторін, загроз, можливостей для подальшого функціонування коопетиційних формувань.

З цією метою доцільно використати SWOT-аналіз для виявлення сильних та слабких сторін сучасного стану функціонування коопетиційної моделі міста, що навчається за мережевим принципом (табл. 7.5).

Таблиця 7.5 – SWOT-аналіз реалізації коопетиційної моделі міста, що навчається за мережевим принципом

<b>Сильні сторони</b>	<b>Слабкі сторони</b>
наявність мотивації для реалізації інноваційних методів навчання у сфері освіти дорослих	ризик втрати контролю над інноваційними технологіями навчання
об'єднання зусиль різних провайдерів освітніх послуг щодо досягнення результатів, які позитивно впливають на якість життя та рівень освіти громадян	конфлікти між конкурентами, які паралізують співпрацю
розвиток комунікації та взаємозв'язків між провайдерами освітніх послуг сприяння формуванню партнерських відносин, забезпечення розвитку освітнього потенціалу	складність в управлінні функціонуванням внаслідок динамічності та рухливості коопетиційних зв'язків між провайдерами освітніх послуг за мережевим принципом
<b>Можливості</b>	<b>Загрози</b>
стимулювання інновацій в сфері освіти дорослих, за рахунок відтворення освітніх технологій лідерів, що за умов добросовісної конкуренції сприяє покращенню якості людського капіталу	асиметрія відносин, яка може бути наслідком помилок при створенні коопетиційних зв'язків або виникати в процесі розвитку відносин, та може перетворитися на втрату організаційної чи управлінської незалежності внаслідок дії сильного партнера
зменшення ціни для споживачів освітніх послуг, покращення якості освітнього продукту, який стає інноваційним і, при цьому, більш доступним	опортуністична поведінка коопетиторів, що може призвести до невиконання запланованого освітнього проєкту
об'єднання інтелектуальних, організаційних, фінансових та інвестиційних ресурсів конкурентів для створення нового інноваційного освітнього продукту	проблеми побудови менеджменту інституційного середовища в межах сформованої мережі провайдерів освітніх послуг внаслідок її гнучкої структури

Таким чином, формування коопетиційної моделі за мережевим принципом міста, що навчається представляє собою нову модель акумуляції та перерозподілу інтелектуальних, організаційних та фінансових ресурсів, що сприяє мінімізації

витрат та посиленню конкурентних переваг учасників мережі на ринку освітніх послуг.

Висновки. В статті узагальнено основні засади формування коопетиційної моделі міста, що навчається за мережим принципом з виділення її основних напрямів, переваг та недоліків, а також алгоритму оцінки ефективності такої взаємодії. Реалізація коопетиційних зв'язків між провайдерів освітніх послуг сприятиме впровадженню інноваційних методів навчання, збільшенню переліку освітніх послуг в частині освіти дорослих, поширенню кращих практик, а також розширенню контингенту здобувачів освіти серед дорослого населення.

## 8 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКОНОМІЧНИХ ТА ОСВІТНІХ ТРАНСФОРМАЦІЙ НА РЕЗИЛЬЄНТНІСТЬ МІСЦЕВИХ ГРОМАД

### 8.1 Резильєнтний менеджмент як ефективний інструмент при трансформаційних змінах в суспільстві

Цивілізаційний розвиток в кожній країні світу неможливий без трансформаційних змін, що відбуваються в кожній сфері суспільної діяльності населення. Трансформаційні зміни відбуваються в усіх сферах діяльності суспільства як елемента розвитку. Стабільний розвиток саме економічної та освітньої сфер суспільного життя країни є важливими елементами процвітання країни в цілому. Це пов'язано з тим, що економічний лад суспільних відносин та рівень освіченості населення забезпечують реалізацію майже всіх процесів вдосконалення в державі. Розвиток цих сфер є результатом прийняття змін та вміння адаптуватись до трансформацій в державі. Прагнення до покращення рівня життя кожної людини здатне забезпечити формування розвинутого суспільства. Покращення рівня суспільного добробуту населення є результатом розвитку економічної та освітньої сфер діяльності країни.

Динамічна природа трансформацій в цілому та в світовій економіці зокрема, потребує певної готовності суспільства до прийняття відповідальності кожним громадянином щодо покращення рівня особистого життя та покращення суспільства, до якого він належить.

#### *Економічні трансформації*

Глобальний досвід розвитку показав, що найбільш ефективним шляхом економічної трансформації є індустріалізація, основою якої є потужна виробнича діяльність [313]. Саме виробнича діяльність забезпечує суспільство необхідною готовою продукцією та розвиває економічні відносини. При ринкових економічних відносинах головною рушійною силою виробничої діяльності є людина – ефективний підприємець, керівник, який націлений на розвиток конкурентоспроможності підприємства, менеджери середньої ланки управління,

які є зв'язуючою ланкою між виконанням стратегічних завдань та вирішенням тактичних задач організації, правильно підібраний кадровий склад працівників.

«...трансформація позначає якісні перетворення або становлення економічної системи різного масштабу, що дозволяє перехід на новий рівень функціонування і розвитку системи, який здійснюється послідовно та безперервно на всіх рівнях економічної системи» [314]. Якісні перетворення в економіці мають забезпечувати покращення в цій сфері суспільних відносин та позитивно позначатись на умовах життя суспільства.

Якісні економічні перетворення в Україні пов'язані з такою категорією суспільних відносин, як *економічна свобода*. Економічна свобода є індикатором ринковості економіки, тобто мірою того, наскільки доступна можливість діяльності на добровільних засадах [315]. При високому рівні економічної свободи в демократичному суспільстві економічні трансформації будуть мати високі результати, високий рівень ефективності досягнення цих результатів. Ринкова економіка передбачає надання господарюючим суб'єктам економічної свободи, що тісно поєднується з економічною відповідальністю [316]. Ця економічна категорія базується на чіткому дотриманні законодавства при реалізації всіх відносин в економічній сфері діяльності.

### ***Освітні трансформації***

Поняття «трансформація», включає в себе фундаментальну, структурну, довготривалу, якісну переробку *освітньої* системи із запровадженням інновацій [317]. Трансформації, які відбуваються в освітній сфері діяльності мають забезпечити покращення рівня освіченості та обізнаності населення. Суспільство з такими розвинутими якостями є рушійною силою розвитку держави.

Трансформація мислення як мета освітніх практик вимагає розміщення власного досвіду студентів у центрі викладання та включає в себе обмін знаннями та авторитетом зі студентами [318]. Одним з основних завдань освітніх трансформацій є забезпечення змін мислення кожного члена суспільства. Розширення знань загального та спеціального характеру, розвиток критичного

мислення загалом, формування громадянської відповідальності, можливість навчатись протягом життя є завданнями, які реалізуються в ході освітніх змін.

### *Економіка і освіта*

Економічна та освітня сфери діяльності суспільства є важливими елементами для розвитку держави. Економіка та освіта є основою для ефективного існування та функціонування інших сфер суспільної діяльності. Трансформації в економіці та освіті є необхідними та обов'язковими процесами для постійного розвитку, покращення та вдосконалення цих сфер діяльності суспільства. Економіка і освіта тісно пов'язані між собою.

Отже, внесок освіти в економічне зростання полягає в тому, що: вона наділяє робочу силу продуктивними знаннями, сприяє нарощенню нових знань людини, стимулює процес продукування нових ідей та їх реалізації [319].

Особливою категорією в будь-якому трансформаційному процесі займає інноваційність, вона є результатом змін. «...термін інновація також може використовуватися для змін, які є новими для місцевого контексту, навіть якщо внесок у глобальні межі знань є незначним» [320]. Інноваційність є ознакою розвитку, який потребує регулярних трансформацій, в усіх сферах діяльності суспільства, в тому числі в економіці й освіті.

Формування інноваційного суспільства та інноваційної економіки слід розглядати через концепцію «трикутника знань», в рамках якої інтегровано основні три складові такої суспільної формації: освіта, дослідництво та інновації, розвиток яких дозволить вирішувати проблеми технологічного, освітянського та ментального характеру [323]. Отже, розвиток та стабільність економіки нерозривно пов'язані з розвитком та інноваційністю в освітній сфері діяльності.

Інноваційність соціально-економічного розвитку є важливою передумовою забезпечення його конкурентоспроможності, впровадження нових технологій виробництва [234]. Такі технології здатні забезпечити високий виробничий результат організацій, що позитивно позначається на рівні суспільного життя в середині країни та формуванні розвинутої держави на міжнародному рівні.

Вища освіта завжди поєднувалась із науковими дослідженнями, бо вони є одним із основних чинників економічного розвитку країни [325]. Взаємопов'язаність та взаємозалежність економіки і освіти є беззаперечною. Трансформації, які відбуваються в цих сферах діяльності є необхідними для розвитку економіки та освіти на локальному та державному рівнях.

### *Резильєнтність*

Стійкість будь-якої сфери діяльності до кризових викликів сьогодення є необхідною властивістю організаційних систем при сучасному динамічному темпі розвитку суспільства країни. Розглянемо особливості резильєнтності в економічній та освітній сферах діяльності. Результати дослідження представлені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 - Особливості резильєнтності економічної та освітньої сфер діяльності суспільства.

Економіка	Освіта
1. Резильєнтність (стійкість) визначається як здатність економіки зменшити ймовірність подальших глибоких криз або принаймні пом'якшити наслідки кризи. [326].	1. Складові індексу стійкості - соціальний розвиток - Освіта. Освіта, яка вимірюється рівнем грамотності дорослого населення та коефіцієнтом охоплення школою, вважається хорошим показником соціального розвитку. Вважається, що освіта тісно пов'язана з соціальним прогресом і, отже, вказує на соціальну тканину, яка сприяє економічній стійкості [327].
2. Ми концептуалізуємо регіональну економічну стійкість як здатність регіону успішно відновлюватися після потрясінь своєї економіки, які або перешкоджають шляху її зростання, або мають потенціал до цього, але насправді не роблять. [328].	2. Резильєнтність перетворюється на базову властивість сучасної конкурентоспроможної в глобальному освітньому просторі системи вищої освіти загалом та вищих навчальних закладів зокрема [329].
Поєднання економіки та освіти	
3. Ідея стійкості стосується здатності об'єкта або системи «пружно відновлювати форму та позицію» після збурення чи збою якогось роду. Більшість вживань цього терміну в регіональних або міських додатках посилаються на цю ідею здатності місцевої соціально-економічної системи відновлюватися після шоку або зриву [330].	

Як видно з таблиці 8.1, розвиток економіки і освіти в країні залежить від рівня резильєнтності до кризових явищ в цих сферах діяльності. Підвищення рівня

стійкості до сучасних викликів в світі та в середині держави стає завданням кожної організації, яка прагне до розвитку та ефективної діяльності.

### ***Управління стійкістю (резильєнтний менеджмент)***

З одного боку, трансформаційні процеси, які відбуваються в економіці і освіті сприяють розвитку цих сфер діяльності. З іншого боку, трансформації дестабілізують стан економіки та освіти на певний період часу до повної інтеграції певної зміни системи.

Управління стійкістю також може допомогти організації досягти успіху після будь-якої кризи, зробивши стійкість частиною повсякденних операцій і допомагаючи організаціям ефективно справлятися з сильними стресовими кризовими ситуаціями [331]. Ефективний резильєнтний менеджмент здатен мінімізувати негативні аспекти трансформаційних процесів в організаціях. Забезпечення високого рівня резильєнтності організаційної системи є завданням резильєнтного менеджменту.

Стійкі лідери та організації часто живуть за набором цінностей і моральних принципів, які сприяють цілісності та силі під час лиха. Тобто на практиці розвиток резильєнтності організації може реалізувати менеджер з якостями лідера, який здатен забезпечити умови стабільної та ефективної діяльності організації. Висока задоволеність роботою та низька плинність кадрів є критичними умовами для досягнення та підтримки стійкості організації [332].

Розвинуті комунікаційні зв'язки менеджера з підлеглими та партнерами [333] є основою для формування резильєнтності організації. Формування стійкого колективу, члени якого є вмотивованими та націленими на досягнення ефективних результатів в роботі, є основним інструментом менеджера, який здатен створити стресостійку організацію. Резильєнтність керівництва покращує культуру роботи, яка досягає цілей місії в умовах труднощів, невизначеності та змін, одночасно сприяючи благополуччю команди [334].

Сучасні сфери діяльності суспільства постійно розвиваються та вдосконалюються. Такі динамічні процеси можливі завдяки трансформаційним змінам, що відбуваються в кожній сфері діяльності країни.



Стабільний економічний та освітній розвиток суспільного життя є важливими елементами покращення рівня життя населення та формування сучасного цивілізованого простору. Економіка і освіта тісно пов'язані між собою та іншими суспільними сферами діяльності. Розвиток економічного стану та підвищення рівня освіти забезпечують ефективну діяльність в усіх сферах життєдіяльності населення.

Формування стійкості організацій під час трансформаційних процесів є завданням ефективних керівників. Підвищення рівня резильєнтності та стабільність в роботі можливо забезпечити шляхом ефективної комунікації керівника з підлеглими та партнерами. Одним із підходів до побудови системи лідерства є мережевий підхід, коли лідер та команда утворює мережу на базі компетнцій, а не різниці у владі. Саме обмін компетенціями та швидке реагування є запорукою розвитку резильєнтності в організаціях.

## **8.2 Дорожня карта регуляторних інтервенцій для масштабування моделі інституційного партнерства провайдерів освітніх послуг з метою підвищення резильєнтності місцевого / регіонального соціально-економічного розвитку**

Пріоритетним напрямом регіонального соціально-економічного розвитку на сучасному етапі розвитку є забезпечення їх резильєнтності як їх стійкої здатності використовувати наявні ресурси (людські ресурси, енергія, зв'язок, транспорт, харчові продукти тощо), щоб реагувати, адаптуватися або протистояти та відновлюватися після несприятливих ситуацій різноманітного походження (рис. 8.1).



Рисунок 8.1 – Підходи до розуміння поняття резильєнтності місцевого / регіонального соціально-економічного розвитку

Резильєнтність регіону є фактором соціально-економічного добробуту та визначається особливостями способів господарювання, що поєднуються з ефективним управлінням ресурсами, в тому числі людськими. Економічні практики, притаманні регіонам, визначаються соціальними механізмами, правилами, цінностями людей.

В умовах повномасштабної військової агресії рф резильєнтність регіонів стикається зі значною кількістю загроз, що зменшуються їх спроможність реагувати, адаптуватися або протистояти та відновлюватися.

Ключові загрози наразі генеруються в такому факторі забезпечення резильєнтності регіонів, як людський потенціал. Вони є як прямими «втратами серед мирного населення, а також значною кількістю поранених і травмованих осіб» [335] серед мирного населення та військових; «... збільшення інтенсивності міграційних процесів і зростання кількості біженців, внутрішньо переміщених осіб, евакуйованих громадян»; спад економіки, і як наслідок, зниження якості життя населення та рівня його доходів і соціального забезпечення (як правило це призводить до відтоку кваліфікованих кадрів за кордон і погіршення якості людського й соціального капіталу, знижує ефективність їх використання тощо» [336].

До непрямих втрат Залознова Ю. та Азьмук Н. відносять «... потенційні втрати в освітній сфері, зокрема недостатній рівень інвестицій у людський капітал внаслідок руйнування освітньої інфраструктури, не надання освітніх послуг в повному обсязі, неможливість долучитися до їх отримання всіх учасників освітнього процесу» [334].

Водночас саме забезпечення зростання рівня людського капіталу є вирішальним для забезпечення інноваційного розвитку, продуктивності факторів виробництва та збалансованого розвитку соціальної, виробничої, екологічної підсистем регіону.

З точки зору фактору підвищення резильєнтності місцевого / регіонального соціально-економічного розвитку освіта представлена освітніми послугами та освітніми сервісами, що супроводжують процес надання послуги (консалтинг, супровід, інформаційне обслуговування, експертиза якості освіти та інші). Однак зміст освітньої послуги не вичерпується лише ними. Її цільовою функцією є досягнення таких необхідних результатів, що забезпечують формування навичок, необхідних для працевлаштування в умовах переходу на шостий технологічний уклад та пов'язаного з цим застосування як наявних, так і нових технологій

Індустрії 4.0 (інтернет речей, штучний інтелект, аналітика великих даних, робототехніка, хмарні обчислення, віртуальна та доповнена реальність та інші).

Якісна освітня система підвищує рівень інклюзії індивідуумів, зміцнює резильєнтність громад, одночасно стимулюючи економічне зростання в них таким чином, щоб посилювати та прискорювати ці процеси. У довгостроковій перспективі лише якісна освіта може змінити систему цінностей громадян так, щоб вони добровільно підтримували та просували принципи сталого розвитку.

Зміцненню резильєнтності регіону також сприяє відкритість сфери освіти широкому соціальному впливу: розширення кола провайдерів освітніх послуг, посилення її практикоорієнтованої спрямованості, інтеграція змісту освіти [335].

Отже, розвиток освіти є одним з найважливіших напрямків підвищення резильєнтності регіонального розвитку.

У теоретико-методологічну основу формування дорожньої карти регуляторних інтервенцій має бути покладена модель інституційного партнерства (МПП). Це обґрунтовується тим, що відповідно до стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2021-2031 рр. до пріоритетних принципів, які визначатимуть концептуальну модель вищої освіти в Україні, належить принцип партнерства.

Партнерство в освіті є «провідним механізмом забезпечення належного рівня якості освіти та освітньої діяльності, що передбачає особливу взаємодію освітніх установ з бізнесом, соціальними інститутами, державними установами, та іншими стейкхолдерами, що ставить за мету узгодження, дотримання інтересів учасників освітнього процесу та досягнення освітньої мети» [335].

Систематизувавши напрацювання науковців у цій сфері, ми вважаємо, що у найбільш загальному вигляді МПП відбиває відповідну логіку діяльності провайдерів освітніх послуг, і є формалізованою стратегічною системою, що збалансовує їх взаємовідносини з усіма зацікавленими особами у трикутнику «держава, бізнес, суспільство» в поєднанні з усіма елементами та системами, що забезпечують надання якісних освітніх послуг для вирішення завдань розвитку території (місцевий / регіональний соціально-економічний розвиток), формування людського капіталу у всіх формах; підвищення рівня професійної та загальної

підготовленості випускників (спілкування, соціальний досвід, саморозвиток) як предмета попиту роботодавцями, у тому числі й можливостей своєчасного та цілеспрямованого формування нової виробничої еліти для підприємств та сфери бізнесу.

Як вибір типу МПП визначається цілями, для досягнення яких вона реалізується, характеристиками учасників моделі, рівнем освіти, ресурсним потенціалом учасників тощо. Для цього необхідним є формування класифікації МПП, що сформує методологічне підґрунтя для застосування відповідного управлінського інструментарію.

Базовою ознакою для класифікації МПП є основні напрями реалізації партнерства, якими є:

- підвищення якості системи освіти як базисної особливості соціального партнерства в сучасних умовах ринку праці та освітніх послуг через підвищення якості підготовки випускників навчальних закладів;
- впровадження нових форм та технологій освіти та професійного орієнтування здобувачів освіти;
- впровадження ефективних програм розвитку соціальних компетентностей, необхідних для успішного працевлаштування молоді на ринку праці;
- створення умов для включення здобувача освіти у нові види діяльності та забезпечення його законних прав та інтересів;
- спільну діяльність зі зняття соціальної та соціально-економічної депресивності територій, забезпечення їх сталого та безпечного розвитку;
- відтворення всіх форм капіталу в конгломерації як умова «виживання» та успішного конкурування провайдера освітніх послуг в умовах ринкової економіки з одного боку, та забезпечення потреб у соціальній сфері, економіці, державному та громадському управлінні (співправлінні та самоврядуванні), з іншого;
- розвиток соціального партнерства через удосконалення процесів розробки та прийняття спільних рішень, стимулювання створення та реалізації освітніх та інших соціальних ініціатив;

- розвиток системи соціальних практик з метою залучення роботодавців та інших замовників, фахівців до соціального партнерства та організації професійної освіти з метою задоволення потреб ринку праці.

Поглиблена класифікація передбачає поділ МПП за рядом ознак, що є важливими з точки застосування інструментарію розробки та реалізації дорожньої карти регуляторних інтервенцій.

До першої групи пропонуємо включати ознаки, пов'язані з характеристиками учасників МПП:

- залежно від рівня освіти: МПП за наступними сферами: дошкільна освіта, основна середня (повна) загальна, додаткова, середня, вища професійна та післядипломна освіта;

- за масштабом: глобальні, макроекономічні, мезоекономічні МПП;

- за моделлю формування учасників: білатеральні прості та мережеві прості МПП.

Друга група передбачає ознаки, пов'язані з характеристиками освітніх послуг:

- за типом освітніх послуг виділяють МПП для надання послуг загальноосвітніх установ, установ спеціальної освіти, установ додаткової освіти, установ початкової, середньої, вищої професійної, післядипломної освіти, установ освіти дорослих.

- за кількістю дій у ланцюгу створення ціннісної пропозиції освітньої послуги виділяють білатеральні складні МПП та мережеві складні МПП.

Третя група включає ознаки, що характеризують особливості партнерства в моделі, а саме:

- домінуючий тип відносин у МПП: коопераційно-коопетиційна (домінування кооперації), збалансована (співпраця та конкуренція проявляються однаковою мірою в межах наявної взаємодії); конкурентно-коопетиційна (проявляється більше конкурентних відносин, ніж співпраці);

- рівень створення партнерства: МПП, що передбачають побудову вертикальних зв'язків (держава, регіон, громада), та МПП, що передбачають

побудову горизонтальних зв'язків, які реалізуються на місцевому / регіональному рівнях;

- тип ресурсу, який вноситься суб'єктом інституційного партнерства. Основним ресурсом партнерства є людський капітал (знання), допоміжними – фінансові, матеріально-технічні, інформаційні ресурси, процеси та компетенції, необхідні для створення ціннісних пропозицій для споживачів.

У МПП провайдери освітніх послуг надають свої ресурси різних типів (кадрові, матеріально-технічні та інші) для максимально ефективного надання освітніх послуг та створення ціннісної пропозиції.

Якщо у рамках МПП як організація-партнер виступає не провайдер освітніх послуг, то як ресурси як правило розглядаються ті види їх діяльності, які відповідають специфіці освітньої послуги, підвищують її ефективність та конкурентоспроможність. При цьому ці ресурси (кадрові, виробничо-технологічні, організаційно-управлінські, цифрові та інші) не можуть бути відтворені провайдером освітніх послуг, який здійснює освітню діяльність.

Зауважимо ще раз, що ресурсний внесок визначає не тільки ієрархію, а й напрями партнерства як добровільної взаємодії для досягнення загальної мети. Таким чином, ресурси, що вкладено в партнерство, визначають і його напрями, у чому проявляється взаємодія суб'єкта, об'єкта та можливість спільної діяльності.

Отже, МПП мають охоплювати всю систему освіти незалежно від типу, виду, напрями підготовки, консолідуючи навколо провайдерів освітніх послуг зусилля та можливості всіх зацікавлених в їх діяльності та результатом осіб. Комбінуючи зазначені вище класифікаційні ознаки, можливо формувати матрицю можливих видів МПП.

Роль держави в МПП полягає у формуванні регуляторного середовища, яке сприятиме досягненню поставлених перед нею цілей з мінімальними витратами, мотивуватиме до їх створення та розвитку. У підсумку це сформує основу для досягнення цілей системи освіти.

Регуляторний вплив – це наслідок осмислених процесів зміни ринку для забезпечення сталості відносин учасників, досягнення компромісу їх інтересів (рис. 8.2).

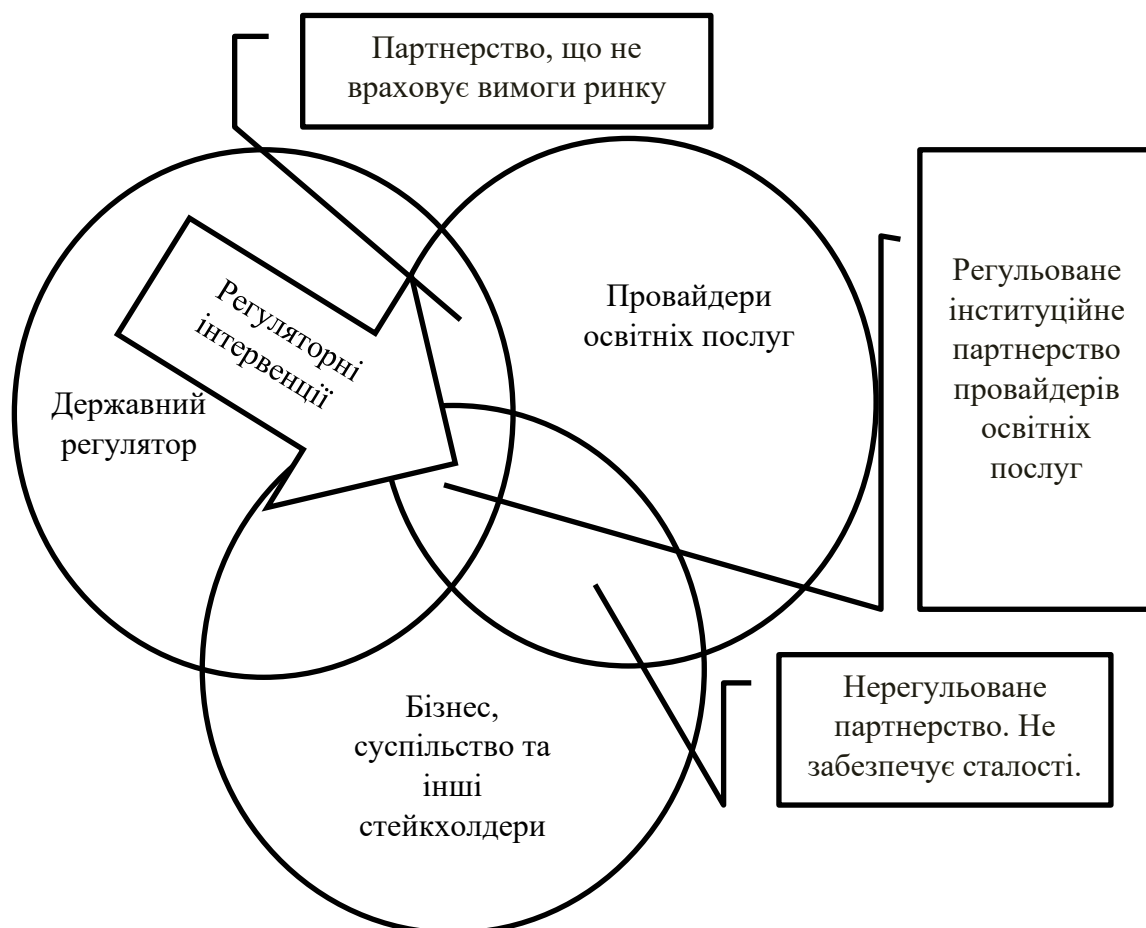


Рисунок 8.2 – Регульоване інституційне партнерство провайдерів освітніх послуг

Основою регуляторних інтервенцій є об’єктивна потреба освітнього ринку у забезпеченні цілісності. При цьому конфігураторами ринку виступають економічні суб’єкти, які мають фактичну можливість впливати на нього та брати участь у формуванні ринкового порядку, такі як:

- провайдери освітніх послуг – освітні установи, які безпосередньо надають освітні послуги кінцевим споживачам;



- постачальники ресурсів – компанії та державні інституції, які надають провайдерам освітніх послуг ресурси різного типу, цифрові продукти, сервіси та рішення, підсилюючи їхню ціннісну пропозицію та якість освітніх послуг для споживачів;

- держава в особі органів державної влади та управління (Комітет Верховної ради України, Міністерство освіти і науки України, ДСЯО, НАЗЯВО), які створюють правила взаємодії провайдерів освітніх послуг та контролюють їх дотримання;

- експертне середовище – різноманітні інституції (ЗМІ, консалтингові компанії, міжнародні донори, бізнес-асоціації та асоціації роботодавців, галузеві об'єднання), які своїми сервісами та рішеннями створюють підґрунтя для підвищення якості освітніх послуг та ефективності функціонування провайдерів освітніх послуг;

- інші стейкхолдери.

При цьому слід наголосити на тому, що кожен з них прагне впливати на ринок освітніх послуг в силу своєї життєздатності, потужності, конкурентоспроможності.

Держава в силу інституційних особливостей своєї присутності на ринку (представляючи на ньому суспільство як єдине ціле та володіючи ключовими функціональними повноваженнями дій від імені суспільства) постає не лише як конфігуратор ринку, а і як його регулятор, забезпечуючи сталість ринку. Напрями та сила впливу провайдерів визначається загальною схемою, механізмом, що задається державою як регулятором.

Важливим у контексті цього є розробка такого типу регуляторних інтервенцій, що полягають у стимулюванні розвитку та заохочують інновації в освіті та сприяють на цій основі підвищенню резильєнтності на місцевому / регіональному ринку так і на рівні держави.

Узагальнивши зазначене вище, пропонуємо Дорожню карту регуляторних інтервенцій для масштабування МПП провайдерів освітніх послуг з метою

підвищення резильєнтності місцевого / регіонального соціально-економічного розвитку, наведену на рисунку 8.3.

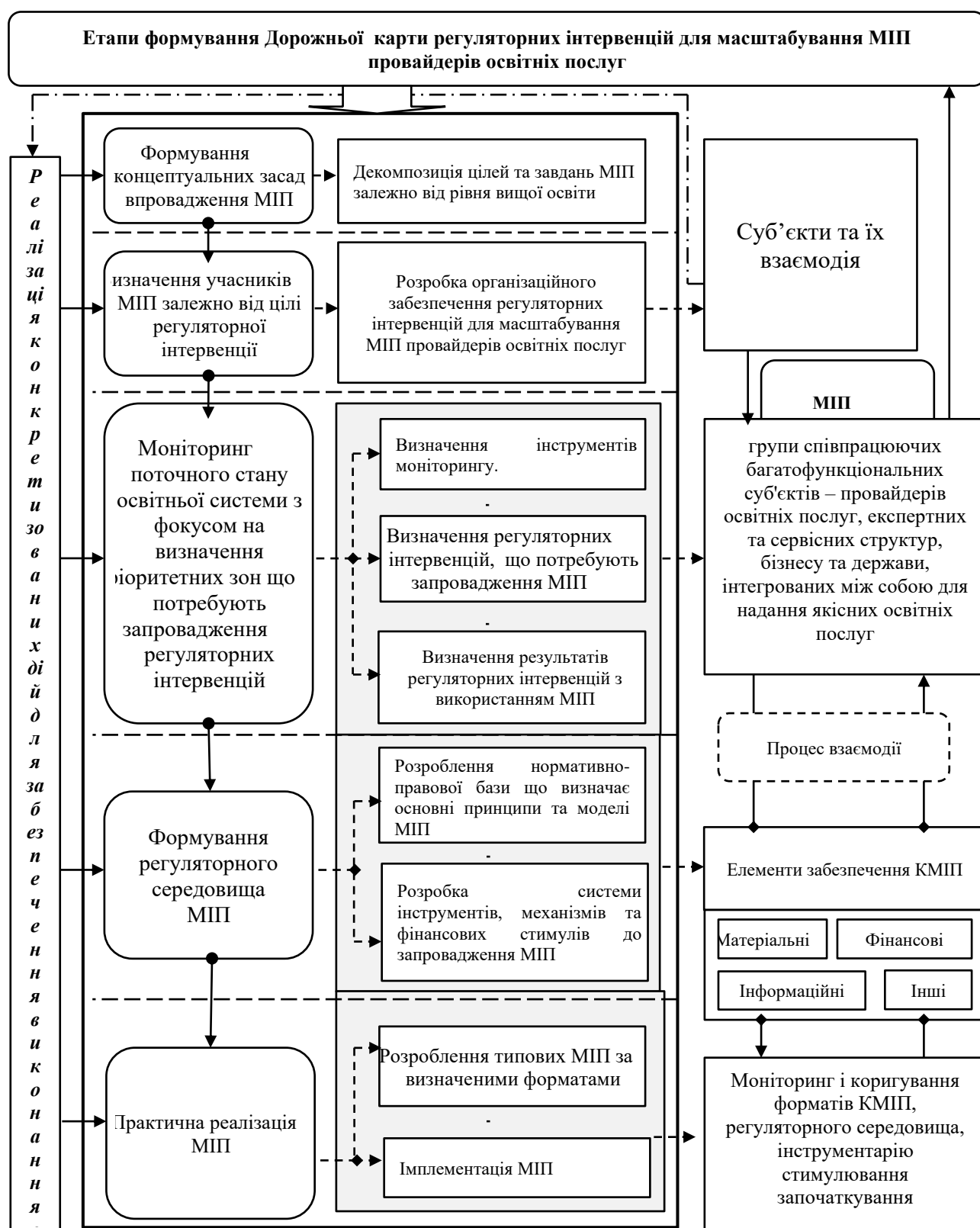


Рисунок 8.3 – Етапи формування Дорожньої карти регуляторних інтервенцій для масштабування МПП провайдерів освітніх послуг

Для посилення на місцевому рівні впливу освіти на підвищення резильєнтності регіону потрібно:

- на рівні регуляторних органів проводити вивчення потреб місцевого населення та сприяти поширенню пропозицій на освітні послуги, що має попит на ринку;

- сприяти просуванню європейських цінностей та цілей сталого розвитку серед представників місцевої спільноти, в тому числі з використанням ресурсів соціального партнерства.

- стимулювати освітні соціально значущі ініціативи на користь покращення якості життя, що своєю чергою сприяє підвищенню резильєнтності регіону.;

- на регуляторному рівні підтримувати взаємодію закладів освіти з місцевими підприємствами та організаціями, органами влади (сільради, підприємці та інші стейкхолдери);

- формувати інклюзивно-орієнтоване освітнє середовище шляхом особистого потенціалу учасників соціального партнерства, інтеграції методичних та дидактичних ресурсів, створення цифрової інфраструктури.

### **8.3 Модель синхронізації економічних та освітніх трансформацій із компонентами національної безпеки**

Потужність економічної, освітньої та цифрової трансформації багато в чому визначає стан національної безпеки країни, особливо її економічної, соціальної та інформаційної складових, і навпаки. Їх синхронізація та узгодженість визначається двосторонніми відносинами між загальними системами (наприклад, економічні зміни в комплексі впливають на загальний стан економічної безпеки) та їх окремими каналами (рис. 8.4).

Ці взаємозв'язки найкраще зрозуміти та пояснити можна шляхом визначення каналів, через які відбуваються зміни та є можливість розпізнати загрози

національної безпеки. Сутнісні характеристики цих каналів, навпаки, найбільш чітко і точно характеризуються показниками їх кількісної оцінки. Варто зазначити, що ці показники можна використовувати для одночасної оцінки каналу безпеки окремих економічних змін, так і каналу поширення загроз національній безпеці.

Таким чином, економічні зміни можна забезпечити через такі канали:

- галузевий канал – характеризується часткою внеску кожної галузі (сільське господарство, промисловість, виробництво, послуги) у формуванні доданої вартості;

- енергетичний канал – показує співвідношення обсягів виробництва електроенергії з різних джерел (вугілля / вода / природний газ / нафта / атомна енергія / відновлювані джерела енергії);

- соціальний канал – відображає соціальні характеристики розвитку економічних процесів (зв'язок між рівнем оплати праці, структурою зайнятості різних галузей, урбанізаційними особливостями населення);

- інвестиційний канал – відображають зміни інвестиційної діяльності;

- бізнесовий – описує макроекономічні характеристики, які мають найбільшу важливість та відображають стан бізнес- середовища в країні (зростання ВВП; інфляція; кількість створених нових підприємств).

Всі описані вище канали утворюють унікальну систему, що відбиває основні напрями економічної трансформації. З одного боку, ці канали утворюють єдину систему, вони виступають елементами, що доповнюють один одного. З іншого боку, вони знаходяться між собою в діалектичному зв'язку, тобто зміна параметрів кількісної оцінки одного каналу може запускати в дію механізми передачі та призводити до ланцюжкових перетворень серед інших.

Економічні зміни тісно пов'язані з рівнем економічної безпеки. Зазначені відносини також можуть характеризуватися діалектичними взаємодіями багатоскладового та поелементного характеру (між кожним окремим каналам). Зокрема, можна зазначити, що економічна безпека загалом виникає під впливом

ряду економічних трансформацій, що пояснює значну схожість їх структурних елементів та кількісних показників їх оцінки. Зміна загального рівня економічної безпеки може певним чином змінити спрямованість та інтенсивність окремих економічних перетворень. З іншого боку, висока інтенсивність окремих трансформаційних процесів, зумовлена впливом умов позаекономічного характеру, може суттєво впливати на загальний стан економічної безпеки або стабільність їх окремого русла з часовим розривом або без нього.

Тому пропонується виокремити такі канали поширення загроз економічній безпеці країни:

- інноваційний канал – визначає потужність інноваційної діяльності суб'єктів економічних відносин і може бути кількісно визначений за такими показниками: патентні заявки; заявки на товарні знаки; кількість дослідників / кошторисні витрати на дослідження та розробки; розгортання інноваційних процесів у великих масштабах може, з одного боку, виступати рушієм якісних змін в економіці, сприяти більш раціональному використанню ресурсів, підвищенню продуктивності праці та інших супутніх процесів, а з іншого – інновації також не завжди працюють і не завжди швидко окупаються, а тому цей канал може сприяти передачі шоків і деструктивних процесів, пов'язаних із слабким розвитком інновацій та їх нереальністю;

- інституційний канал – показує ефективність діяльності державних інституцій, від важливості якої залежить загальна якість роботи державних органів. Її можна оцінити за допомогою таких показників: ефективність уряду; легкість ведення бізнесу; нормативна якість; боротьба з корупцією. Висока ефективність інституційного середовища може певною мірою збалансувати та амортизувати шоки та загрози економічного характеру, дію яких активізували певні суб'єкти економічних відносин. З іншої сторони, низька ефективність інституційного середовища може стати каталізатором тих загроз, з якими найімовірніше зіткнуться суб'єкти господарювання, тому стан інституційного середовища часто може

відігравати роль як рушійною силою, так і гальмом розвитку загроз економічній безпеці;

- енергетичний канал – визначає параметри енергетичної незалежності держави та її важливості для галузі; її можна оцінити такими кількісними показниками як: кількість енергоємності первинної енергії; Енергоспоживання (кг нафтового еквівалента на жителя); споживання відновлюваної енергії (% від загального кінцевого споживання енергії); такий канал поширення концепції енергетичної безпеки є особливо актуальним в Україні, оскільки висока енергетична залежність країни від джерела енергії та її постачальника є елементом маніпуляцій, а отже, енергетичний сектор країни повинен розвиватися в умовах диверсифікації; електроенергетика може виступати джерелом передачі екологічних і техногенних загроз і є стратегічно важливим вектором для енергетичного сектору, де спостерігаються зміни пріоритетів з традиційних джерел енергії на альтернативні, що є більш прийнятним для навколишнього середовища;

- інвестиційний канал – відображає вірність інвестиційної активності підприємців і може бути кількісно визначений за такими показниками: експорт/імпорт товарів і послуг; чистий приплив/відтік прямих іноземних інвестицій; інвестиційна діяльність, спрямована на пом'якшення розвитку загроз економічній безпеці країни, також має бути диверсифікованою за типом інструментів інвестування, напрямом інвестування, а також географічними особливостями (вважається справедливим як для вхідних, так і для вихідних інвестицій); ігнорування цих рекомендацій може призвести до концентрації капіталу з однієї країни в іншу, створюючи можливості для додаткових маніпуляцій та втручання (встановлення правил ведення бізнесу власниками ПП тощо);

- борговий канал – характеризує рівень впливу запозичень на економічну безпеку та може бути кількісно визначений за допомогою таких показників: чисті державні позики; борг загального державного управління; рекомендації, які відповідають Маастрихтським критеріям, стверджують, що питома вага боргу

державного сектору не повинна перевищувати 60% ВВП, інакше це збільшить ризик залежності від боргу державного сектору та може призвести до неплатоспроможності. Також зазначимо, що при отриманні кредитів для покриття операційних і стратегічних зобов'язань держави також слід враховувати принцип диверсифікації, оскільки надмірна залежність від боргу одного кредитора створює додатковий ризик порушення безпеки та економічних можливостей держави, а разом з цим – маніпулювання державним кредитором; при цьому важливою умовою отримання кредиту є переважне використання цих кредитів не для фінансування поточних цілей споживання, а для фінансування стратегічних проектів із певною прибутковістю, що дозволяє створити певну фінансову базу для покриття використання кредитів та кошти на обслуговування боргу.

Наступна секція зв'язків характеризується причинно-наслідковим зв'язком між економічними та освітніми змінами, а саме: якісна трансформація основних принципів ведення бізнесу, зміна співвідношення між рівнями значимості окремих секторів економіки тощо призводить до супутніх змін в освітній сфері освіти, які в першу чергу впливають на популярність окремих освітніх програм та на напрями навчання. З іншої позиції, якість підготовки майбутніх спеціалістів залежить від якості навчального процесу та ступеня синхронізації навчальних програм із потребами роботодавців, що неминуче позначається на ефективності ділових стосунків із їх працевлаштуванням. Отже, існує причинно-наслідковий зв'язок між освітніми та економічними змінами.

Загалом, педагогічні зміни мають бути рушієм змін, які є доречними на конкретному рівні реалізації освітнього процесу. Тому в освіті можна виділити такі канали поширення змін:

- дошкільна освіта – знижує рівень освіти в дитячих садках та інших дошкільних закладах, що можна описати за допомогою таких кількісних показників: державні витрати; державне співфінансування на одного учня та відсоток населення, охопленого дошкільною освітою;

- початкова освіта - характеризує зміни в початковій школі (1-4 класи) за такими параметрами, як державні витрати/державна підтримка на учня; % населення та робоча сила з початковою освітою;

- середня освіта - об'єднує 5-12 класи. Процеси трансформації, що відбуваються серед учнів у класі, відповідно до таких параметрів, як: державні витрати; державне фінансування на одного учня; % населення/ та робоча сила із середньою освітою;

- вища освіта – характеризує зміни серед студентів і може бути кількісно визначена за допомогою таких показників: державні витрати; державна підтримка на одного студента; частка населення чи робочої сили з вищою освітою; % випускників у галузі сільського господарства, гуманітарних наук, бізнесу, освіти, інженерії, медицини, математики, послуг, суспільних наук;

- мобільність – внутрішня та зовнішня міграція студентів.

Визначення підходу до вибору каналів освітніх змін через освітні рівні дає змогу виявити проблемні взаємозв'язки в освітньому процесі та скорегувати напрями державної політики, враховуючи всі виявлені закономірності.

Освітні зміни досить тісно пов'язані із соціальною безпекою економіки яку запропоновано характеризувати у розрізі наступних каналів дисемінації загроз її порушення:

- трудовий канал – характеризує динаміку та закономірності розвитку ринку праці, а також якісні показники робочої сили. Сюди входять: частка робочої сили; частка робочих місць під загрозою; рівень безробіття; продуктивність праці на одну особу. Зазначені ризики не лише впливають на соціальні сфери ринку, якість та працездатність робочої сили, а й тісно пов'язані з інтенсивністю економічних та освітніх змін, а також є важливим фактором забезпечення економічної безпеки національної економіки;

- демографічний канал – пояснює поточні загрози, які змінюються через деякі кількісні та якісні характеристики населення країни, такі як: рівень



народжуваності/смертності; зростання населення; віковий коефіцієнт; населення старше 65 років; індекс людського розвитку; важливо зазначити, що розвиток несприятливих демографічних процесів (зміна чисельності населення, висока дитяча смертність, низька тривалість життя тощо) неминуче позначається як на рівні соціальної безпеки національної економіки, так і на економічній безпеці держави, оскільки ставить додаткову навантаження на країни через пенсійну систему, умови зростання витрат на медичне обслуговування тощо;

– педагогічно-медичний канал – зображує процеси розвитку медицини та освіти. Може бути кількісно оцінений за допомогою державних витрат на освіту; півня витрат на охорону здоров'я на душу населення; кількість лікарняних ліжок; кількість збройних сил; чисельність умисних вбивств; через відсутність насильства або тероризму. Наявні загрози з цього каналу також мають потенціал для багатоканальної трансляції в інші сфери та асоціації, а саме: зміни в освіті визначають масштаб загроз, що вивільняються в цьому каналі, але результуючі шоки можуть поширюватися на всі канали економічної безпеки, а також на найменш негативно спровокувати синергію та споживання як двигун економічних змін.

Таким чином, стійка політика національної безпеки повинна мати можливість викликати не лише потенційні загрози, канали економічної чи соціальної безпеки, але й взаємодію між ними, оскільки ця ітерація має великий потенціал деструктивного впливу, що зумовлений явищем негативної синергії.

Результати цієї взаємодії дуже чітко відображені в доповіді Міжнародної організації праці «Економічна безпека для кращого світу» [336], де наголошується, що економічна безпека людей сприяє особистому благополуччю, щастю та толерантності до зростання та розвитку. Зокрема, у звіті містяться результати оцінки країн, у яких проживає понад 85% населення світу, згідно з якими високий ступінь економічної безпеки у поєднанні з демократизацією суспільства та задовільним покриттям державою витрат на соціальне забезпечення є не лише необхідною умовою сталого економічного зростання, але також може сприяти

соціальної стабілізації та забезпеченню соціальних гарантій національної економіки.

Також у звіті зазначено, що економічна безпека все ще недоступна для переважної більшості населення світу, близько трьох чвертей якого живе в умовах економічної нестабільності. Лише 8% населення – менше ніж кожен десятий – проживає в країнах з високим рівнем економічної безпеки. Автори доповіді зазначають, що така несприятлива ситуація значною мірою спричинена процесами глобалізації, а тому основними цілями економічної та соціальної політики країн світу на найближче десятиліття мають бути побудова рівноправного суспільства та вдосконалення інтеграція світової економіки.

Діалектичну єдність економічної та соціальної безпеки можна яскраво проілюструвати основними ідеями доповіді:

- у країнах, які пропонують своїм громадянам високий ступінь економічної безпеки, в середньому вищий ступінь щастя і задоволеності життям жителів, ключовою вимогою для яких є не стільки рівень доходу населення, скільки його достатність, яка дозволяє задовольнити не лише базові, а і всі інші потреби громадян;

- серйозною проблемою сьогодення стає невідповідність професій і форм зайнятості рівню освіти, компетенціям, потребам і бажанням працівників, що призводить до розчарування (сьогодні багато хто вважає, що їхні навички та кваліфікація не відповідають роботі, яку вони повинні зробити). Факт цього підтверджує актуальність взаємозв'язку освітніх змін і соціального захисту економіки;

- результати звіту підтверджують, що наявність у суспільстві демократії та громадянських свобод, збільшення державних витрат на соціальне забезпечення призводять до суттєвого підвищення стану економічної безпеки національної економіки.

Звіт також показує, що для країн, що розвиваються, ступінь економічної безпеки національної економіки обернено пропорційний лібералізації ринку

капіталу, тобто країнам, які розвиваються, було доцільно відтермінувати широкомасштабну лібералізацією ринку капіталу до завершення критично необхідних інституційних трансформацій. Іншими словами, країни повинні відкласти відкриття своїх фінансових ринків, поки вони не матимуть інституційної спроможності впоратися з фінансовими потрясіннями, кризами довіри інвесторів і впливом зовнішніх економічних ситуацій.

Варто зазначити, що експерти зазначають, що при оцінці інституційних змін краще дотримуватись двох принципів. Перший принцип припускає, що інституційні зміни мають захищати права найбільш вразливих верств населення, а другий – стосується того, що ці зміни не повинні бути пов'язані з інтересами окремих стейкхолдерів і не повинні обмежувати інтереси інших суб'єктів.

Слід зазначити, що в умовах інтенсивної цифровізації суспільства та суспільства не можна ігнорувати взаємозв'язок між цифровою трансформацією та інформаційною безпекою національної економіки, а також їх взаємодію з іншими каналами та елементами системи, яка досліджується.

Нижче пропонується поглянути на цифрову трансформацію через призму бізнесу та мережевих каналів. Таким чином, перший з них відображає якісні та кількісні зміни, які відбуваються у сфері купівлі чи продажу товарів і послуг, які мають цифровий характер або тісно пов'язані з ним. Кількісно їх пропонується вимірювати за такими показниками: експорт/імпорт товарів/послуг ІСТ; високотехнологічний експорт; міжнародна торгівля цифровими послугами.

Мережевий канал цифрових перетворень також відображає розвиток підсистеми підтримки цих перетворень і може бути кількісно визначений кількістю банкоматів; кількість користувачів мобільним та стаціонарним телефоном, широкосмуговою мережею, Інтернетом.

Слід зазначити, що між цими двома каналами існує діалектичний зв'язок: з одного боку, розвиток торгівлі товарами та послугами, пов'язаними з цифровізацією, неможливий без розвитку мережі постачання, а з іншого боку, бізнес-процеси для цих специфічних продуктів завжди сприяють більш інтенсивному розвитку мережевої інфраструктури та її модернізації.

Потужність цифрових трансформацій невіддільна від стану інформаційної безпеки, загроза якої має бути формалізована через ділові, мережеві та інституційні канали.

Також пропонується оцінювати торгівельний канал виникнення та поширення загроз інформаційній безпеці за такими показниками: експорт та імпорт товарів і послуг у сфері ІСТ; міжнародна торгівля цифровими послугами; високотехнологічний експорт. Мережевий канал пропонується оцінювати за кількістю банкоматів; кількість користувачів мобільним та стаціонарним телефоном, широкосмуговою мережею, Інтернетом. Інфраструктурний канал треба оцінювати через індекс електронної участі; індекс свободи преси та індекс розвитку електронного врядування.

Безсумнівно, існує зв'язок між потужністю трансформаційних процесів між мереживим та торговельним каналами, та загрозами, що виникають у каналах інформаційної безпеки національної економіки. Водночас слід зазначити, що ці процеси впливають як на зміни в освіті, так і на соціальне забезпечення (розвиток цифрових технологій спричиняє популяризацію та потреби додатково навчати студентів основам інформаційно-комунікаційних технологій).

Згідно з результатами досліджень [337, 338] за останні два десятиліття, вплив цифрових технологій на працевлаштування та специфіку робочого процесу можна охарактеризувати наступним чином: 47% робочих місць США, ймовірно стануть автоматизованими. Наразі, 38% робочих місць США, 35% робочих місць Німеччині, 30% Великій Британії та 21% Японії вже мають високий ризик автоматизації. Аналітики підкреслюють, що до кінця 2016 року 57% робочих місць у країнах ОЕСР можуть бути автоматизовані в найближчі два десятиліття. Дослідження чітко демонструють залежність і зв'язок між розвитком цифрових технологій та змінами на ринку праці, які спричиняють розвиток супутніх загроз через трудовий канал забезпечення соціальної безпеки.

Розвиток цифрової економіки пов'язаний із впровадженням інформаційних інновацій в робочі процеси корпоративних структур. Водночас слід зазначити, що розвиток цифрових технологій в Україні не набув масштабного характеру, а

впровадження цифрових інновацій виникає не спонтанно, а точково та фрагментарно в межах окремих суб'єктів господарювання. Прискорення налагоджених процесів, інтенсифікація розробки нових інформаційних продуктів, активізація імпорту вже існуючих технологій вимагають створення відповідної інституційної підтримки розвитку бізнесу в умовах цифровізації суспільства, що означає важливу роль у цьому процесі успішного інституційного каналу забезпечення інформаційної безпеки країни.

Проте, як зазначалося раніше, з розвитком цифрової економіки з'являються нові загрози, що можуть негативно впливати на економічну безпеку країни. Цифрова трансформація сприяє новій політичній та соціальній взаємодії, радикально змінюючи суспільство та міжнародну економіку. Тенденції до зниження вартості послуг доступу до Інтернету, поширення широкосмугового доступу сприяє використанню нових цифрових технологій. А це призводить до виникнення ризиків, пов'язаних із кіберпростором.

В останні роки великі компанії прискорили темпи своєї цифрової трансформації на основі впровадження передових онлайн-технологій ІКТ, таких як хмарне сховище, великі дані та Інтернет речей. У той же час компанії все ще страждають від масштабних хакерських атак, які є однією з окремих перешкод на шляху реалізації програми цифрової трансформації. Ці атаки показують уразливі місця сучасної кіберінфраструктури, а також наголошують на важливості кібербезпеки як невід'ємної складової стратегії цифрової трансформації бізнесу.

Тому, окрім адаптації економічної діяльності до потреб цифрової економіки, уряду слід приділити максимальну увагу налагодженню ефективних механізмів захисту інформації. Таким чином, бурхливий розвиток цифровізації не лише сприяє покращенню економічної безпеки через активний розвиток малого та середнього бізнесу, а й може призвести до проблем порушення законодавства про безпеку. А це вже може мати негативні соціальні та економічні наслідки.

Треба зазначити, що зміни в медичній сфері можуть призвести до посилення цифрових трансформацій. Крім того, зрозуміло, що в умовах пандемії COVID-19 цифрова трансформація стала пріоритетом для компаній будь-якого розміру. Ця

тенденція зумовлена тим, що цифрові технології в умовах карантинних обмежень допомагають організувати робочий процес співробітників в умовах віддаленого доступу, не втрачаючи ефективності бізнесу та продуктивності співробітників. Однак він також врахував проблемні аспекти, а саме: прогалини в надійності мережевої інфраструктури та хмарних технологій.

З цього можна підсумувати, що за умов цифровізації економіки та суспільства наявний взаємозв'язок між економічною, освітньою та цифровою трансформаціями, а також економічною, соціальною та інформаційною безпекою національної економіки. При цьому вони пов'язані не тільки через складні взаємообумовлені механізми, але і через поелементні (завдяки взаємодії елементів всередині певного каналу). Водночас такі теоретичні залежності потребують кількісної формалізації, яка дає змогу надати основу прийняття зважених управлінських рішень і розробити стратегічні, та оперативні заходи, що стимулюють ті трансформаційні процеси, які є найбільш важливими з точки зору забезпечення національної безпеки.

*Матеріали 5, 6, 7 та 8 розділів звіту використані та опубліковані у звіті: Конвергенція економічних та освітніх трансформацій у цифровому суспільстві: моделювання впливу на регіональну та національну безпеку. Моделювання патернів інституційного партнерства стейкхолдерів для синхронізації економічних та освітніх трансформацій, підвищення резильєнтності, соціальної, економічної та інформаційної безпеки місцевих громад : звіт про НДР (проміжний) /# кер. Т.А. Васильєва. Суми : СумДУ, 2022. 153 с. No 0121U109553 [486]*

## **9. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВИВЧЕННЯ КОНВЕРГЕНТНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ У ЛАНЦЮЗИ «ЕКОНОМІКА – ОСВІТА – НАЦІОНАЛЬНА БЕЗПЕКА – ЦИФРОВІЗАЦІЯ»**

### **9.1 Науково-методичні принципи створення композитних індикаторів оцінки освітніх, економічних та цифрових трансформацій**

Необхідність звернути увагу на змістовні детермінанти та підходи до кількісної оцінки освітніх, економічних та цифрових трансформацій як на теоретичному, так і на практичному рівнях зумовлена інтенсифікацією економічних процесів, розвитком інноваційних технологій, зміною парадигми освітньої діяльності. Важливість врахування закономірностей їх еволюції в процесі розробки та реалізації державної економічної політики зумовлює важливість їх квантифікації та постійного моніторингу.

Важливо зазначити, що протягом останніх кількох десятиліть економічні революції розглядалися лише через призму структурних перетворень – тобто змін у відсотках, які певна галузь вносить у ВВП – при спробі визначити їхні суттєві елементи. Але з часом з'явився ширший погляд на економічні перетворення, який підтримує структурні зміни в контексті доданої вартості галузей шляхом переміщення працівників з низькопродуктивних до високопродуктивних галузей економіки. Спираючись на минулий досвід індустріально розвинених країн, це часто призводило до переходу від сільського господарства до промисловості, а потім до сфери послуг. Слід, однак, підкреслити, що траєкторія структурних змін у кожній конкретній країні визначається низкою унікальних факторів, серед яких ступінь цифровізації економіки, наявність ресурсів, природний капітал, географічне розташування, інституційна спроможність, верховенство права та ефективність державного управління, серед іншого.

Варто звернути увагу, що дослідження в цій сфері потребують подальшого розвитку через еволюційні зміни у способах ідентифікації економічних трансформацій та вимогу забезпечити узгоджену основу для їх оцінки. Зокрема, в науковій літературі та на практиці існує декілька методів змістовної та кількісної формалізації економічних трансформацій. Їх можна конкретно описати як структурні зміни в секторах економіки, тобто як зміни у відносному внеску різних секторів економіки у створення ВВП. Як наслідок, для кількісної оцінки цих економічних зрушень можна використовувати фундаментальний темп зростання або ланцюжок структурних змін. Зокрема, цей метод дозволяє визначити найбільш стратегічно важливі сектори в економічній системі країни, а також встановити специфічні циклічні та трендові закономірності розвитку.

Зростання продуктивності в секторі економіки є ще одним механізмом, який характеризує економічний розвиток, на додаток до структурних змін. Воно може відбуватися двома шляхами:

- алокації трудових і фінансових ресурсів з непрацюючих підприємств певної галузі до працюючих, зокрема у контексті низькопродуктивних та високопродуктивних;

- підвищення продуктивності праці на вже працюючих підприємствах цієї галузі. Цей економічний перехід, на відміну від попереднього блоку, може бути кількісно кодифікований лише через вивчення мікроекономічних аналітичних даних [339].

Однак також можна стверджувати, що деякі економічні зміни є дуже новими, вони пов'язані з Четвертою промисловою революцією та діджиталізацією або цифровізацією промисловості. Фінансіалізація економіки, яка визначається як процес, за допомогою якого фінансові ринки, установи та еліти отримують більший вплив на економічну політику та економічні показники, є одним з найпомітніших її проявів. Вона змінює макро- та мікрофункції економічної системи. Основними наслідками цього є те, що фінансовий сектор стає все більш значущим по відношенню до реального сектору, прибутки реального сектору алокуються у фінансовий сектор, а різниця в доходах і заробітних платах між цими секторами



зростає [340]. З іншого боку, поки що не існує чіткого та узгодженого підходу до кількісної оцінки рівня фінансіалізації економіки. Однак деякі дослідження використовують такі кількісні показники, як співвідношення фінансового сектору до ВВП або річні коливання основних фінансових показників (кредити, депозити тощо). У цьому контексті також важливо зазначити, що більшість емпіричних досліджень фінансіалізації зосереджені на аналізі наслідків зростання та проникнення фінансового сектору в різні сфери економіки та суспільства, такі як економічне зростання, зайнятість, нерівність і демократія.

Діденко та Сідельник [341] аналізують вплив змін у страховому секторі для визначення впливу фінансіалізації на економічні процеси. В результаті емпіричного дослідження вони приходять до висновку, що існує тісний зв'язок між зростанням страхового ринку та економічним розвитком. Автори відзначають, що азійські країни, такі як Китай, Сінгапур, Тайвань і Таїланд, які демонструють швидке економічне зростання, поступово стають провідними у сфері страхування. Крім того, вони підкреслюють, що вплив діджиталізації, глобалізації та конвергенції сегментів фінансового сектору призводить до помітних трансформацій в організаційних та функціональних процесах страхового ринку. Отже, можна зробити логічний висновок, що взаємозв'язки між елементами ланцюжка "економічні трансформації - фінансіалізація - цифрові трансформації" є двонаправленими.

Дослідження взаємозв'язку фінансових та економічних трансформацій, яке провів Кайя [342], акцентуючи увагу на виявленні змін, що відбулися у фінансовому секторі під впливом конкретних макроекономічних детермінант. Згідно з результатами емпіричного аналізу, було визначено, що країни із середнім та низьким рівнем доходу є більш уразливими до економічних та фінансових коливань та шоків порівняно з країнами із високим рівнем доходів, через нерозвиненість їх фінансових ринків. Отже, закономірним стає висновок, що покращення макроекономічної ситуації у країні призводить до інтенсифікації розвитку фінансового ринку. Одночасно автор визначив, що для країн із високим рівнем доходу більш ризиковою є монетарна політика, при якій центральний банк

країни використовує свої активи для забезпечення стабільності банківської системи. Емпіричні обчислення також підтверджують, що країни, які не є членами Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), мають більшу вразливість до макроекономічних шоків порівняно з країнами-членами ОЕСР. Проте останні, з свого боку, відрізняються меншою інтенсивністю розвитку фондових ринків та мають значно меншу частку боргових цінних паперів в інвестиційних портфелях порівняно з іншими країнами.

Таким чином, можна говорити про взаємозв'язок між фінансовим та економічним розвитком. З одного боку, економічне зростання стимулюється прискоренням розвитку фінансового ринку в цілому та окремих його складових. З іншого боку, стійке зростання індустрії фінансових посередників вимагає як макроекономічної стабільності, так і високого рівня добробуту населення.

Цифровізація економічної діяльності є важливою складовою сучасного економічного розвитку. Співвідношення готівкового та безготівкового обігу в нинішніх умовах суттєво змінилося, а кількість транзакцій, що здійснюються онлайн та за допомогою мобільного банкінгу, зросла порівняно з тими днями, коли люди відвідували фізичні офіси фінансових установ.

Однак важливо пам'ятати, що серед економічних змін, які є найбільш актуальними на даному історичному етапі та необхідними для довгострокового, сталого економічного зростання, можна виділити наступні характеристики:

- інвестиції в людський капітал та заохочення ефективного розподілу ділових і людських ресурсів - переміщення їх із секторів з низьким потенціалом створення доданої вартості до секторів з високим потенціалом - підвищать продуктивність праці;
- заохочення використання новітніх технологій та їх модернізації;
- покращення якості корпоративного середовища;
- для підвищення її конкурентоспроможності та зміцнення якості інституційного середовища диверсифікація економіки є як горизонтальною, так і вертикальною, що допомагає економічній системі країни краще протистояти

нестабільним зовнішнім шокам, таким як різкі спади у світовій економіці, стрімкий відтік капіталу, коливання цін тощо.

– сприяння збалансованому розвитку ринку праці передбачає створення професій, які враховують демографічні показники, такі як зростання чисельності населення та потенційний приріст молоді, старіння, міграція та урбанізація. Економічний розподіл населення, технологічний прогрес та інвестиції у розвиток компетенцій працівників, які задовольняють потреби нинішніх і майбутніх роботодавців, є іншими важливими факторами.

– важливими питаннями у сфері розвитку ринку праці є нівелювання неформальних трудових відносин, встановлення гендерного паритету у сфері зайнятості та оплати праці, ліквідація професійної та галузевої сегрегації, а також приділення особливої уваги зайнятості та навчанню молоді;

– впровадження заходів з протидії негативним наслідкам зміни клімату для економіки, таким як підвищення рівня моря, стихійні лиха, виснаження природних ресурсів тощо;

– дивергенція економічного зростання від забруднення довкілля, тобто забезпечення високих темпів зростання ВВП за рахунок екологічно чистих технологій; скорочення викидів парникових газів; досягнення вуглецевої нейтральності до 2050 року; зниження ресурсоемності та підвищення ефективності виробництва; широке впровадження екологічно чистих технологій в усіх галузях економіки; заохочення до раціонального використання всіх природних ресурсів; розвиток економіки;

– забезпечення рівних можливостей, розподілу доходів та доступу до державних ресурсів і послуг; створення достатньої податкової бази для фінансування соціального захисту; інвестування в якісну охорону здоров'я та освіти; забезпечення життєвих потреб; розвиток інфраструктури для усунення вертикальних і горизонтальних дисбалансів;

– заохочення розвитку та належного застосування нових технологій, мінімізація їх ризиків і максимізація переваг; компенсація втрат робочих місць у

процесі структурної перебудови національної економіки; подолання технологічного та цифрового розриву між країнами та всередині країн;

– максимальне використання переваг і можливостей, які надає міжнародна торгівля; використання переваг, які можуть виникнути в результаті залучення прямих іноземних інвестицій; заохочення участі в регіональних і глобальних ланцюгах доданої вартості; надання шансів мікро-, малим і середнім підприємствам брати участь у міжнародній торгівлі;

– зміцнення національних ринків капіталу та заохочення регіонів і секторів економіки, що мають значний потенціал для сталого зростання, до доступу до фінансових послуг;

– захист і просування прав людини; зосередження уваги на питаннях миру і безпеки, оскільки вони є необхідними для успішного економічного переходу; крім того, в країнах, що переживають конфлікт, процес економічної трансформації має бути скоординований з процесами розбудови миру, реабілітації та реконструкції.

У підсумку слід підкреслити, що економічні трансформації на сучасному рівні розвитку економічних відносин виходять далеко за межі прямолінійних структурних перетворень. Це пов'язано з тим, що для забезпечення сталого економічного розвитку в сучасних умовах необхідно враховувати значно ширше коло питань і процесів. Це і цифровізація економіки, і зміни в галузевій структурі економіки, і вдосконалення інфраструктури та надбудови, і демографічний рух населення, і урбанізація, і структура розселення, і інші фактори.

В останні десятиліття спостерігається помітне розширення змістовних показників економічних перетворень, що супроводжується їх конвергенцією із якісними зрушеннями в різних секторах і галузях. Зокрема, зміни в пропозиції та попиті на робочу силу, пов'язані з економічними трансформаціями, спричиняють низку передавальних процесів у сфері освіти. Зростаюча прихильність до певних професій сприяє подальшому зростанню поширення освітніх програм, розроблених для підготовки професіоналів у відповідній галузі.

Водночас інтенсифікація процесів цифровізації та виклики, спричинені пандемією COVID-19, призвели до значних якісних структурних зрушень і

трансформацій у системі освіти. Прикметно, що в нинішніх умовах використання передових цифрових технологій стало вирішальною складовою освіти, яка також має ґрунтуватися на передових науково-педагогічних досягненнях. Набуття "м'яких навичок" стає все більш життєво важливим для осіб, які здобувають вищу освіту, оскільки традиційний освітній процес вже не орієнтований виключно на передачу інформації та розвиток "твердих навичок". Крім того, з поширенням технології електронного навчання або e-learning і дистанційного навчання традиційні методи навчання, що вимагають фізичної присутності на курсах і виконання кваліфікаційних завдань, в останні роки різко знизили свою популярність.

Дослідження Фредеріка та Каштеляника [343] заслуговує на увагу серед емпіричних досліджень, які знаходять зони комплементарності між фінансовими, освітніми та економічними реформами. Щоб спрогнозувати майбутнє навчальних закладів вищої освіти, автори цієї статті провели ретельний аналіз як історичних, так і поточних моделей розвитку американської вищої освіти. Зокрема, дослідники відзначили такі можливі зміни в американській освіті:

- скорочення кількості вищих навчальних закладів країни в наступне десятиліття;
- розширення інклюзивної політики, зміцнення зв'язків між викладачами, студентами та адміністрацією вищих навчальних закладів щодо студентів з обмеженими можливостями, представників національних меншин тощо можуть бути додатковою перевагою та вимогою до вищого навчального закладу. конкурентоспроможним і ефективним;
- бренди та імідж закладів вищої освіти дедалі більше формуються під впливом глобальних рейтингів університетів, які також мають великий вплив на їхній фінансовий стан. Це пояснюється тим, що високі позиції в цих списках допомагають університетам залучати й утримувати студентів і батьків, виправдовувати підвищення плати за навчання тощо;

- враховуючи описані вище закономірності, вчені також підкреслюють, що більші університети дають вищі фінансові результати. Таким чином, злиття та поглинання розглядаються як потенційні стратегії виживання вищих навчальних закладів в умовах жорсткої конкуренції, на думку експертів, які аналізують майбутні моделі розвитку системи вищої освіти США.

Матос і Каштельник [344] досліджували сферу американських освітніх реформ. Вони спеціально розглянули, як академічне лідерство вплинуло на розвиток технологій електронного навчання. Вони сказали, що в сучасному середовищі вчені можуть розвивати навички спілкування, необхідні для забезпечення ефективності навчального процесу за допомогою онлайн-платформ. Вчені підкреслили, що, враховуючи поточне середовище та швидкість, з якою освіта оцифровується, вищі навчальні заклади повинні мати можливість ефективно протистояти цим новим загрозам, щоб продовжувати свою діяльність.

У той же час Каштельник і Браун [345] провели дослідження, щоб дослідити взаємозв'язок між змінами в моделях креативного лідерства та змінами в соціально-економічному ландшафті. Результати дослідження підтвердили, що зростання лідерських навичок посадових осіб державного управління підвищує ефективність діяльності та зв'язки з громадськістю, демонструючи вирішальну роль, яку еволюція лідерства відіграє у сприянні сприятливим соціально-економічним змінам.

Тому зрозуміло, що зміни в освіті та економіці, які здійснюються в рамках процесу цифровізації суспільства та економіки, тісно пов'язані. Тим не менш, поки що мало роботи зроблено для точного визначення областей, в яких вони вирівнюються, і для вимірювання того, наскільки сильно вони розходяться або зближуються. Таким чином, у контексті цифровізації економіки та суспільства дослідження, яке намагається з'ясувати суть, методи оцінювання та регіони конвергенції між економічними та освітніми розробками, має як теоретичне, так і практичне значення.

Для досягнення цієї мети основним кроком є ретельний аналіз контекстуальних кластерів у дослідженнях, що окреслюють характеристики

освітніх та економічних трансформацій на тлі цифровізації економіки та суспільства. Ця перевірка спирається на бібліометричний аналіз, проведений за допомогою інструменту VOSviewer [346] щодо відповідних публікацій, індексованих наукометричною базою даних Scopus [347], що охоплює період з 1990 по 2020 рік. Згодом, на основі цього аналізу, ідентифікація спільних векторів у цих дослідженнях набуває стрижневого значення, слугуючи індикатором комплементарності та конгруентності економічних та освітніх трансформацій.

Насамперед, на цьому етапі дослідження необхідно порівняти кількість релевантних публікацій, які індексуються в наукометричній базі даних Scopus [347] за період з 1990 по 2020 роки. На рисунку 9.1 наведено динаміку розвитку публікацій.

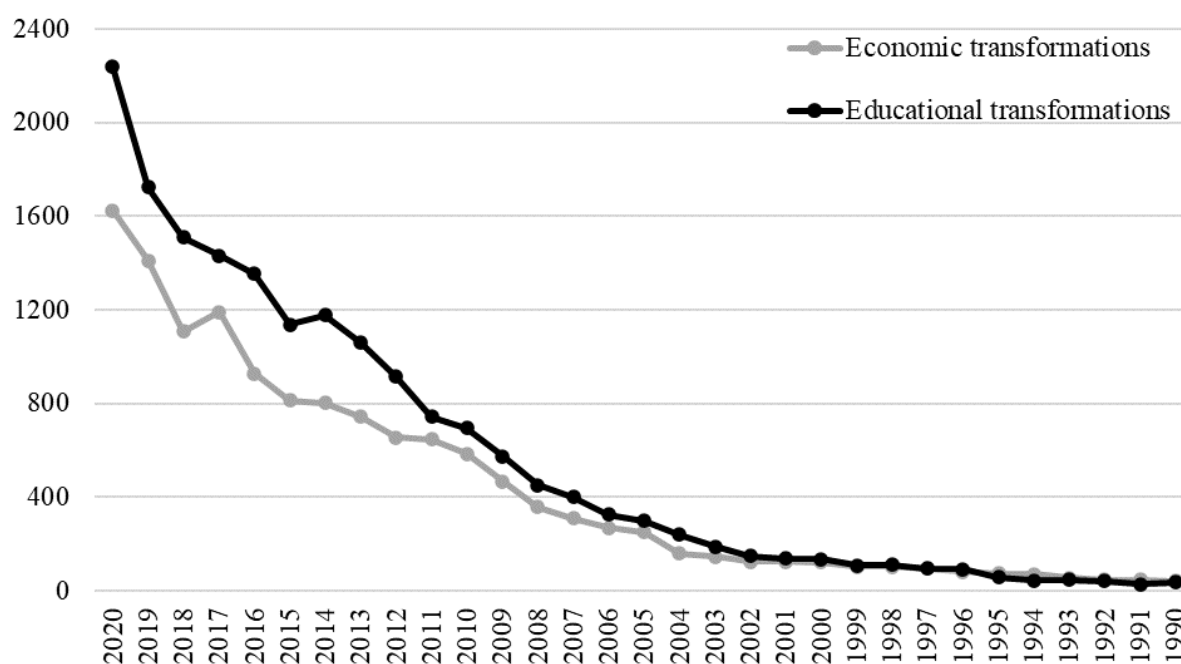


Рисунок 9.1 – Наукометрична база даних Scopus [347] фіксує тенденції публікацій, що стосуються характеристик економічних та освітніх змін у контексті цифровізації економіки та суспільства протягом 1990–2020 рр., кількість статей

З даних, наведених на рис. 9.1, видно, що тенденції публікаційної активності в обох дослідницьких сферах були майже однаковими до 2002 року. Після цього спостерігалось повільне зростання дослідницького інтересу до кількох тематичних напрямів у період з 2002 по 2011 рік. У контексті цифровізації економіки та

суспільства кількість наукових досліджень, присвячених економічним та освітнім трансформаціям, зростала швидше з 2012 року. Дослідження освітніх трансформацій були дещо більш поширеними, ніж дослідження змін в економіці.

У табл. 9.1 наведено результати аналізу найбільш цитованих робіт, присвячених особливостям економічних та освітніх змін в умовах цифровізації економіки та суспільства, які індексуються наукометричною базою даних Scopus [347] за період з 1990 по 2020 роки.

Таблиця 9.1 – П'ять найбільш цитованих публікацій, що деталізують ознаки освітніх та економічних трансформацій в рамках цифровізації економіки та суспільства, задокументовані в наукометричній базі даних Scopus [347] з 1990 по 2020 роки.

№	Publication title	Authors	Year	Source	Number of citations
<b>Economic transformations</b>					
1	The economics of climate change:	Stern, N. [348]	2007	The Economics of Climate Change: The Stern Review 9780521877251, pp. 1-692	5334
2	Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance	Teece, D.J. [349]	2007	Strategic Management Journal 28(13), pp. 1319-1350	4792
3	Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study	Geels, F.W. [350]	2002	Research Policy 31(8-9), pp. 1257-1274	2682
4	Strategy in emerging economies	Hoskisson, R.E., Eden, L., Lau, C.M., Wright, M. [351]	2000	Academy of Management Journal 43(3), pp. 249-267	2343
5	Economics and identity	Akerlof, G.A., Kranton, R.E. [352]	2000	Quarterly Journal of Economics 115(3), pp. 715-753	2077
<b>Educational transformations</b>					
1	Punishment and inequality in America	Western, B., Lopoo, L., Pettit, B. [353]	2006	Punishment and inequality in America pp. 1-247	1459
2	Socioeconomic inequalities in depression: A meta-analysis	Lorant, V., Deliège, D., Eaton, W., (...), Philippot, P., Ansseau, M. [354]	2003	American Journal of Epidemiology 157(2), pp. 98-112	1378
3	Enhancing School-Based Prevention and Youth Development Through Coordinated Social, Emotional, and Academic Learning	Greenberg, M.T., Weissberg, R.P., O'Brien, M.U., (...), Resnik, H., Elias, M.J. [355]	2003	American Psychologist 58(6-7), pp. 466-474	995
4	Globalizing education policy	Rizvi, F., Lingard, B. [356]	2009	Globalizing Education Policy pp. 1-228	971
5	Job resources buffer the impact of job demands on burnout	Bakker, A.B., Demerouti, E., Euwema, M.C. [357]	2005	Journal of Occupational Health Psychology 10(2), pp. 170-180	932



Варто зазначити, що ці публікації часто мають міждисциплінарний характер, розглядаючи економічні трансформації у поєднанні з екологічними міркуваннями та умовами, що сприяють сталому розвитку. Водночас освітні трансформації досліджуються в рамках глобалізаційних процесів, з акцентом на просуванні рівності та толерантності у взаємодії між «здобувачами освіти – представниками академічного середовища».

На другому етапі дослідження за допомогою бібліометричного аналізу за допомогою програми VOSviewer [346] необхідно знайти контекстні кластери досліджень, пов'язані з характеристиками освіти (рис. 9.2) та економіки (рис. 9.3).

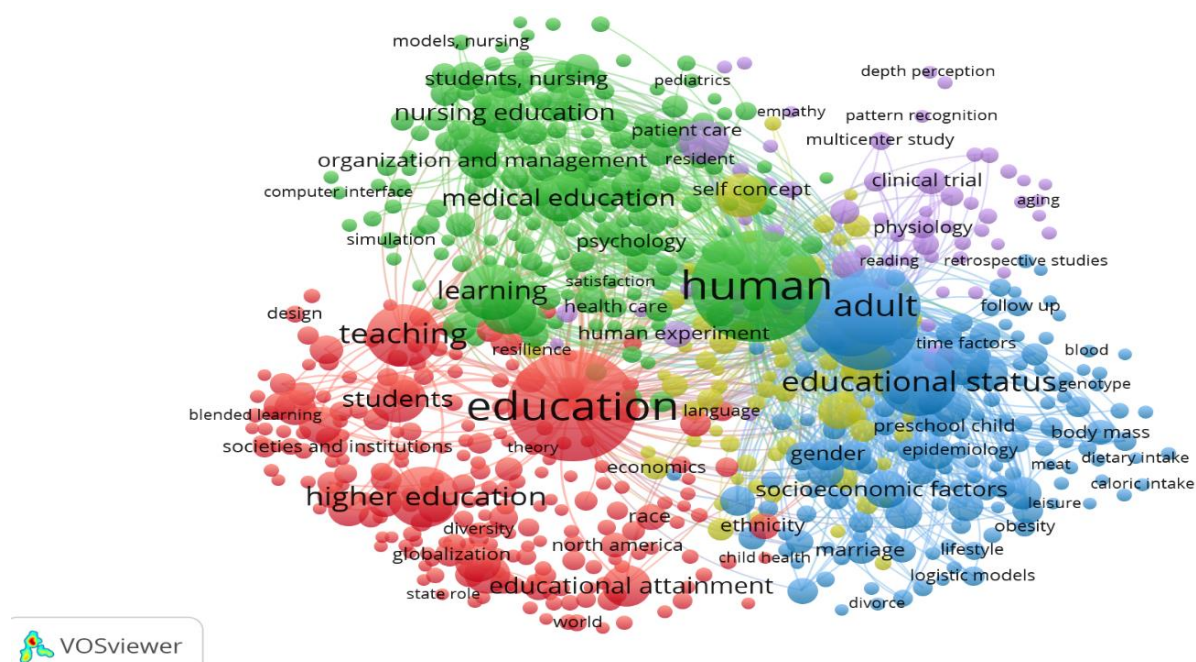


Рисунок 9.2 – Створення контекстної матричної візуалізації публікацій, що виокремлюють ознаки освітніх трансформацій, які індексуються наукометричною базою даних Scopus [347] за 1990-2020 рр., за допомогою інструменту VOSviewer [346]

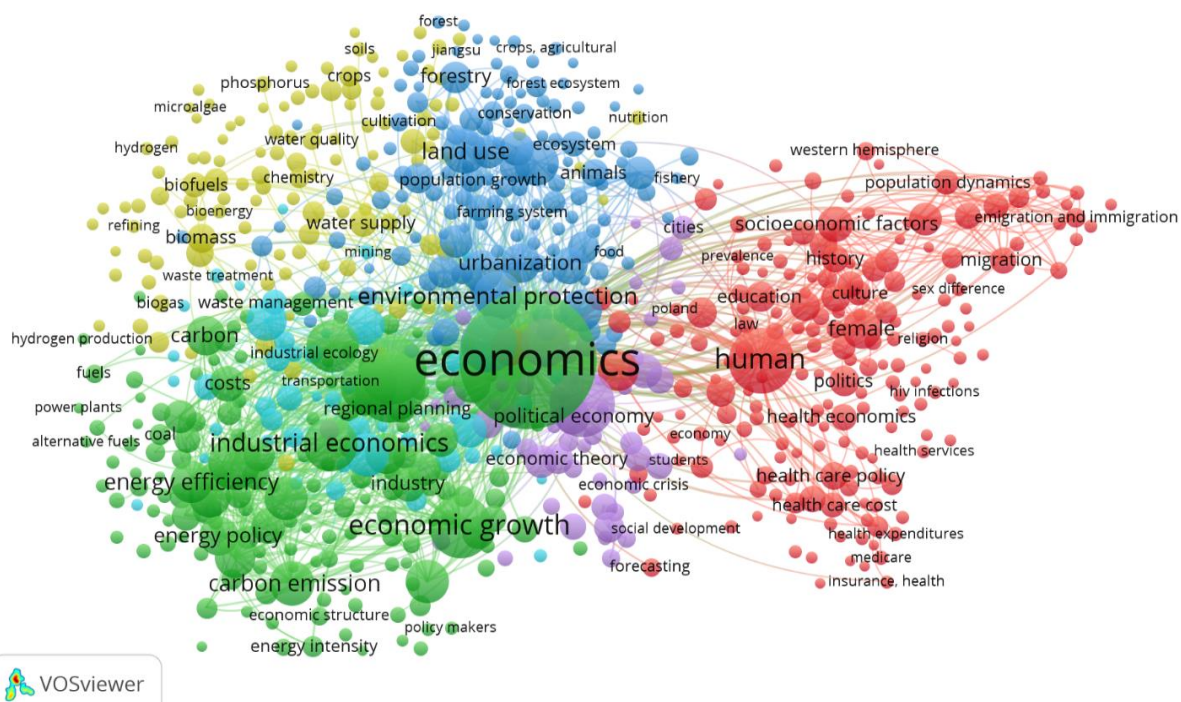


Рисунок 9.3 – Створення контекстної матричної візуалізації публікацій, що виокремлюють ознаки економічних трансформацій, які індексуються наукометричною базою даних Scopus [347] за 1990-2020 рр., за допомогою інструменту VOSviewer [346]

За результатами бібліометричного дослідження, наступні дослідження освітніх трансформацій можна об'єднати в кілька кластерів:

1. До червоного кластеру (224 позиції) увійшли документи, що описують освітні зміни у зв'язку з культурними змінами, децентралізацією, демократизацією суспільних відносин, гендерними аспектами, глобалізацією та інклюзією.
2. Роботи зеленого кластера (179 статей) присвячені дослідженню того, як зміни в системі охорони здоров'я впливають на шкільну освіту.
3. До синього кластеру (149 позицій) увійшли публікації, в яких розглядається вплив економічних, екологічних та соціальних змінних на освітні зміни.
4. Роботи, що досліджують деталі освітніх змін у різних культурних і національних контекстах, включені до жовтого кластеру (68 статей).
5. Фіолетовий кластер (60 статей) зосереджений на вивченні змін у шкільній освіті, спричинених неврологічними, когнітивними та ментальними аспектами.

За результатами бібліометричного аналізу, представленого на рис. 9.3, можна виокремити шість контекстуальних кластерів досліджень, які охоплюють різні аспекти вивчення економічних трансформацій:

1. Публікації, які намагаються визначити зв'язок між здоров'ям і соціальними умовами (наприклад, бідністю, урбанізацією, гендерною динамікою, демографічними особливостями, освітнім статусом, міграційними тенденціями та культурними моделями) та економічними трансформаціями, складають червоний кластер (187 записів).

2. Статті зеленого кластера (160 назв) зосереджені на виявленні взаємних зв'язків між технічним прогресом, екологічними та енергетичними факторами та економічними перетвореннями.

3. 137 статей у блакитному кластері - це публікації про те, як досягнення у сфері продовольчої безпеки, сільського господарства та збереження біорізноманіття спричинили економічні зміни.

4. У 124 статтях жовтого кластеру йдеться про те, як виробництво та використання біопалива, хімічних добрив і розумне управління водними ресурсами змінили економічний ландшафт.

5. Документи в лазуровому кластері (117 статей) присвячені визначенню взаємозв'язку між політикою поводження з відходами та економічними перетвореннями.

6. Документи, присвячені дослідженню регіонального розвитку, як сільського, так і міського, та економічних перетворень, складають лавандовий кластер (97 позицій).

Отже, беручи до уваги результати бібліометричного дослідження в обох предметних галузях, можна зробити висновок, що існують загальні та специфічні типи досліджень, пов'язані зі змінами в економіці та освіті. Зокрема, реформи в галузі охорони здоров'я, екологічні елементи, соціальні особливості тощо впливають на обидві групи трансформацій.

Доцільно, перш за все, кількісно оцінити їх (квантифікація), щоб провести додаткові емпіричні дослідження, спрямовані на виявлення взаємозв'язків між

цифровими, освітніми та економічними змінами, а також їх причинно-наслідкових зв'язків і наслідків. Ідея полягає у використанні науково-методологічної стратегії, яка передбачає послідовне виконання багатьох етапів для вимірювання комплексних показників різних видів трансформації.

Спочатку було зібрано статистичний масив даних за 2000-2020 роки для оцінки змін в 11 європейських країнах (Хорватія, Чехія, Естонія, Угорщина, Латвія, Литва, Польща, Румунія, Словаччина, Словенія, Україна, Хорватія, Чехія та Естонія). Беручи до уваги результати бібліометричного дослідження та проводячи порівняльну і бенчмаркінгову оцінку інших відповідних публікацій (окрім тих, що представлені в наукометричній базі даних Scopus), на основі індивідуальних експертних оцінок було створено набори часткових індикаторів. Для вибору найбільш релевантних індикаторів змін в економіці, освіті та цифровому ландшафті було опитано 50 викладачів економіки Сумського державного університету.

В результаті тридцять індикаторів, які показують зміни в системі освіти, тридцять індикаторів, які показують зміни в економіці, та п'ятнадцять індикаторів, які описують зміни в цифровій сфері. На другому етапі було проведено перевірку релевантності відібраних показників на основі тесту альфа Кронбаха на внутрішню узгодженість, за результатами якого було вилучено з первинної вибірки 6 індикаторів економічних трансформацій, 2 індикатора освітніх трансформацій та 3 індикатори цифрових трансформацій.

Таким чином, було сформовано остаточний набір даних для вимірювання різних типів трансформацій, включаючи:

- 24 індикатори економічних перетворень: додана вартість, створена в сільському господарстві/промисловості/виробництві/послугах; виробництво електроенергії з вугілля/води/природного газу/нафти/ядерних ресурсів/відновлюваних джерел; зайнятість у сільському господарстві/промисловості/послугах; самозайнятість; заробітна плата найманих працівників; сільське/міське населення; експорт/імпорт товарів і послуг; прями

іноземні інвестиції; валове нагромадження капіталу; зростання ВВП; інфляція; чисельність зайнятих; чисельність працівників; кількість заробітних плат;

- 28 індикаторів, що характеризують освітні трансформації: державні витрати на дошкільну/початкову/середню/вищу освіту; внутрішня/зовнішня освітня мобільність; державне фінансування на одного учня дошкільної/початкової/середньої/вищої освіти; робоча сила з базовою/середньою/вищою освітою; % населення, охопленого дошкільною/початковою/середньою/вищою освітою; % випускників за спеціальностями: сільське господарство/гуманітарні науки/бізнес/освіта/інженерна справа/медицина/математика/сфера послуг/суспільні науки;

- 12 індикаторів характеристик цифрової трансформації: експорт/імпорт товарів/послуг ІКТ; експорт високих технологій; міжнародна торгівля цифровими послугами; кількість банкоматів; кількість користувачів мобільного/стаціонарного зв'язку/широкопasmового зв'язку/Інтернету.

Враховуючи, що обрані часткові індикатори використовують різні одиниці виміру, важливо стандартизувати їх для порівнянності. Для цього для кожного часткового індикатора розраховується ланцюговий темп приросту, взятий за модулем, що дозволяє оцінити інтенсивність трансформації як у висхідній, так і в низхідній динаміці.

На наступному етапі пропонується об'єднати всі часткові індикатори в комплексний показник економічної, освітньої та цифрової трансформації. Це передбачає визначення темпу відповідного типу трансформації, усередненого за всіма вхідними параметрами за допомогою середнього геометричного. Таким чином, розраховані інтегральні індикатори дають уявлення про інтенсивність трансформаційних процесів незалежно від того, мають вони позитивну чи негативну динаміку.

Наприклад, на рис. 9.4 показано траєкторію економічних перетворень в обраних 11 європейських країнах з 2000 по 2020 роки.

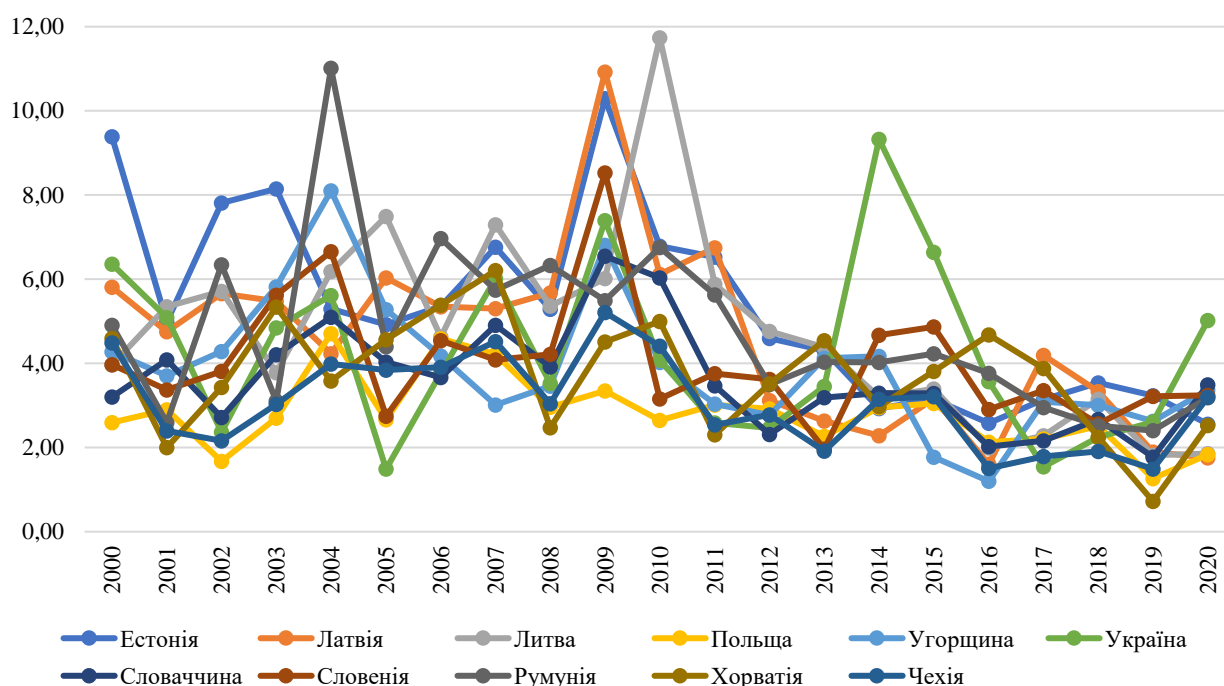


Рисунок 9.4 – Динаміка інтегрального показника економічної трансформації в 11 європейських країнах з 2000 по 2020 рік, представлена у відсотках.

Аналізуючи дані, наведені на рисунку 9.4, стає очевидним, що загальна інтенсивність економічних перетворень коливається в межах від 0,72% до 11,74%. Прикметно, що вся географічна вибірка демонструє вищу інтенсивність трансформаційних процесів у першій половині періоду спостереження, зазнаючи максимальних економічних коливань на етапах світової фінансової кризи та посткризового відновлення (2008-2011 рр.). З 2012 року спостерігається стабілізація динаміки економічних змін з уповільненням і не перевищенням 5%. Незначне відхилення від середнього рівня ряду спостерігалось також у 2003-2005 роках. Динаміка економічних перетворень в Україні відповідає економічним та політичним закономірностям розвитку країни. Окрім тенденцій, характерних для всієї вибірки країн, нетипова інтенсифікація економічних перетворень відбулася в період, позначений військово-політичною кризою в країні та розривом низки зовнішньоекономічних зв'язків.

Траєкторію освітніх перетворень ілюструє рис. 9.5.

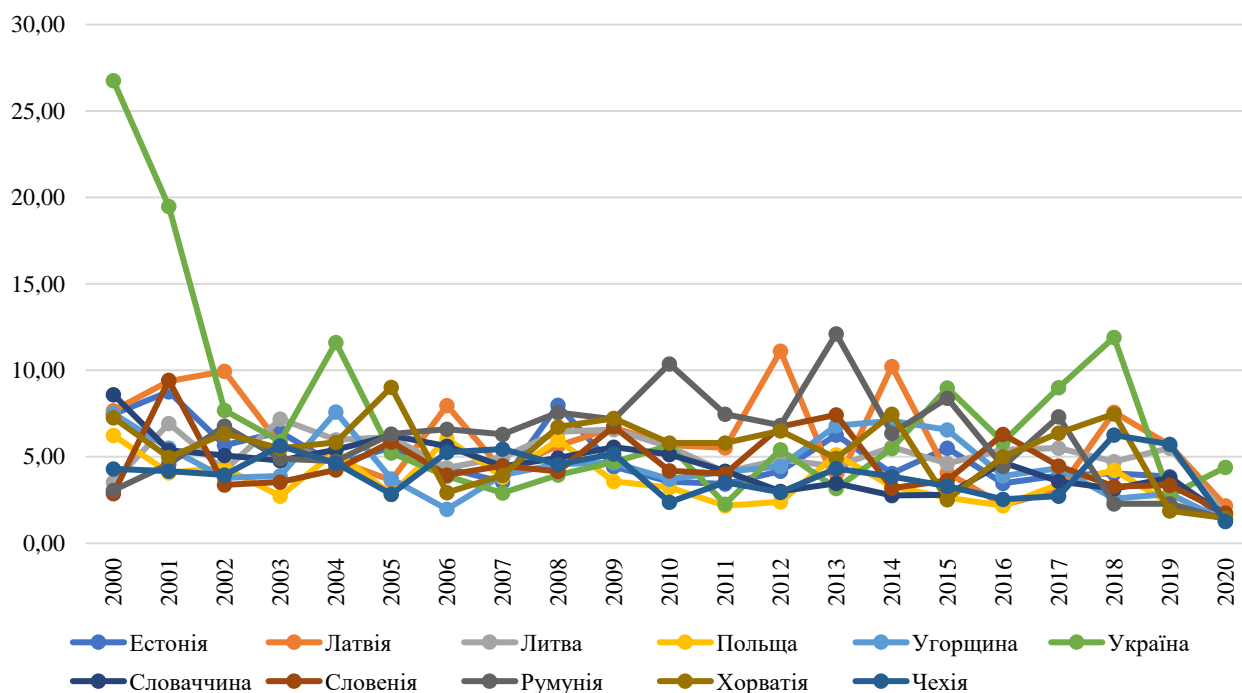


Рисунок 9.5 – Динаміка інтегрального показника освітніх трансформацій в 11 європейських країнах з 2000 по 2020 рік, подана у відсотках.

Порівнюючи інтенсивність трансформацій в економіці та освіті, як показано на рисунку 1.5, очевидно, що зміни в освітньому секторі протягом 2000-2020 років відбувалися більш стрімко. Зокрема, варіація цього комплексного показника коливається від 1,26% до 26,26%, що свідчить про те, що екстремальне значення інтегрального показника освітніх перетворень майже в 2,5 рази перевищує відповідний показник економічних перетворень. Привертає увагу відсутність певних помітних циклічних коливань, притаманних усій групі країн щодо досліджуваного параметра. Втім, значні коливання спостерігалися в Україні та Хорватії у 2004 та 2005 роках відповідно. У період 2010-2018 рр. трансформаційні процеси в освітній сфері в Латвії, Румунії та Україні були більш динамічними, тоді як в усіх країнах вибірки спостерігалось зниження динамічності економічних перетворень. Пік освітніх перетворень припав на 2000 рік в Україні, що було зумовлено значними реформами (наприклад, запровадженням 12-бальної системи оцінювання в школах замість 5-бальної, 12-річного терміну навчання в школі тощо). Прикметно, що військово-політична дестабілізація в Україні призвела до одночасних освітніх трансформацій у 2014-2015 роках та реформ у сфері освіти у

2017 році (зокрема, нова редакція Закону України "Про вищу освіту", створення Нової української школи тощо).

Траєкторію цифрових трансформацій ілюструє рис. 9.6.

Серед трьох розглянутих типів трансформацій цифрові трансформації демонструють найвищий рівень інтенсивності. Комплексний показник кількісного вимірювання цифрових трансформацій коливається від 1,18% до 27,25%, причому найбільш інтенсивні коливання спостерігаються в період з 2000 по 2010 рік. У другій половині періоду спостереження (2011-2020 рр.) ці коливання поступово згладжуються та синхронізуються. Примітно, що Україна, Чехія, Словаччина та Румунія демонструють високу інтенсивність цифрової трансформації протягом першої половини періоду аналізу, тоді як Словенія демонструє нижчу інтенсивність.

Підсумовуючи результати розрахунку інтегральних рівнів трансформацій економіки, освіти та цифровізації за етапами науково-методичного підходу, представленого на рис. 9.7, видно, що за інтегральними показниками трьох типів трансформацій, усередненими за 2000-2020 рр., лідерами в економічних трансформаціях є Латвія, Румунія, Литва та Естонія. Натомість Польща та Чехія зазнали найменш інтенсивних змін в економічній сфері за цей період, тоді як решта країн демонструють середню інтенсивність трансформаційних процесів.



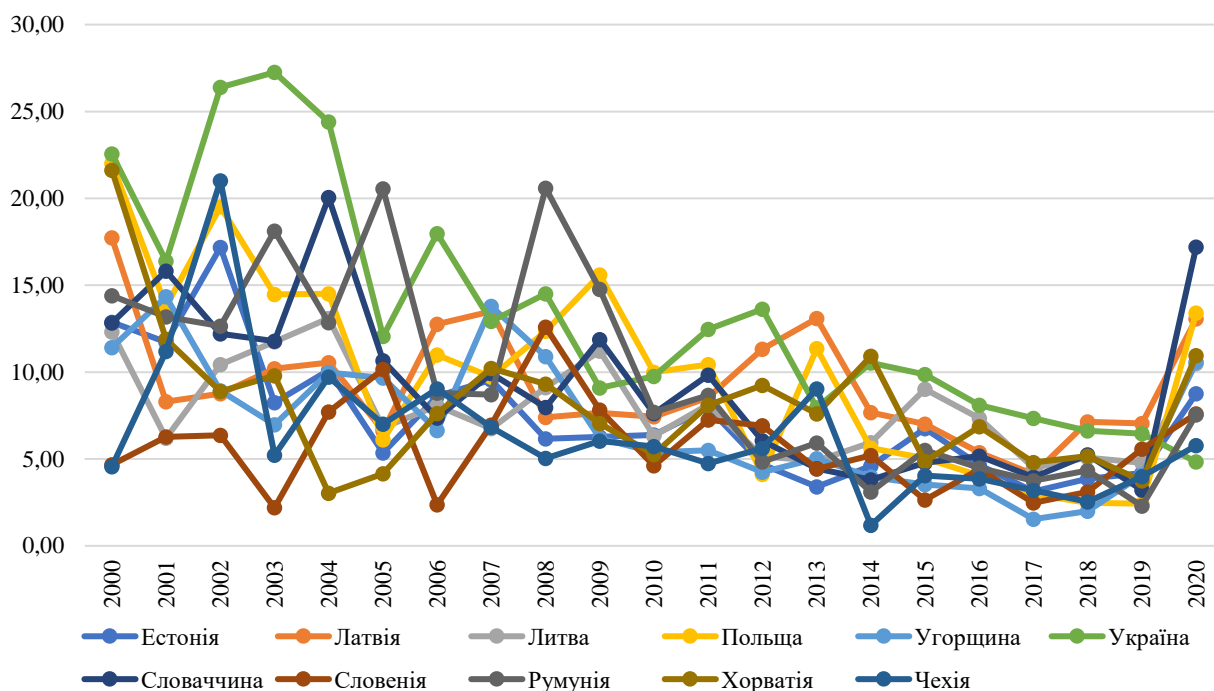


Рисунок 9.6 – Динаміка інтегрального показника цифрових трансформацій для 11 європейських країн за 2000–2020 рр., подана у відсотках.

Якщо розглядати середню інтенсивність освітніх перетворень за весь період дослідження, то Латвія, Румунія та Хорватія виділяються найвищим рівнем освітніх перетворень. Натомість Польща та Чехія демонструють найнижчу інтенсивність серед географічної вибірки. Решта країн демонструють помірну динаміку освітніх перетворень.

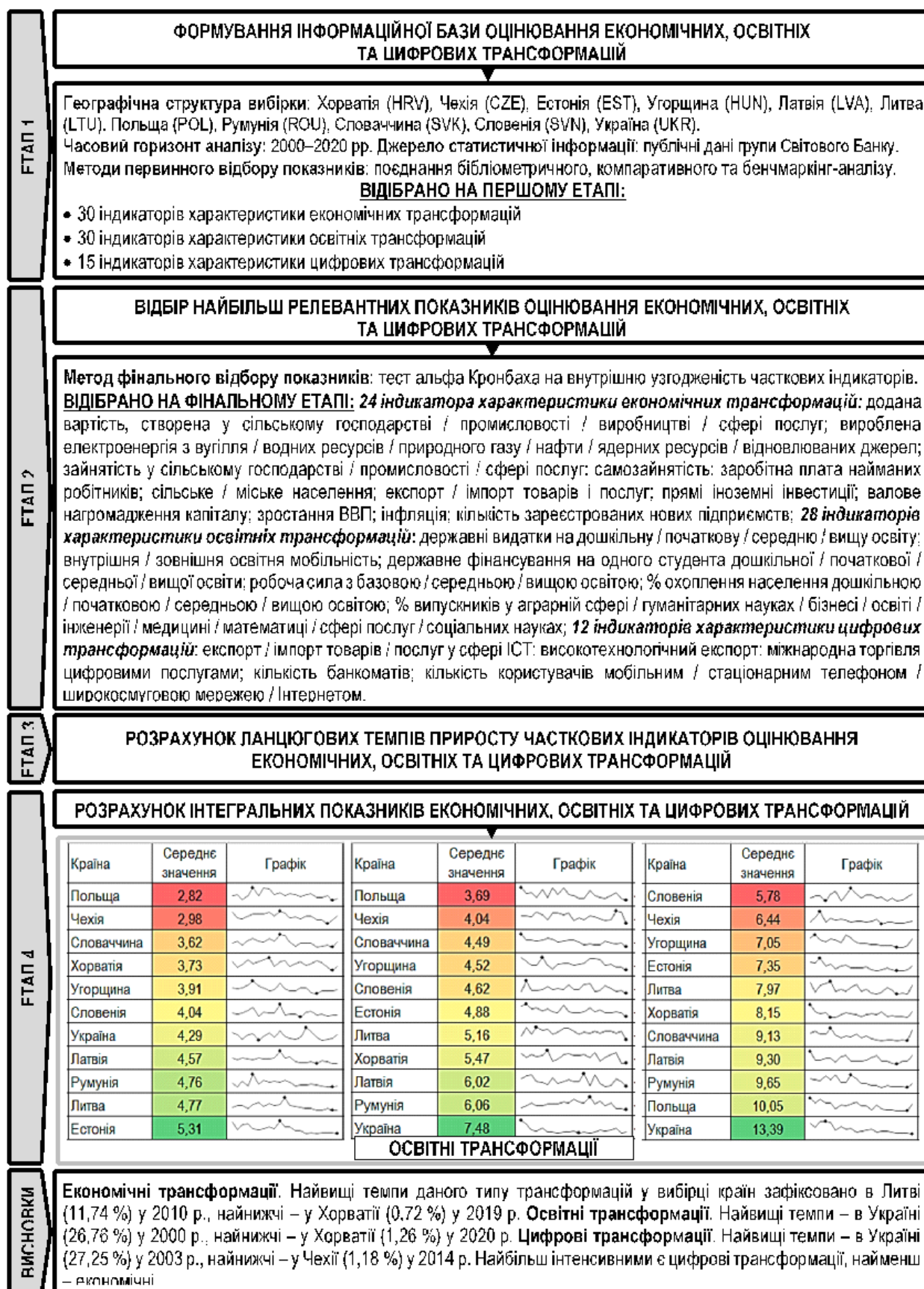


Рисунок 9.7 – Логічна та структурна основа, а також результати генерування комплексних метрик для економічних, освітніх та цифрових трансформацій

Можна з упевненістю стверджувати, що мінімальний рівень цифрових трансформацій, розрахований для країн вибірки, становить 5,78%, що трохи перевищує максимальну середню інтенсивність, яка спостерігається в економічних трансформаціях і становить 5,31%. Ще одним аспектом цифрової трансформації, який заслуговує на увагу, є кластеризація рівня інтегрального показника. Зокрема, 9 з 11 країн потрапляють до категорії показників із середнім рівнем. Словенія виділяється найнижчим рівнем, тоді як Україна демонструє найвищий.

## **9.2** **Дескриптивна модель інтегрального оцінювання конвергентних взаємозв'язків у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація»**

Виявлені закономірності фундаментального розвитку у сферах економіки, освіти та національної економічної безпеки в умовах цифровізації підкреслюють важливість комплексних підходів до управління національною економікою. Водночас існує гіпотеза про конвергентний характер розвитку досліджуваних концепцій, яка потребує емпіричної перевірки. Тенденції глобального та національного розвитку, що спостерігаються, свідчать про суттєве зближення стратегічних орієнтацій країн. Однак для наукової точності необхідно ретельно вивчити тенденції розвитку матеріальних індикаторів. Це підкреслює необхідність оцінки рівня конвергенції щодо економічного розвитку, освіти, прогресу в цифровізації та рівня національної економічної

Для перевірки гіпотези необхідним стає формулювання інтегральних показників для характеристик досліджуваних концепцій. Враховуючи результати, викладені в першому розділі дисертації щодо оцінки економічних, освітніх та цифрових трансформацій, ми створимо комплексні індикатори для характеристик економіки, освіти та цифровізації. Це передбачає об'єднання абсолютних значень часових рядів часткових індикаторів економічних (24 індикатори), освітніх (28

індикаторів) та цифрових (12 індикаторів) трансформацій. Визначення цих інтегральних індикаторів здійснюватиметься за наступною формулою:

$$I = \frac{\sum_{j=1}^n \tilde{f}_j}{N}, \quad (9.1)$$

де  $I$  – інтегральний індикатор;

$\tilde{f}_j$  – нормалізоване значення  $i$ -го індикатора (методом природньої нормалізації);

$N$  – загальна кількість вхідних індикаторів.

Динаміка розрахованих інтегрованих показників економічного розвитку, освіти та цифровізації для 11 країн, що аналізувалися, зображена на рис. 9.10 - 9.12. Обраний період аналізу охоплює понад 20 років, що дає змогу оцінити наявність довгострокового тренду в розвитку параметрів у досліджуваних країнах. Як видно з даних, наведених на рис. 9.10, у більшості досліджуваних країн спостерігається відносне зростання рівня економічного розвитку наприкінці досліджуваного періоду порівняно з його початком. Слід зазначити, що піки та спади економічного розвитку значною мірою збігаються з досліджуваним періодом у різних європейських країнах. Цей попередній аналіз вказує на те, що у сфері економічного розвитку європейські країни демонструють скоріше конвергентну, ніж дивергентну тенденцію, що ускладнює визначення явних лідерів або відстаючих з точки зору динамічних тенденцій розвитку протягом досліджуваного періоду.

Навпаки, рівень розвитку освітнього сектору (рис. 9.11) виглядає більш диференційованим. Явних лідерів можна визначити як на початку, так і наприкінці досліджуваного періоду. Однак важливо зазначити, що розрив між окремими

країнами дещо збільшився за останні два десятиліття.

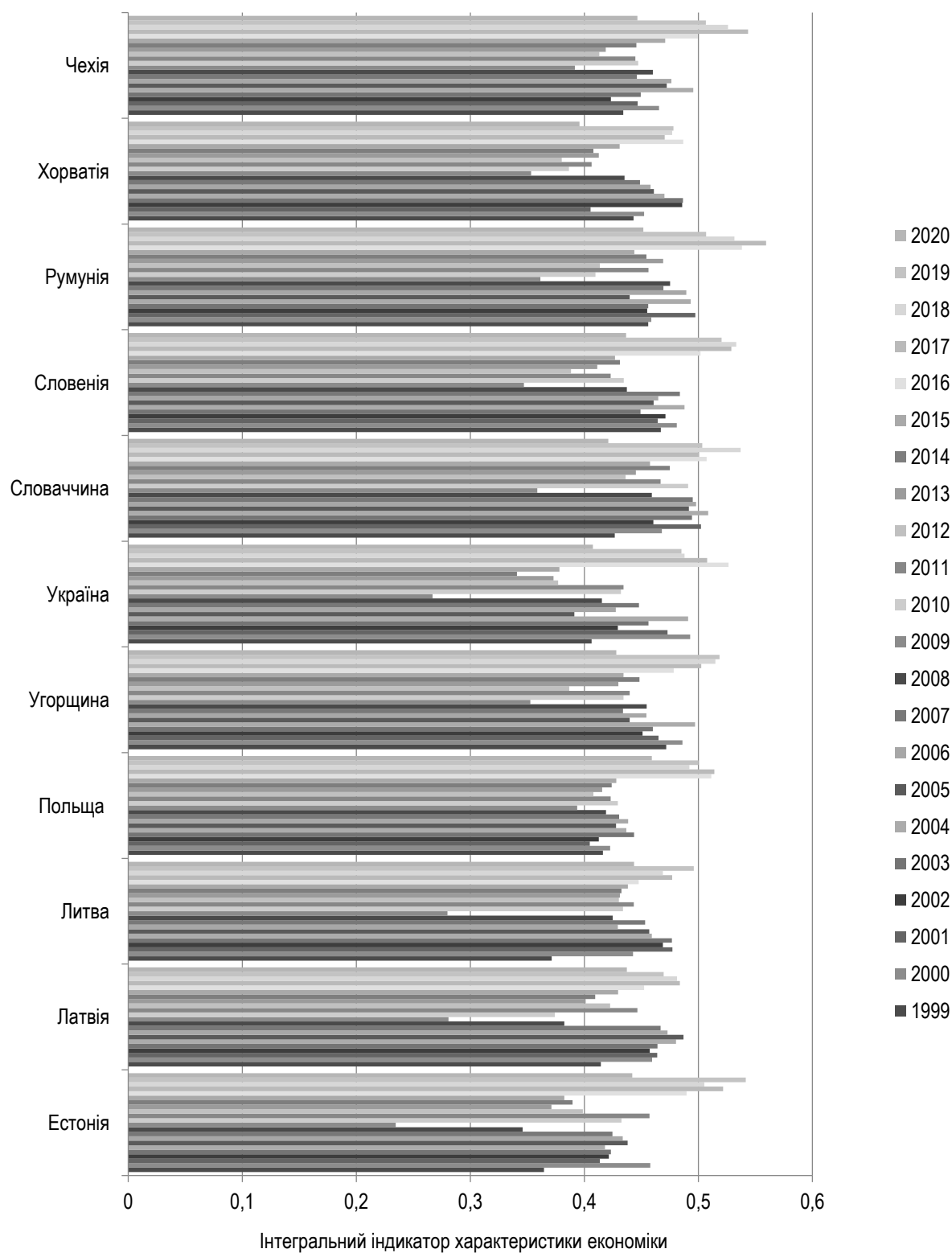


Рисунок 9.10 – Динаміка інтегрального індикатора характеристики економічного розвитку в європейських країнах, 1999–2020 рр.

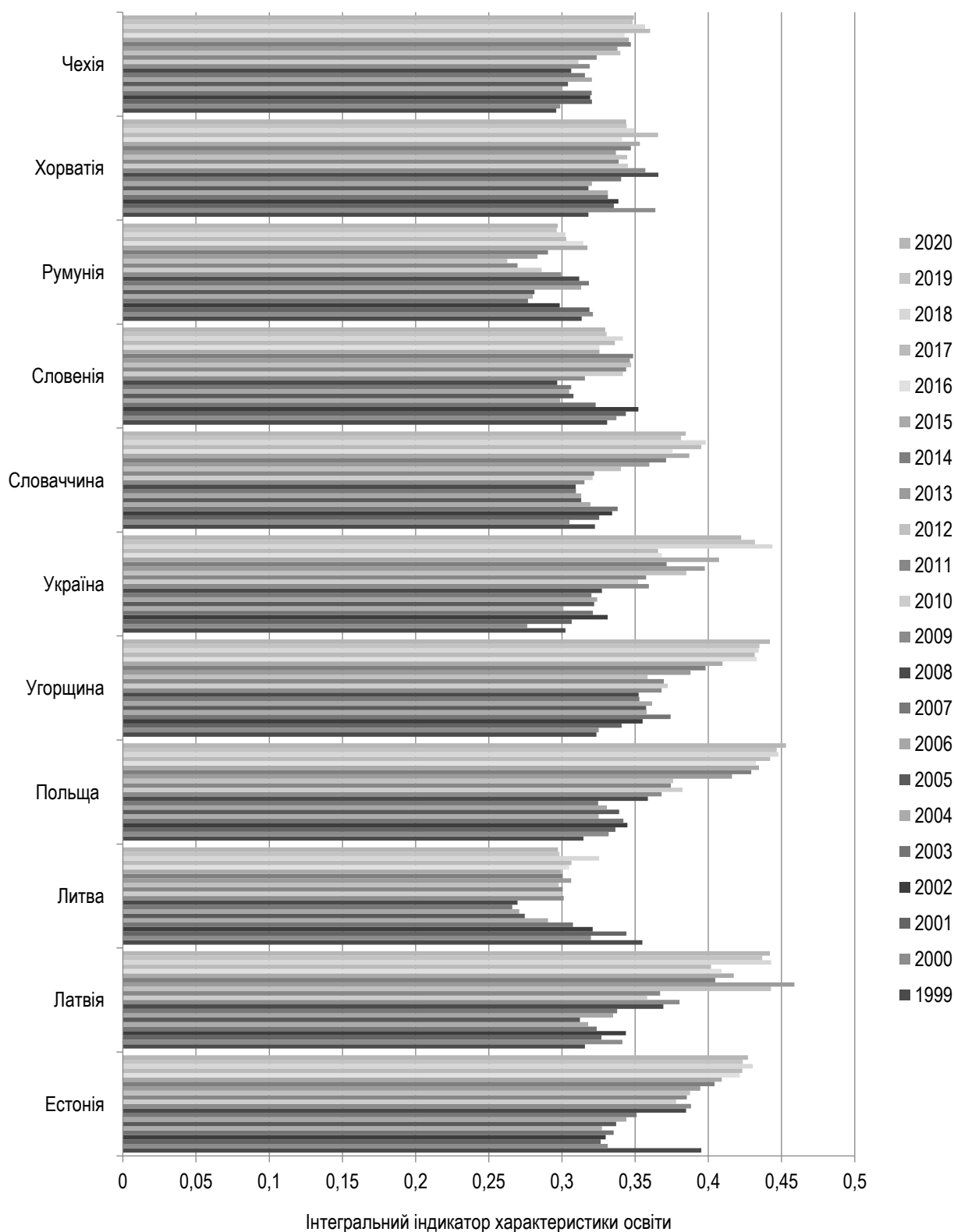


Рисунок 9.11 – Динаміка інтегрального індикатора характеристики галузі освіти в європейських країнах, 1999–2020 рр.

Розглядаючи дані, представлені на рис. 9.12, очевидно, що рівень цифровізації на початку аналізованого періоду демонструє більшу диференціацію

порівняно з показниками, досягнутими країнами на кінець 2020 року. Водночас прогрес цифровізації демонструє характерні відмінності в розрізі досліджуваних країн, що підкреслює необхідність більш поглибленого емпіричного аналізу.

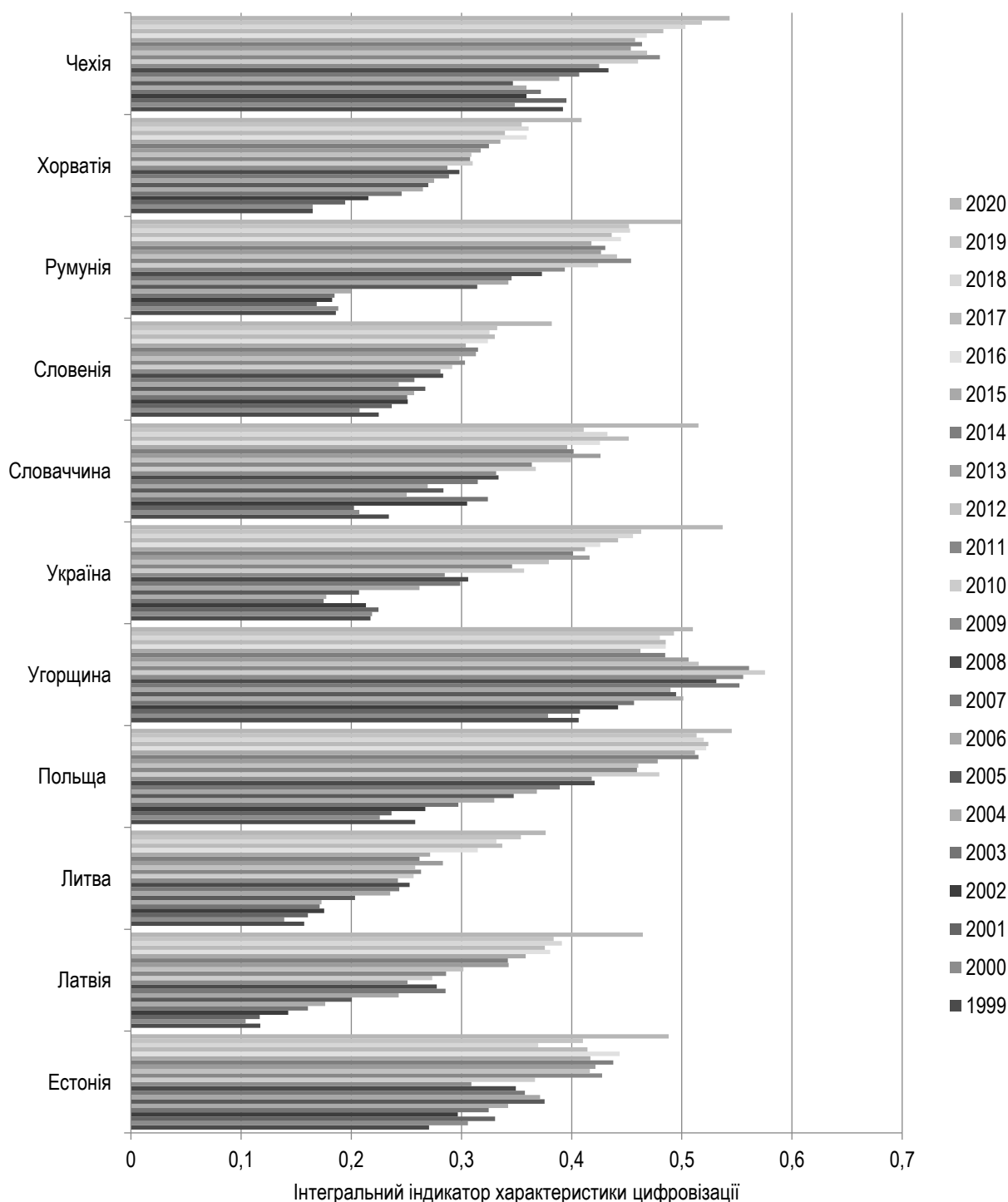


Рисунок 9.12 – Динаміка інтегрального індикатора характеристики цифровізації в європейських країнах, 1999–2020 рр.

На відміну від попередніх показників, інтегральний індикатор стану національної безпеки визначається як середнє арифметичне зведених індексів інформаційної, соціальної та економічної безпеки, які розраховуються у другій частині роботи. Його динаміка, як показано на рис. 9.13, демонструє тенденцію до зростання для кожної досліджуваної країни. Однак графічно оцінити наявність чи відсутність конвергенції неможливо через різницю між початковими та кінцевими значеннями.

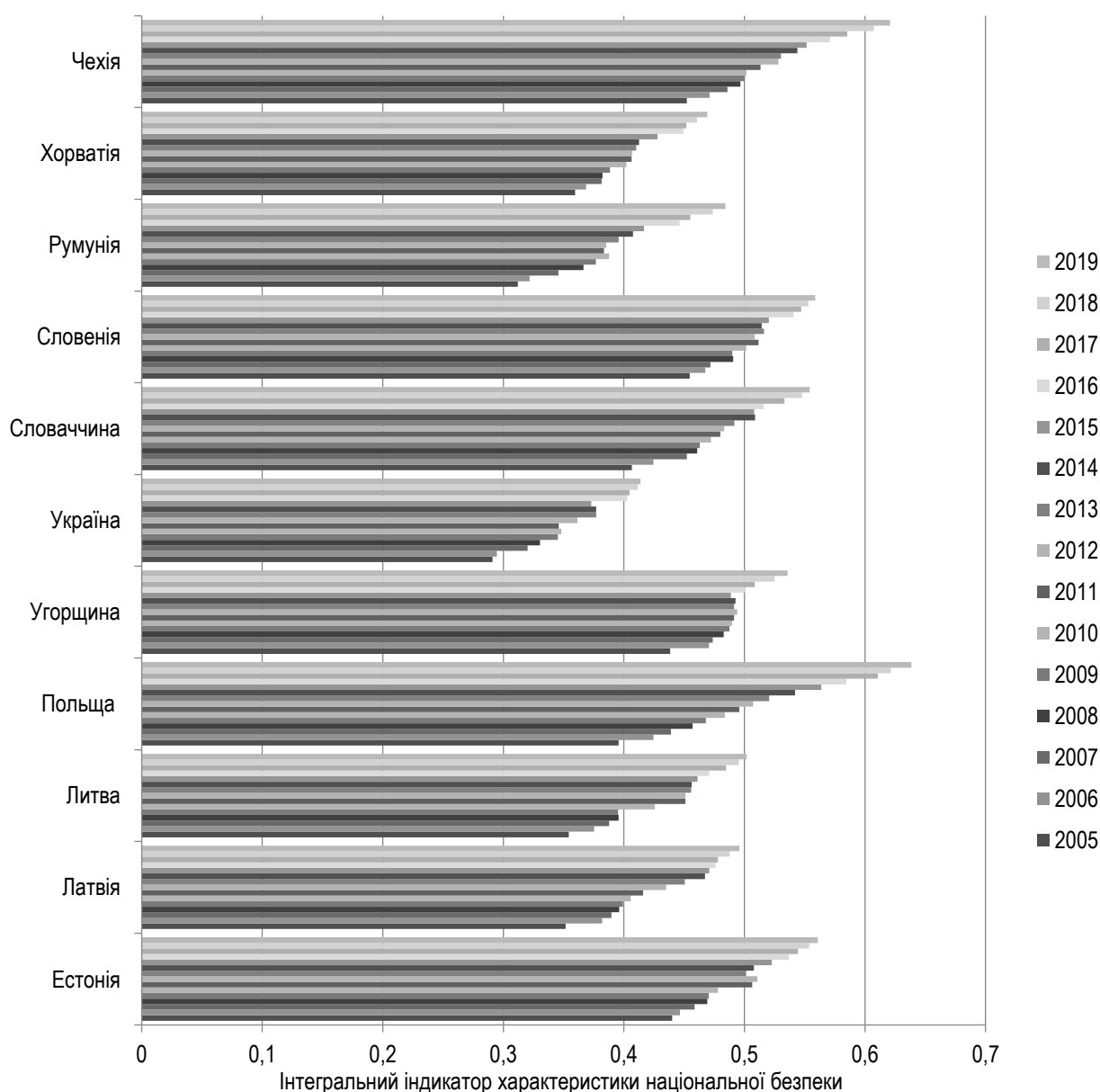


Рисунок 9.13 – Динаміка інтегрального індикатора характеристики національної безпеки в європейських країнах, 1999–2020 рр.



Таким чином, аналіз динаміки вхідних індикаторів виявив потенційні конвергентні зв'язки в ланцюжку "економіка - освіта - національна безпека - цифровізація". Оцінюватимемо конвергенцію за допомогою двох методів.

Перший показник – рівень  $\sigma$ -конвергенції (сигма-конвергенції) – оцінюватиметься як ступінь варіації досліджуваної ознаки в розрізі вибірки країн. Обраним показником буде коефіцієнт варіації, який відображає як статичний, так і динамічний середній рівень відхилень і розраховується за формулою:

$$CV_t = \frac{\left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{it} - \bar{y}_t)^2 \right)^{1/2}}{\bar{y}_t} \quad (9.2)$$

де  $\bar{y}_t$  – середній рівень інтегрального індикатора в періоді  $t$ ,

$y_{it}$  – рівень інтегрального індикатора у  $i$ -й країні,  $i=1, n$  в періоді  $t$ .

На рис. 9.14 показано результати оцінювання рівня  $\sigma$ -конвергенції для кожного з чотирьох визначених інтегральних індикаторів.

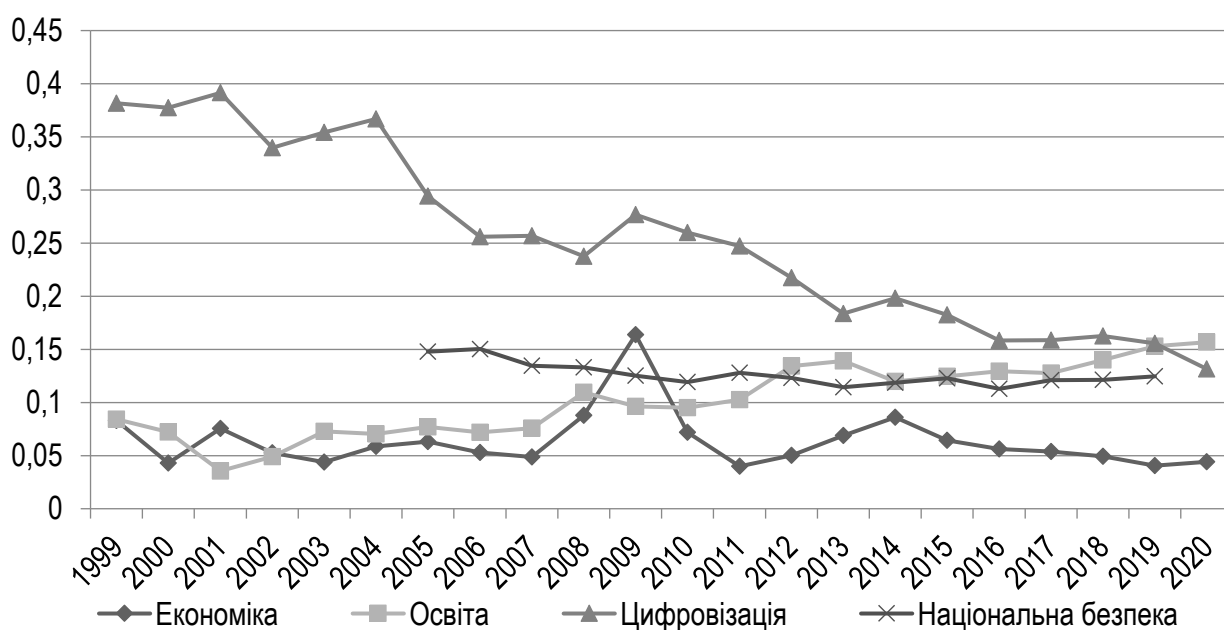


Рисунок 9.14 – Результати оцінювання  $\sigma$ -конвергенції у країнах Європи за параметрами економіки, освіти, цифровізації та національної безпеки

Важливо зазначити, що рівень варіації, менший за 0,3, означає однорідність вибірки, що свідчить про значний ступінь зближення показників. Аналізуючи дані, наведені на рис. 9.14, можна стверджувати, що в досліджуваних європейських країнах рівні економічного розвитку, освіти та національної безпеки є однорідними від початку досліджуваного періоду (коефіцієнт варіації не перевищує 0,2). Низька волатильність, що спостерігається протягом аналізованого періоду, не свідчить про появу дивергентного тренду. Однак найбільшу мінливість демонструють значення інтегрального показника характеристик цифровізації. На початку періоду коефіцієнт варіації досягає рівнів 0,37-0,39, але до кінця досліджуваного періоду він знижується до рівня нижче 0,15. Таким чином, комплексні параметри свідчать про те, що європейські країни вступили у фазу відносно однорідного розвитку з точки зору економіки, освіти та подолання викликів, пов'язаних з цифровізацією.

З іншого боку, науковий інтерес становить оцінка темпів скорочення розривів між рівнями досліджуваних інтегральних показників. Для цього слід проаналізувати наявність  $\beta$ -конвергенції (бета-конвергенції). Для цього необхідно побудувати наступну економетричну модель:

$$\ln\left(\frac{y_{i,t+1}}{y_{i,t}}\right) = \alpha + \beta \ln(y_{i,t}) + \varepsilon_{i,t}, \quad (9.3)$$

де  $y_{i,t}$  – рівень інтегрального індикатора у  $i$ -й країні ( $i=\overline{1,n}$ ) у базисному періоді ( $t=\overline{1,T-1}$ );

$y_{i,t+1}$  – рівень інтегрального індикатора у  $i$ -й країні ( $i=\overline{1,n}$ ) у звітному періоді ( $t=\overline{2,T}$ );

$\alpha$  – коефіцієнт, що характеризує базовий рівень інтегрального індикатора за відсутності змін у його динаміці;

$\beta$  – коефіцієнт, що показує наявність  $\beta$ -конвергенції (за умови  $\beta < 0$ );

$\varepsilon_{i,t}$  – стандартна похибка.

Результати, наведені в табл. 9.1, підтверджують твердження про те, що суттєвого зближення в економічному розвитку досліджуваних країн не відбудеться. Більше того, враховуючи, що зближення вже було досягнуто на початку аналізованого періоду, в даному випадку не можна припустити дивергентної тенденції, зважаючи на вищезазначені результати.

Таблиця 9.1 – Результати оцінювання процесів  $\beta$ -конвергенції економічного розвитку країн Європи протягом 1999–2020 рр.

Змінна	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	t-value	p-value	Нижні 95%	Верхні 95%	Sig
Інтегральний індикатор характеристики економічного розвитку	0,550	0,060	9,19	0,000	0,432	0,667	***
Константа	0,446	0,049	9,12	0,000	0,350	0,542	***
Параметри адекватності моделі							
Mean dependent var	0,001		SD dependent var		0,123		
Overall r-squared	0,269		Number of obs		231,000		
Chi-square	84,370		Prob > chi2		0,000		
R-squared within	0,303		R-squared between		0,180		

Примітка: \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%).

Аналогічні результати були отримані для освітньої галузі (табл. 9.2).

Важливо підкреслити, що результати оцінки процесів  $\beta$ -конвергенції щодо цифровізації не дали статистично значущих результатів (табл. 9.3). Тим не менш, згадані параметри більше свідчать про конвергентну тенденцію, ніж про дивергентну.

Водночас, оцінений рівень  $\beta$ -конвергенції свідчить про помітне зближення рівнів національної безпеки серед досліджуваних європейських країн (табл. 9.4).

Таблиця 9.2 – Результати оцінювання процесів  $\beta$ -конвергенції галузі освіти у країнах Європи протягом 1999–2020 рр.

Змінна	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	t-value	p-value	Нижні 95%	Верхні 95%	Sig
Інтегральний індикатор характеристики галузі освіти	0,112	0,025	4,54	0,000	0,064	0,160	***
Константа	0,126	0,026	4,78	0,000	0,074	0,178	***
Параметри адекватності моделі							
Mean dependent var	0,007		SD dependent var		0,048		
Overall r-squared	0,083		Number of obs		231,000		
Chi-square	20,627		Prob > chi2		0,000		
R-squared within	0,072		R-squared between		0,683		

Примітка: \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%).

Таблиця 9.3 – Результати оцінювання процесів  $\beta$ -конвергенції цифровізації у країнах Європи протягом 1999–2020 рр.

Змінна	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	t-value	p-value	Нижні 95%	Верхні 95%	Sig
Інтегральний індикатор характеристики цифровізації	0,004	0,017	0,27	0,790	-0,029	0,038	
Константа	0,041	0,019	2,12	0,034	0,003	0,078	**
Параметри адекватності моделі							
Mean dependent var	0,036		SD dependent var		0,085		
Overall r-squared	0,000		Number of obs		231,000		
Chi-square	0,071		Prob > chi2		0,790		
R-squared within	0,016		R-squared between		0,538		

Примітка: \*\*  $p < 0,05$  (статистична значимість на рівні 95%).

Таблиця 9.4 – Результати оцінювання процесів  $\beta$ -конвергенції національної безпеки у країнах Європи протягом 2005–2019 рр.

Змінна	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	t-value	p-value	Нижні 95%	Верхні 95%	Sig
Інтегральний індикатор характеристики національної безпеки	-0,022	0,012	-1,84	0,066	-0,045	0,001	*
Константа	0,006	0,009	0,61	0,538	-0,013	0,024	
Параметри адекватності моделі							
Mean dependent var	0,023		SD dependent var		0,020		
Overall r-squared	0,023		Number of obs		154,000		
Chi-square	3,371		Prob > chi2		0,066		
R-squared within	0,022		R-squared between		0,073		

Примітка: \*  $p < 0,1$  (статистична значимість на рівні 90%).

На наступному етапі дослідження ми перейдемо до оцінки конвергентних зв'язків попарно в послідовності "економіка - освіта - національна безпека - цифровізація". Інтегральні показники взаємозв'язків визначатимемо шляхом мультиплікативного об'єднання пар відповідних інтегральних показників.

Розрахунки коефіцієнтів варіації для інтегральних показників, що відображають парні взаємозв'язки в межах досліджуваної послідовності (рис. 9.15), виявили поступове зростання рівномірності рівнів досліджуваних показників протягом аналізованого періоду. Важливо підкреслити, що на початку досліджуваного періоду зв'язки в послідовності "економіка - освіта", "економіка - цифровізація" та "цифровізація - національна безпека" демонстрували більшу неоднорідність між досліджуваними країнами, яка має тенденцію до зменшення до кінця досліджуваного періоду. І навпаки, решта пар демонстрували значну конвергенцію протягом усього періоду дослідження.



Рисунок 9.15 – Результати оцінювання  $\sigma$ -конвергенції у країнах Європи у розрізі парних взаємозв'язків у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація»

Водночас результати, наведені в табл. 9.5, свідчать про те, що зв'язки в ланцюжку "економіка-освіта", сформовані в європейських країнах, не досягли помітного ступеня конвергенції, що свідчить про те, що конвергентні процеси не реалізуються в повній мірі. Отже, економічні та освітні трансформації демонструють значну диференціацію в різних національних контекстах, що вказує на те, що їх взаємозв'язки не можна вважати сталими або такими, що свідчать про перехід від етапу національного розвитку до етапу глобалізації та міжнародної інтеграції.

Таблиця 9.5 – Результати оцінювання конвергентних зв'язків ( $\beta$ -конвергенції) у ланцюзі «економіка – освіта» у країнах Європи протягом 1999–2020 рр.

Змінна	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	t-value	p-value	Нижні 95%	Верхні 95%	Sig
Інтегральний індикатор характеристики ланцюга «економіка – освіта»	0,283	0,045	6,29	0,000	0,194	0,371	***
Константа	0,538	0,085	6,36	0,000	0,372	0,703	***
Параметри адекватності моделі							
Mean dependent var	0,008		SD dependent var		0,121		
Overall r-squared	0,147		Number of obs		231,000		
Chi-square	39,517		Prob > chi2		0,000		
R-squared within	0,166		R-squared between		0,488		

Примітка: \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%).

Взаємозв'язки, виявлені в ланцюжку "економіка - цифровізація", демонструють подібну картину. Статистично значущі результати, наведені в Таблиці 9.6, свідчать про розбіжності, які вказують на те, що цифровізація економіки є чинником збільшення відмінностей у зростанні європейських країн. Таким чином, можна стверджувати, що національні особливості країни мають значний вплив на економічне зростання в умовах цифровізації, що вимагає розробки стратегій цифровізації економіки, які більше відповідають національним, ніж глобальним чинникам.

Дослідження конвергентних зв'язків у ланцюгах "освіта - цифровізація" (табл. 9.7) та "освіта - національна безпека" (табл. 9.8) не дало статистично значущих результатів, що свідчить про відсутність як дивергентних, так і конвергентних тенденцій.

Таблиця 9.6 – Результати оцінювання конвергентних зв'язків ( $\beta$ -конвергенції) у ланцюзі «економіка – цифровізація» у країнах Європи протягом 1999–2020 рр.

Змінна	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	t-value	p-value	Нижні 95%	Верхні 95%	Sig
Інтегральний індикатор характеристики ланцюга «економіка – цифровізація»	0,057	0,029	1,97	0,049	0,000	0,113	**
Константа	0,144	0,055	2,60	0,009	0,036	0,253	***
Параметри адекватності моделі							
Mean dependent var	0,037		SD dependent var		0,155		
Overall r-squared	0,017		Number of obs		231,000		
Chi-square	3,884		Prob > chi2		0,049		
R-squared within	0,051		R-squared between		0,534		

Примітка: \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%), \*\*  $p < 0,05$  (статистична значимість на рівні 95%).

Таблиця 9.7 – Результати оцінювання конвергентних зв'язків ( $\beta$ -конвергенції) у ланцюзі «освіта – цифровізація» у країнах Європи протягом 1999–2020 рр.

Змінна	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	t-value	p-value	Нижні 95%	Верхні 95%	Sig
Інтегральний індикатор характеристики ланцюга «освіта – цифровізація»	0,021	0,016	1,31	0,190	-0,010	0,051	
Константа	0,087	0,035	2,53	0,012	0,020	0,155	**
Параметри адекватності моделі							
Mean dependent var	0,043		SD dependent var		0,097		
Overall r-squared	0,007		Number of obs		231,000		
Chi-square	1,719		Prob > chi2		0,190		
R-squared within	0,022		R-squared between		0,055		

Примітка: \*\*  $p < 0,05$  (статистична значимість на рівні 95%).



Таблиця 9.8 – Результати оцінювання конвергентних зв'язків ( $\beta$ -конвергенції) у ланцюзі «освіта – національна безпека» у країнах Європи протягом 2005–2019 рр.

Змінна	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	t-value	p-value	Нижні 95%	Верхні 95%	Sig
Інтегральний індикатор характеристики ланцюга «освіта – національна безпека»	0,003	0,017	0,18	0,860	-0,031	0,037	
Константа	0,041	0,032	1,29	0,197	-0,021	0,103	
Параметри адекватності моделі							
Mean dependent var	0,035		SD dependent var		0,049		
Overall r-squared	0,000		Number of obs		154,000		
Chi-square	0,031		Prob > chi2		0,860		
R-squared within	0,000		R-squared between		0,029		

Результати табл. 9.9 свідчать про те, що на сучасному етапі розвитку національні стратегії забезпечення економічної складової національної безпеки залишаються різноманітними та мають помітні відмінності між собою. Це підкреслює необхідність врахування національних особливостей у процесі розробки та коригування, а не орієнтації виключно на міжнародний досвід.

Таблиця 9.9 – Результати оцінювання конвергентних зв'язків ( $\beta$ -конвергенції) у ланцюзі «економіка – національна безпека» у країнах Європи протягом 2005–2019 рр.

Змінна	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	t-value	p-value	Нижні 95%	Верхні 95%	Sig
Інтегральний індикатор характеристики ланцюга «економіка – національна безпека»	0,210	0,046	4,57	0.000	0,120	0,300	***
Константа	0,364	0,074	4,94	0.000	0,220	0,509	***
Параметри адекватності моделі							
Mean dependent var	0,030		SD dependent var		0,140		
Overall r-squared	0,121		Number of obs		154,000		
Chi-square	20,906		Prob > chi2		0,000		
R-squared within	0,202		R-squared between		0,044		

Примітка: \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%).

Послідовна  $\beta$ -конвергенція спостерігається в останньому блоці парних зв'язків (табл. 9.10). Це свідчить про те, що, враховуючи сучасний стан розвитку, вплив цифровізації на національну безпеку набув глобального виміру. Як наслідок, більшість країн мають уніфіковані стратегії протидії викликам цифровій безпеці, які враховують унікальні особливості та швидкість проникнення інформаційних технологій. Тому в цьому контексті міжнародні пропозиції та стратегічні документи повинні бути в центрі уваги керівництва національної економіки.

Таблиця 9.10 – Результати оцінювання конвергентних зв'язків ( $\beta$ -конвергенції) у ланцюзі «національна безпека – цифровізація» у країнах Європи протягом 2005–2019 рр.

Змінна	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	t-value	p-value	Нижні 95%	Верхні 95%	Sig
Інтегральний індикатор характеристики ланцюга «національна безпека – цифровізація»	-0,044	0,018	-2,39	0,017	-0,079	-0,008	**
Константа	-0,027	0,032	-0,83	0,408	-0,090	0,037	
Параметри адекватності моделі							
Mean dependent var	0,049		SD dependent var		0,072		
Overall r-squared	0,037		Number of obs		154,000		
Chi-square	5,725		Prob > chi2		0,017		
R-squared within	0,026		R-squared between		0,201		

Примітка: \*\*  $p < 0,05$  (статистична значимість на рівні 95%).

Аналіз потрійних взаємозв'язків, що виникають у ланцюжку "економіка - освіта - національна безпека - цифровізація", стане наступним кроком дослідження. Як і на попередньому кроці, для знаходження інтегральних показників потрійних взаємозв'язків використаємо мультиплікативну згортку відповідних трьох інтегральних показників.

Таким чином, на рис. 9.16 представлено результати оцінки потрійного взаємозв'язку  $\sigma$ -конвергенції досліджуваного ланцюга.

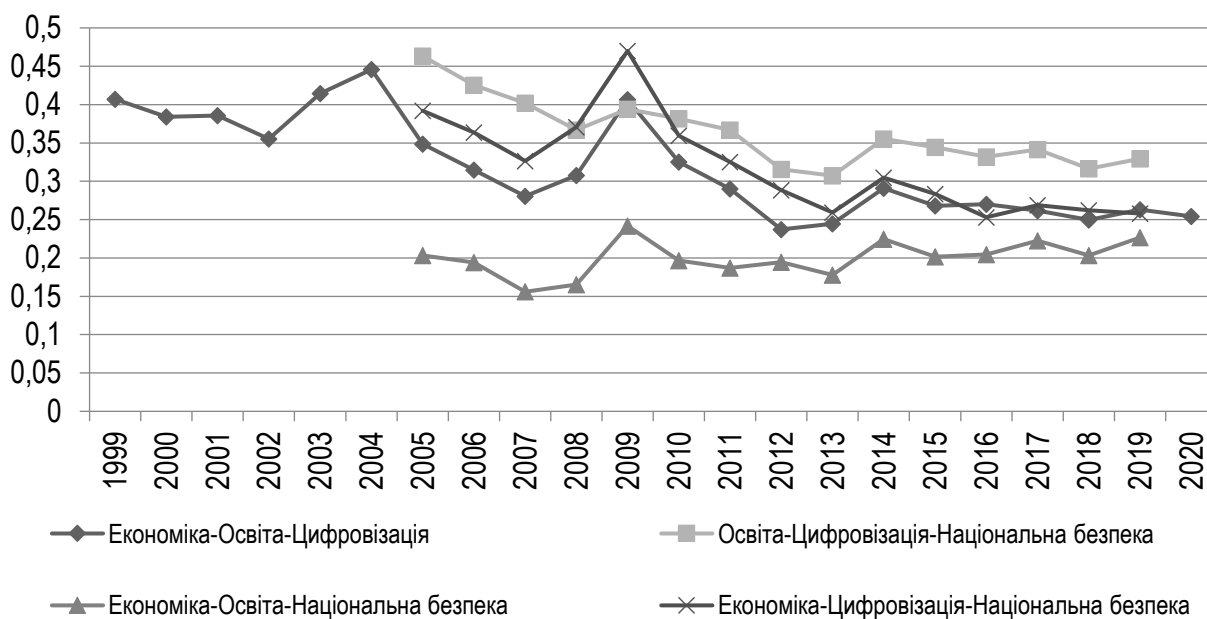


Рисунок 9.16 – Результати оцінювання  $\sigma$ -конвергенції у країнах Європи у розрізі потрійних взаємозв'язків у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація»

При уважному розгляді даних, наведених на рисунку, стає очевидним, що більш складні взаємозв'язки демонструють вищий рівень варіації порівняно з тими, що були виявлені на попередніх етапах дослідження. Отже, відносно стабільними в контексті європейських країн можна вважати лише взаємозв'язки в ланцюжку "економіка - освіта - національна безпека". Натомість для більшості досліджуваних блоків спостерігається тенденція до зниження варіації. Однак дані демонструють певний ступінь волатильності, що не дозволяє зробити остаточний висновок про досягнення конвергенції.

Більш ретельний аналіз  $\beta$ -конвергенції в розрізі досліджуваних блоків показав, що, зокрема, розвиток взаємозв'язків у ланцюжку "економіка - освіта - цифровізація" (табл. 9.11) все ще триває, демонструючи суттєві відмінності між європейськими країнами. З часом ці відмінності можуть посилитися, що підкреслює необхідність постійного коригування національних стратегій економічних та освітніх трансформацій у контексті цифровізації.

Таблиця 9.11 – Результати оцінювання конвергентних зв'язків ( $\beta$ -конвергенції) у ланцюзі «економіка – освіта – цифровізація» у країнах Європи протягом 1999–2020 рр.

Змінна	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	t-value	p-value	Нижні 95%	Верхні 95%	Sig
Інтегральний індикатор характеристики ланцюга «економіка – освіта – цифровізація»	0,048	0,024	2,01	0,045	0,001	0,095	**
Константа	0,186	0,071	2,60	0,009	0,046	0,325	***
Параметри адекватності моделі							
Mean dependent var		0,044	SD dependent var		0,154		
Overall r-squared		0,017	Number of obs		231,000		
Chi-square		4,031	Prob > chi2		0,045		
R-squared within		0,038	R-squared between		0,094		

Примітка: \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%), \*\*  $p < 0,05$  (статистична значимість на рівні 95%).

Паралельно, як свідчать результати таблиці 9.12, національні підходи різних країн до подолання труднощів трансформації освіти, пов'язаної з цифровізацією, поступово зближуються.

Таблиця 9.12 – Результати оцінювання конвергентних зв'язків ( $\beta$ -конвергенції) у ланцюзі «освіта – національна безпека – цифровізація» у країнах Європи протягом 2005–2019 рр.

Змінна	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	t-value	p-value	Нижні 95%	Верхні 95%	Sig
Інтегральний індикатор характеристики ланцюга «освіта – національна безпека – цифровізація»	-0,036	0,018	-2,00	0,046	-0,071	-0,001	**
Константа	-0,038	0,050	-0,75	0,456	-0,136	0,061	
Параметри адекватності моделі							
Mean dependent var		0,062	SD dependent var		0,084		
Overall r-squared		0,025	Number of obs		154,000		
Chi-square		4,000	Prob > chi2		0,046		
R-squared within		0,032	R-squared between		0,056		

Примітка: \*\*  $p < 0,05$  (статистична значимість на рівні 95%).

Результати, наведені в таблицях 9.13 і 9.14, підтверджують, що конвергенція економічних та освітніх перетворень, а також цифровізація економіки в контексті вирішення безпекових викликів залишаються нереалізованими.

Таблиця 9.13 – Результати оцінювання конвергентних зв'язків ( $\beta$ -конвергенції) у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека» у країнах Європи протягом 2005–2019 рр.

Змінна	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	t-value	p-value	Нижні 95%	Верхні 95%	Sig
Інтегральний індикатор характеристики ланцюга «економіка – освіта – національна безпека»	0,132	0,036	3,64	0,000	0,061	0,203	***
Константа	0,391	0,096	4,07	0,000	0,203	0,579	***
Параметри адекватності моделі							
Mean dependent var	0,043		SD dependent var		0,137		
Overall r-squared	0,080		Number of obs		154,000		
Chi-square	13,275		Prob > chi2		0,000		
R-squared within	0,125		R-squared between		0,010		

Примітка: \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%).

Таблиця 3.14 – Результати оцінювання конвергентних зв'язків ( $\beta$ -конвергенції) у ланцюзі «економіка – національна безпека – цифровізація» у країнах Європи протягом 2005–2019 рр.

Змінна	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	t-value	p-value	Нижні 95%	Верхні 95%	Sig
Інтегральний індикатор характеристики ланцюга «економіка – національна безпека – цифровізація»	0,083	0,036	2,29	0,022	0,012	0,154	**
Константа	0,271	0,094	2,87	0,004	0,086	0,455	***
Параметри адекватності моделі							
Mean dependent var	0,057		SD dependent var		0,178		
Overall r-squared	0,033		Number of obs		154,000		
Chi-square	5,245		Prob > chi2		0,022		
R-squared within	0,093		R-squared between		0,146		

Примітка: \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%), \*\*  $p < 0,05$  (статистична значимість на рівні 95%).

У заключному блоці дослідження розглянуто конвергентні взаємозв'язки ланцюга "економіка - освіта - національна безпека - цифровізація" як інтегрований показник комплексних характеристик ланцюга. У результаті, результати, представлені на рис. 9.17, демонструють, наскільки сильно варіюється досліджуваний інтегральний показник при розгляді досліджуваних країн. Однак спостерігаються також значні коливання в часі, що не дозволяє нам з упевненістю сказати, яке майбутнє чекає на зв'язки, що визначають досліджуваний ланцюг.

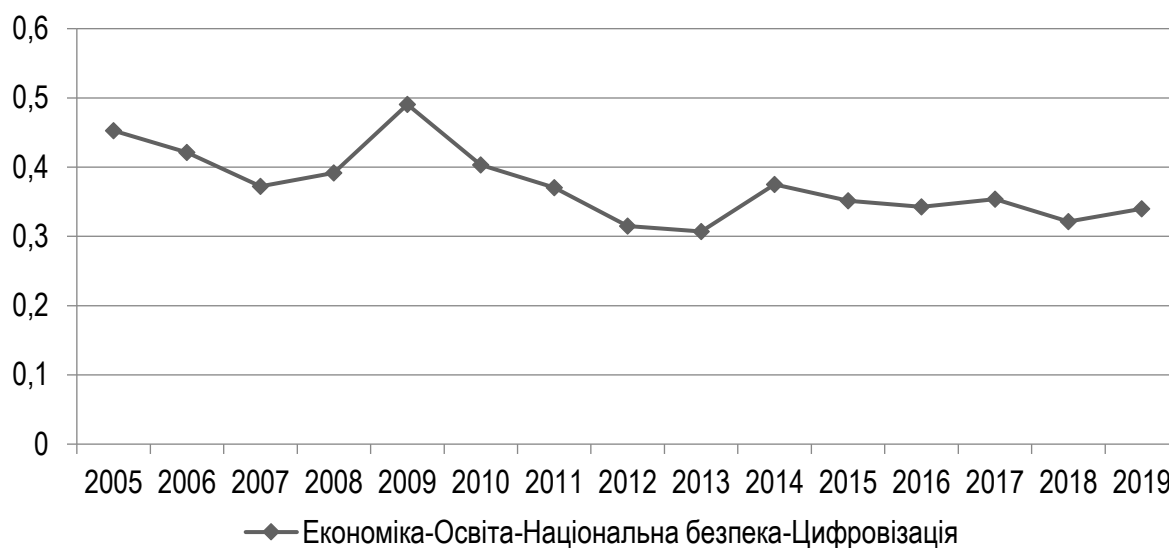


Рисунок 9.17 – Результати оцінювання  $\sigma$ -конвергенції у країнах Європи у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація»

Було ретельно досліджено конвергентні ланки ланцюга "економіка - освіта - національна безпека - цифровізація", і результати (табл. 9.15) показали, що  $\beta$ -конвергенції не було досягнуто у 2005-2020 роках. Таким чином, можна зробити висновок, що на цьому етапі національні економіки повинні бути індивідуально орієнтовані у своїх стратегіях подолання безпекових викликів, пов'язаних з економічними та освітніми трансформаціями в контексті цифровізації. Ці стратегії мають бути спрямовані насамперед на національне середовище та досягнення поставлених державою стратегічних цілей.

Таблиця 9.15 – Результати оцінювання конвергентних зв'язків ( $\beta$ -конвергенції) у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація» у країнах Європи протягом 2005–2019 рр.

Змінна	Коефіцієнт впливу	Станд. похибка	t-value	p-value	Нижні 95%	Верхні 95%	Sig
Інтегральний індикатор характеристики ланцюга «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація»	0,053	0,031	1,75	0,080	-0,006	0,113	*
Константа	0,263	0,111	2,37	0,018	0,045	0,481	**
Параметри адекватності моделі							
Mean dependent var	0,070		SD dependent var		0,175		
Overall r-squared	0,020		Number of obs		154,000		
Chi-square	3,074		Prob > chi2		0,080		
R-squared within	0,052		R-squared between		0,043		

Примітка: \*\*  $p < 0,05$  (статистична значимість на рівні 95%), \*  $p < 0,1$  (статистична значимість на рівні 90%).





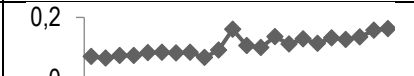










Проаналізувавши дані табл. 9.16, можна зробити такі висновки щодо поточного рівня розвитку національних економік у контексті майбутньої конвергенції:

1) значний рівень конвергенції спостерігається в тенденціях національної безпеки, а також у взаємозв'язках між ланцюгами "освіта - національна безпека - цифровізація" та "національна безпека - цифровізація". Це підкреслює, наскільки важливим є включення планів національної безпеки до комплексних національних програм розвитку та відповідність глобальним тенденціям розвитку для збереження імпульсу до поглиблення конвергенції.

2) європейські країни наразі мають відносно близькі рівні розвитку економіки, освіти та цифровізації, а також ланцюгові взаємозв'язки "економіка - освіта", "економіка - національна безпека" та "освіта - національна безпека". Це дозволяє впроваджувати успішні міжнародні управлінські практики без урахування національних особливостей, що може знизити їхню здатність долати пікові виклики;

3) у міру формування систем "економіка - цифровізація", "освіта - цифровізація", "економіка - освіта - цифровізація", "економіка - національна безпека - цифровізація", "економіка - освіта - національна безпека - цифровізація" потрібно буде здійснювати все більше ланцюгових взаємозв'язків, що вимагатиме найрізноманітніших підходів до управління економікою країни.

Таблиця 9.16 – Результати дослідження конвергентних взаємозв'язків у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація»

Інтегральний індикатор характеристики	Тип конвергенції		Період дослідження
	$\beta$ -конвергенція	$\sigma$ -конвергенція	
Економічного розвитку	0,550***		1999–2020
Галузі освіти	0,112***		1999–2020
Національної безпеки	-0,022*		2005–2019
Цифровізації	0,004		1999–2020
Ланцюга «економіка – освіта»	0,283***		1999–2020
Ланцюга «економіка – цифровізація»	0,057**		1999–2020
Ланцюга «освіта – цифровізація»	0,021		1999–2020
Ланцюга «економіка – національна безпека»	0,210***		2005–2019
Ланцюга «освіта – національна безпека»	0,003		2005–2019
Ланцюга «національна безпека – цифровізація»	-0,044**		2005–2019
Ланцюга «економіка – освіта – цифровізація»	0,048**		1999–2020
Ланцюга «освіта – національна безпека – цифровізація»	-0,036**		2005–2019
Ланцюга «економіка – освіта – національна безпека»	0,132***		2005–2019
Ланцюга «економіка – національна безпека – цифровізація»	0,083**		2005–2019
Ланцюга «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація»	0,053*		2005–2019

Примітка: \*\*\*  $p < 0,01$  (статистична значимість на рівні 99%), \*\*  $p < 0,05$  (статистична значимість на рівні 95%); \*  $p < 0,1$  (статистична значимість на рівні 90%).



### **9.3 Науково-методичні засади формалізації зон комплементарності та мультиплексивних трансмісійних ефектів у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація»**

Розвиток цифрових технологій спричиняє численні структурні та якісні зміни в національній економіці. З одного боку, цифровізація суспільства виступає ключовим фактором підвищення ефективності різних економічних процесів, оптимізації організаційних аспектів та вдосконалення підходів до реалізації економічних відносин. З іншого боку, зростаючий рівень цифровізації зумовлює необхідність постійного розвитку навичок персоналу бізнесу, підвищення цифрової грамотності населення та посилення уваги до захисту бізнесу від інформаційних загроз. Отже, сучасне поле наукових досліджень зосереджується не лише на інтеграції цифрових технологій та економіки, а й на визначенні кінцевого результату її цифровізації. Одночасно розширюється роль цифрових технологій в освіті, що проявляється у появі нових інформаційно-орієнтованих спеціальностей та асиміляції цифрових технологій в освітніх методологіях. Ці фактори підкреслюють важливість дослідження зв'язків між цифровізацією економіки та освіти і результуючими показниками розвитку країни як на макро-, так і на мікрорівні.

Вивчення наукової літератури, присвяченої цифровим технологіям, розпочалося у ХХ столітті у зв'язку з появою нових секторів економіки, пов'язаних з еволюцією інформаційного суспільства. Водночас сучасні підходи до цифровізації викликали підвищений інтерес до новітніх технологій та їхньої інтеграції в усі сектори економіки та суспільства. Зокрема, глобалізація економічних відносин стимулювала динамічне зростання онлайн-комерції, що супроводжується постійним вдосконаленням технічного забезпечення її здійснення [358, 389], а також стратегій залучення клієнтів [360, 361, 362]. Крім того, суттєвий вплив інформатизації та цифрових технологій помітний і в традиційному бізнесі, що призводить до реструктуризації його конкурентних

переваг [363, 364] та створює можливості для перерозподілу ринкових позицій і зміни бізнес-лідерів [365]. Цей значний вплив цифровізації також відображається на трансформації методів та інструментів, що застосовуються в системі освіти [367, 368, 369, 370, 371, 372].

Дослідники також приділяють значну увагу вивченню інформаційних технологій у суспільному житті та соціальним ефектам, які вони генерують [373]. Водночас діджиталізація зараз пронизує систему державного управління і відіграє ключову роль на глобальному рівні [374]. Отже, проникнення інформаційних технологій сприяє підвищенню значення інформаційної та кібербезпеки в забезпеченні національної безпеки [375, 376].

Як видно з рис. 9.17, який демонструє результати, отримані за запитами "цифрова економіка" та "цифрова освіта", варто зазначити, що такі поняття, як "цифровізація економіки" та "цифровізація освіти", рідко зустрічаються в науковій літературі.

Отже, з даних рис. 9.17 можна прийти до висновку, що науковий інтерес до вивчення питань цифрової економіки формується з середини 1990-х років, характеризується досягненням першого піку на початок 2000-х років, а також новою хвилею стрімкого зростання наукового інтересу, починаючи з 2015 року. З іншого боку, проникнення цифрових технологій в систему освіти вперше згадується в наукових книгах також в середині 1990-х років, однак, стає об'єктом активно зростаючого наукового інтересу значно пізніше – лише з 2010 року.

У той же час, аналіз наукових праць, присвячених поняттю "національна безпека", свідчить про те, що питання, пов'язані з національною безпекою, розглядаються в науковій літературі з початку 1800-х років (рис. 9.18). Це, ймовірно, свідчить про зосередження уваги на військовому та оборонному контекстах на початковому етапі дослідження цієї концепції. Всебічне вивчення цього питання набрало обертів у 1910-х роках, позначених хвилями наукового інтересу, а останній значний сплеск припав на 2010-ті роки.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що наразі теми цифровізації економіки та освіти викликають більший науковий інтерес порівняно з наслідками цих процесів для бізнесу та національної безпеки.

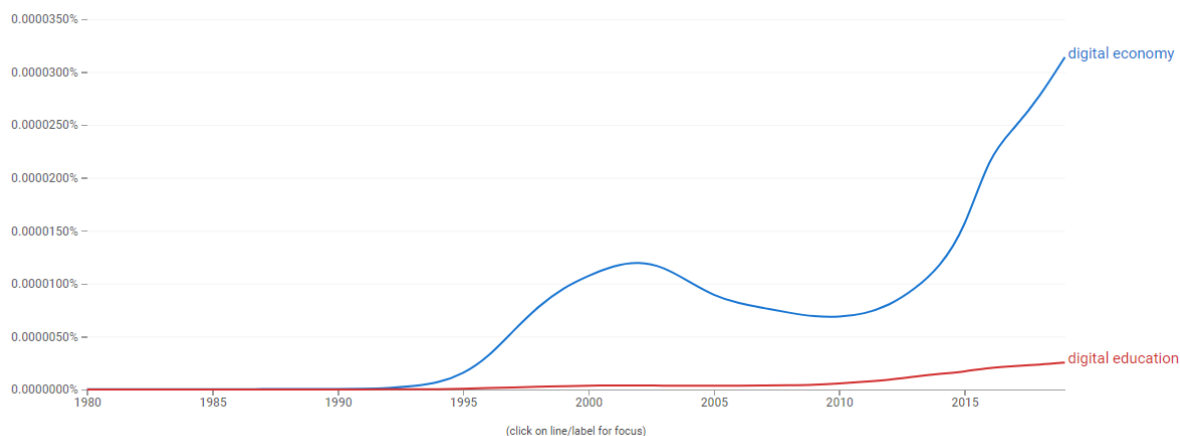


Рисунок 9.17 – Результати аналізу динаміки наукового інтересу до дослідження понять «цифрова економіка» та «цифрова освіта» за період 1980-2019 рр. за допомогою Google Books Ngram Viewer

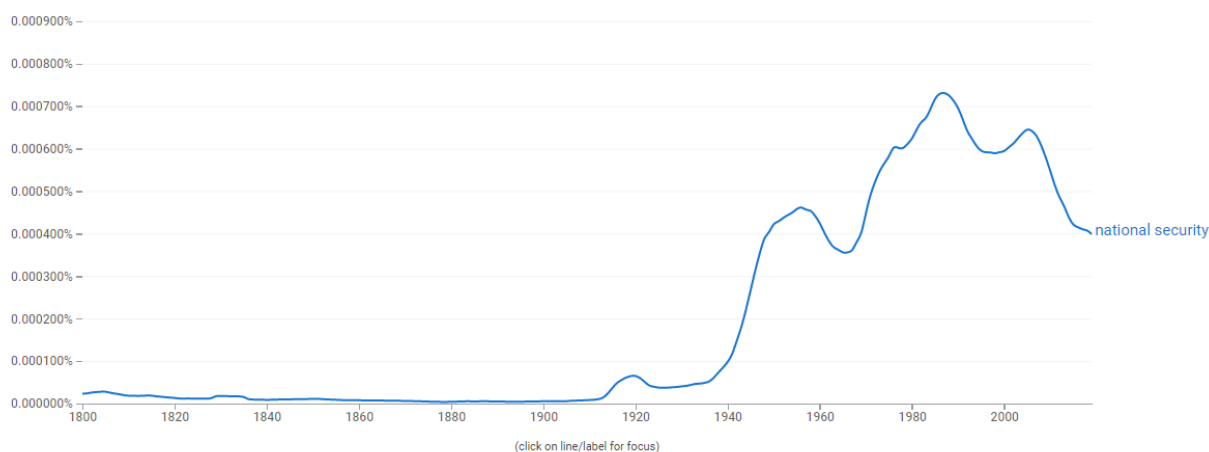


Рисунок 9.18 – Результати аналізу динаміки наукового інтересу до дослідження поняття «національна безпека» за період 1800-2019 рр. за допомогою Google Books Ngram Viewer



Серед виявлених кластерів найбільшим є червоний кластер, що охоплює 53 ключові слова. До цього кластеру увійшли такі терміни, як "людина", "дорослі", "соціальні медіа", "процедури", "освіта", "пандемія", "громадське здоров'я" та інші. Отже, червоний кластер узагальнено як такий, що опосередковує контекст людського розвитку, інновацій та медицини.

Другим за обсягом є зелений кластер (48 ключових слів), що охоплює такі поняття, як "цифрова економіка", "цифрові технології", "сталий розвиток", "інвестиції" та "технологічні зміни". Цей кластер, як правило, обертається навколо контексту інноваційного зростання з використанням цифрових технологій для підвищення економічної ефективності. Третій за значимістю (синій) кластер, що складається з 44 слів, включає такі терміни, як "інформаційні технології", "індустрія 4.0", "прийняття рішень", "автоматизація" та "блокчейн", що дозволяє охарактеризувати його як технологічну та інформаційну революцію. Наступним значним за обсягом є жовтий кластер (43 слова), присвячений цифровим трансформаціям та інноваційним технологіям у бізнесі, з такими ключовими словами, як "електронний бізнес", "конкуренція", "цифрові платформи" та "цифровий бізнес". Фіолетовий кластер скромніший за обсягом і містить 27 ключових слів (зокрема, "вища освіта", "електронне навчання" та "комп'ютерне програмування"), що загалом узагальнюють цифрові технології в системі освіти. Синій кластер, що містить лише 10 слів ("штучний інтелект", "знання", "управління людськими ресурсами", "оцінка ризиків", "безпека даних" тощо), можна охарактеризувати як інформаційні системи в управлінні ризиками.

Наступний етап дослідження передбачає формування вибірки статей одночасно за пошуковими запитамі "освіта" та "діджиталізація". Бібліометричний аналіз вибірки, що складається з 1913 статей, які індексуються наукометричною базою даних Scopus, виявив наявність п'яти кластерів ключових слів (рис. 9.20). Найширшим серед цих кластерів є червоний кластер (141 ключове слово), що включає такі терміни, як "інженерна освіта", "цифрові трансформації", "штучний інтелект" та "освітнє середовище". Це підкреслює, що найширший контекстуальний вимір цифровізації освіти передбачає впровадження цифрових









Аналіз взаємодії контекстів у дослідженнях, що стосуються економіки та національної безпеки, є необхідним, оскільки вивчення економічних передумов та чинників національної безпеки є ще одним важливим напрямом досліджень. Бібліометричний аналіз наукових статей продемонстрував існування п'яти кластерів досліджень, присвячених вивченню цієї тематики (рис. 9.23).

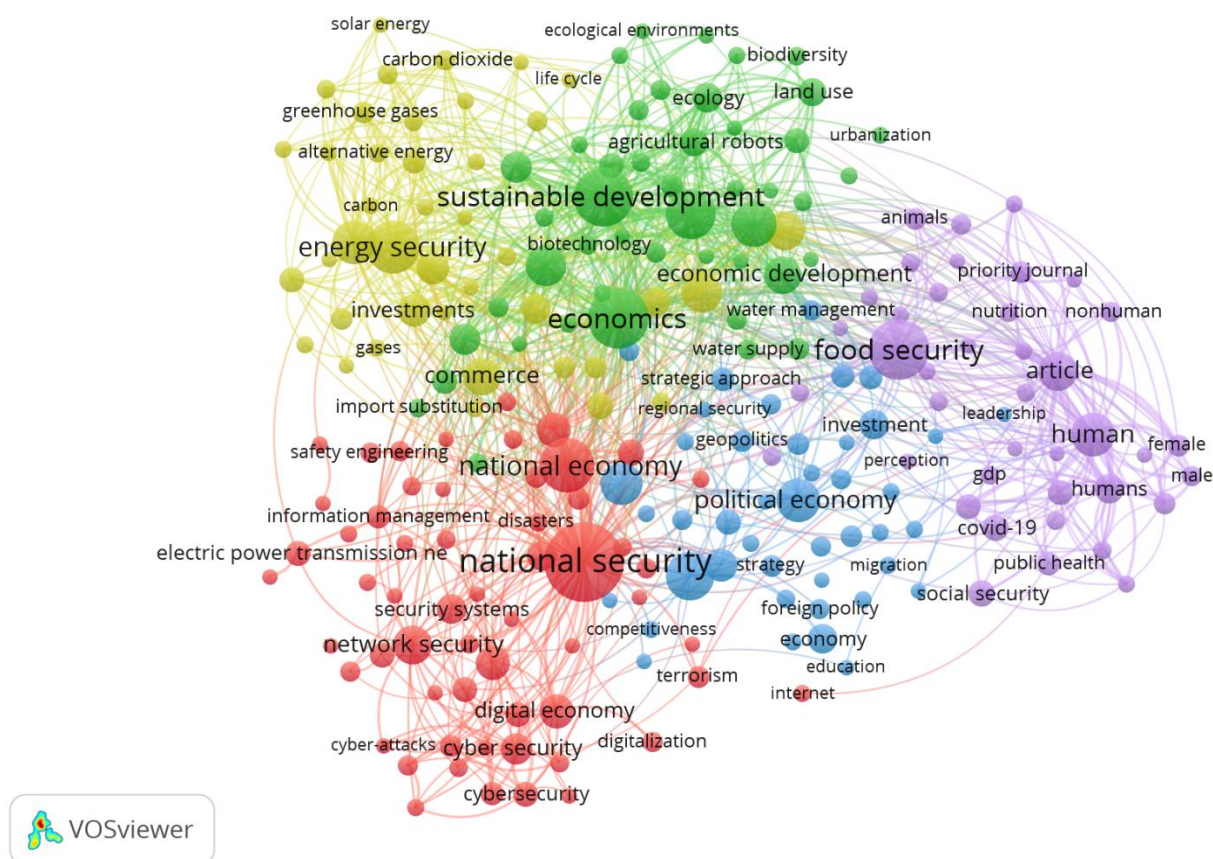


Рисунок 9.23 – Результати бібліометричного аналізу ключових слів, що одночасно зустрічаються у публікаціях, проіндексованих наукометричною базою Scopus, за запитом «економіка» та «національна безпека», за допомогою інструментарію VOSviewer

Серед виявлених кластерів найбільшим є червоний кластер, що складається з 58 ключових слів, серед яких "комп'ютерні злочини", "безпека даних", "інформаційні системи", "управління інформацією" та "цифрові системи". Ця характеристика відповідає забезпеченню цифрової та кібербезпеки для національної економіки. Наступний важливий кластер, зображений зеленим

кольором, охоплює 46 ключових слів, таких як "сталий розвиток", "економічні та соціальні наслідки", "охорона навколишнього середовища" та "аграрний сектор", що свідчить про широкі дослідження в галузі екологічної безпеки та сталого розвитку. Синій кластер, що складається з 43 ключових слів, дає загальну характеристику зовнішньоекономічної безпеки, включаючи такі ключові слова, як "політична економія", "економічна безпека", "зовнішньоекономічна політика", "інвестиції" та "міграція". У свою чергу, жовтий кластер узагальнює 41 поняття, пов'язане з енергетичною безпекою, охоплюючи такі ключові слова, як "енергоефективність", "енергетичні ресурси" та "енергетичний менеджмент". На даному етапі дослідження фіолетовий кластер (40 ключових слів) є найменшим за обсягом і відображає характеристики, пов'язані з соціальною безпекою.

Остання пара досліджуваних понять поєднує в собі освіту та національну безпеку, що дозволило виділити чотири кластери ключових слів (рис. 9.24).

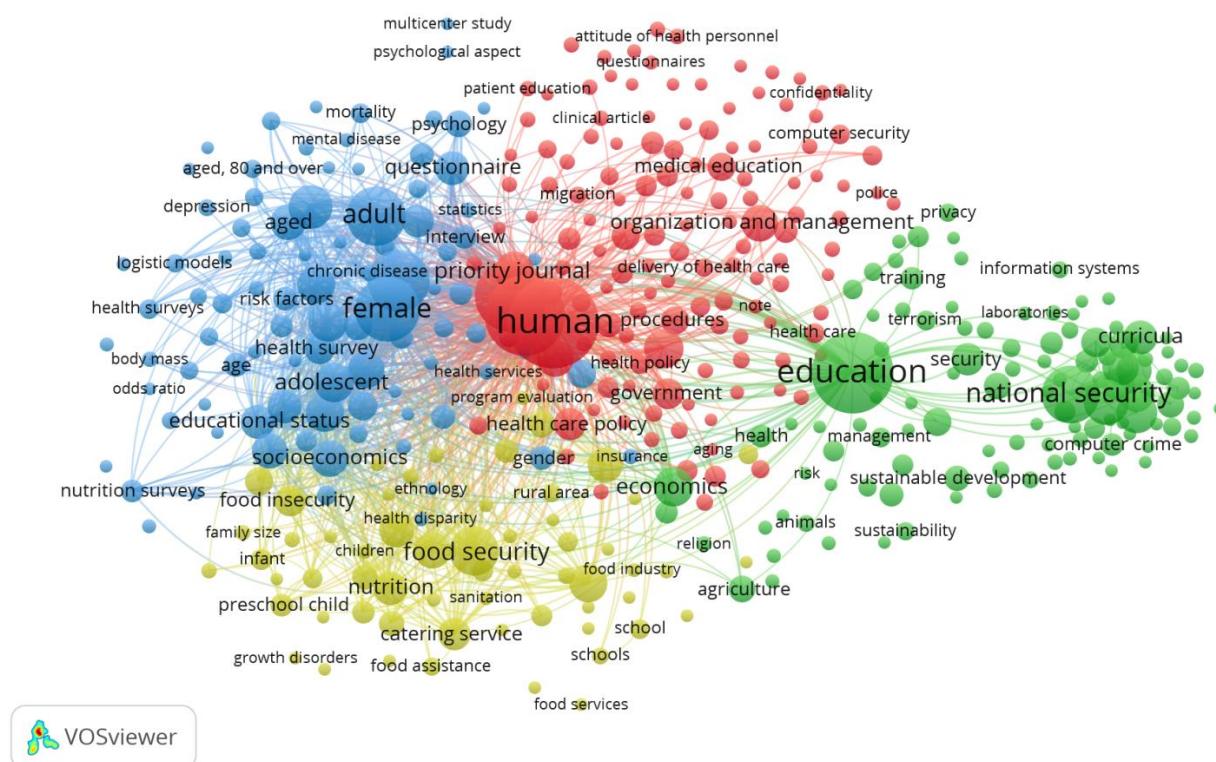


Рисунок 9.24 – Результати бібліометричного аналізу ключових слів, що одночасно зустрічаються у публікаціях, проіндексованих наукометричною базою Scopus, за запитами «освіта» та «національна безпека», за допомогою інструментарію

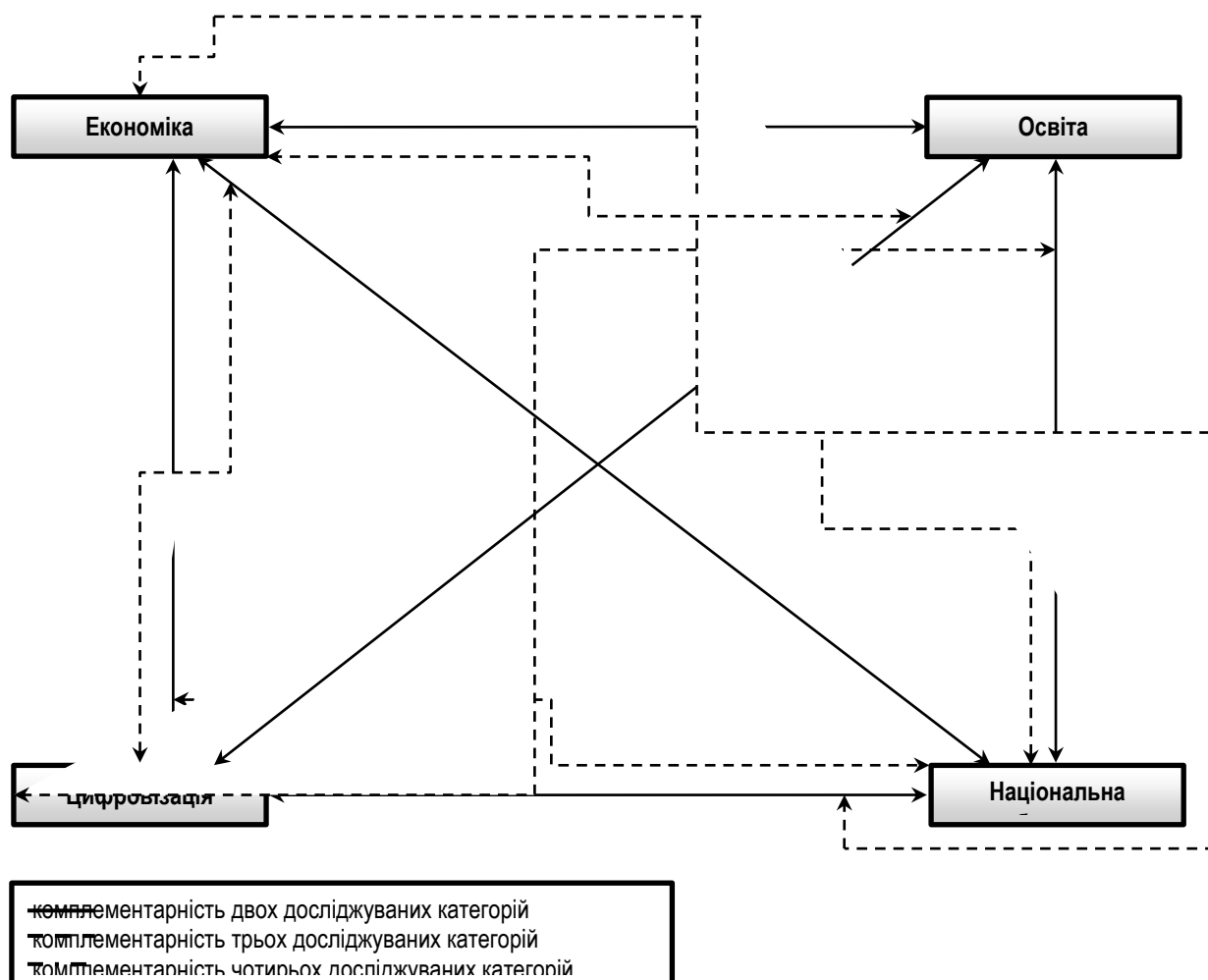
VOSviewer

У цьому блоці найбільший кластер (червоний) включає 137 ключових слів, таких як "громадське здоров'я", "клінічна практика", "медична освіта", "організація та управління" тощо, які дають всебічну характеристику охорони здоров'я та медичної безпеки. Другий за величиною кластер представлений зеленим кластером (114 ключових слів) з такими важливими термінами, як "вища освіта", "безпека даних" і "прийняття рішень", що відображають дослідження в галузі інформаційних технологій та безпеки даних. Синій кластер, що складається з 92 ключових слів, охоплює такі терміни, як "демографія", "соціоекономіка", "психологія", "міжгалузеві дослідження", визначаючи контекстний блок "соціальна безпека та якість життя". Жовтий кластер, хоча й відносно менший за кількістю ключових слів (59 слів), включає такі терміни, як "бідність", "харчування", "продовольча безпека", "харчові звички", що опосередковують дослідження продовольчої безпеки.

У дослідженні виокремлено спільні контексти в розгляді шести пар чотирьох аналізованих концептів, що дозволило встановити не лише попарну комплементарність, а й обґрунтувати мультиплексні зв'язки, які опосередковують зони комплементарності між парами і трійками досліджуваних концептів, а також усім комплексом у цілому. Систему взаємозв'язків і зон комплементарності досліджуваних концептів узагальнено на рис. 9.25.

Отже, взаємне посилення розвитку економіки та освіти проявляється через появу нових видів і форм підприємництва, які потребують відповідних навичок і компетенцій. Це обґрунтовує попит і пропозицію на ринку праці та призводить до структурних кількісних і якісних трансформацій системи освіти. В умовах цифровізації цей взаємозв'язок опосередковується заміщенням традиційних технологій цифровими, що зумовлює необхідність відповідної професійної підготовки та визначає структурну трансформацію економічної системи. Зокрема, в умовах діджиталізації значного поширення набувають електронні фінансові технології та електронна комерція. Розвиток електронного бізнесу створює новий ризик - електронне шахрайство, що вимагає впровадження нових технологій захисту та задоволення потреб національної безпеки, зокрема в частині

кібербезпеки. Це, своєю чергою, зумовлює розширення освітніх компонентів, таких як цифрова грамотність та безпека даних.



Запобігання цифровій злочинності  
 Підприємництво та цифрові технології  
 Соціальна безпека  
 Фінтех, електронний бізнес  
 Ризик-менеджмент  
 Безпека даних  
 Людський розвиток, охорона здоров'я, соціальна та особиста безпека  
 Продовольча, економічна та енергетична безпека  
 Цифрові технології у вирішенні завдань  
 Кібербезпека  
 Сталий розвиток  
 Інформаційні технології в публічному управлінні та забезпеченні інфраструктури  
 Онлайн-освіта та підприємництво

Рисунок 9.25 – Формалізація зон комплементарності та мультиплексивних трансмісійних ефектів, що виникають у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація»

В умовах цифровізації забезпечення національної безпеки пов'язане з розвитком інфраструктурних технологій, створенням цифрового врядування та безпосереднім запобіганням цифровим злочинам. Це зумовлює необхідність створення систем управління ризиками з новими технологічними компонентами. В епоху оцифрування критично важливо, щоб вектори, пов'язані з продовольчою безпекою, енергетикою, навколишнім середовищем і суспільством, продовжували залишатися актуальними. Цифрові технології надають більше можливостей з точки зору їх вимірювання та доступності. Однак слід визнати, що для подолання викликів майбутнього людський розвиток залишається фундаментальним елементом, який повністю пов'язаний зі змінами в освіті, технологіях та економіці. Таким чином, управлінські рішення та стратегічно орієнтовані економічні та освітні ініціативи повинні прийматися з урахуванням цього.

#### **9.4 Визначення якості вищої освіти та роль освіти у подоланні цифрових розривів та забезпеченні цифрової інклюзії**

Однією з ключових детермінант, що дозволяє цим технологіям реалізувати весь свій потенціал, є високий рівень цифрової інклюзії, оскільки наявність робочої сили та споживачів цифрових послуг, які не мають необхідних цифрових навичок, а також фізичного й матеріального доступу до інформаційно-комунікаційних технологій (далі ІКТ) та інтернету, несумісні з цифровою економікою. Забезпечення високого рівня цифрової інклюзії є важливим для суспільства, щоб реалізувати весь потенціал цифрової економіки, підтримуючи інтеграцію всіх громадян та усуваючи бар'єри для інформації та послуг. Це зумовлено тим, що цифрова інклюзія формує комплекс економічних, соціальних, політичних та інституційних вигід індивідуумів, громад та країни від вільного доступу та навичок використання ІКТ та інтернетом, які також мають бути вимірянні.

На рівні окремого індивідуума наявність доступу до ІКТ, інтернету та цифрові навички відіграють ключову роль у забезпеченні якості життя, що підкреслюється в Цілях сталого розвитку. Важливим є те, що цифрова інклюзія підвищує можливості працевлаштування; розвиває технологічні навички, необхідні для конкуренції у світовій економіці; знижує соціальну ізоляцію через розширення можливостей комунікацій; покращує можливості забезпечення здоров'я через онлайн доступ до системи охорони здоров'я, що стає все більш цифровізованою, що особливо актуально в умовах пандемії коронавірусної інфекції; забезпечення доступу до державних послуг тощо.

На макрорівні цифрова інклюзія допомагає створювати ВВП та сприяє економічному розвитку країни, як вже було сказано в Розділі 2. Високий її рівень підвищує продуктивність в усіх сферах економічної діяльності, стимулює розробку нових процесів і продуктів, підвищує заробітну плату і сприяє розвитку кар'єри працівників, які їх використовують, підвищує доступність колективних послуг (охорона здоров'я, освіта, державний сектор) та їх ефективність, і навпаки.

На мегарівні цифрова інклюзія забезпечує подолання економічної та соціальної нерівності між країнами, що сприятиме досягненню Цілей сталого розвитку.

Саме четвертою метою концепції сталого розвитку, схваленої в 2015 році ООН і реалізованої в національних стратегічних програмах більшості країн, є забезпечення якісної системи освіти.

Якість освіти є складним і багатовимірним поняттям, яке досить важко оцінити та об'єктивно виміряти. На основі аналізу наукових праць, звітів міжнародних організацій у цій галузі, аналізу наявної відкритої статистичної бази для міжкраїнного порівняння прийнято наступне рішення. Комплексну оцінку якості вищої освіти ми починаємо з показників, що характеризують ресурсне забезпечення системи вищої освіти, тобто те, без чого вона не зможе ефективно функціонувати. Ресурсне забезпечення передусім включає фінансові та трудові ресурси. Через високу варіативність параметрів для підвищення якості дослідження доцільно зменшити їх кількість до оптимального розміру. Для цього

ми використовуємо дослідницький факторний аналіз (EFA), що дозволяє об'єднати вихідні параметри, тісно корельовані між собою, в окремі інтегровані фактори, тим самим зменшивши їх кількість.

Статус знання як найвищої мети людини за останнє століття помітно втратив свою вагу, хоча Болонська реформа є радше відповіддю на такий стан речей, аніж причиною "моделі суспільства знань", яка поступово набирає обертів у Європі. Відповідно, коли знання стають масовими, вони не можуть розвиватися за елітарною моделлю незацікавленого "знання заради самого знання". Зрозуміло, що це дратує прихильників елітарної моделі. Наразі це єдиний спосіб реформувати освіту таким чином, щоб збільшити соціальну гармонію та економічне зростання на європейському континенті. На жаль, у багатьох університетах викладачі все ще змушують студентів вручну писати статті або переписувати матеріали курсів перед оцінкою. Таке "писання" відбувається і під час аудиторних занять, і під час карантину. Але такі методи навчання справедливо вважаються неефективними [377].

Це такі типи роботи:

- 1) читання тексту + запис після прочитання;
- 2) читання + конспектування тексту і запис під час читання;
- 3) читання тексту + механічне дослівне записування ключових ідей;
- 4) читання тексту без нотаток.

Заробітна плата науково-педагогічних або науково-педагогічних працівників університетів України є значно нижчою, ніж у провідних країнах світу. Річна заробітна плата у 2017/2018 н.р. найбільш кваліфікованого персоналу - професорів в Україні становила 5,7 тис. доларів США, у Великій Британії - 116,7 тис. доларів, у Німеччині - 99,5 тис. доларів; викладачів (лекторів) - 4,7 тис. доларів в Україні, 54,2 тис. доларів - у Великій Британії, 58,8 тис. доларів - у Німеччині [378; 379]. Частка видатків на вищу освіту у видатках зведеного бюджету з 2015 по 2018 рік зменшилася з 4,6 % до 3,5 %, а у відсотках до ВВП - з 1,6 % у 2015 році до 1,3 % у 2018 році та до 1,2 % у 2019 році. Такі обсяги відповідають рівню 2016 року

країн ЄС-ОЕСР, але через існуючі відмінності між системами вищої освіти різних країн чітке порівняння неможливе.

Державні витрати на вищу освіту у відсотках від державних витрат на освіту у мирний час в цілому по Україні становили 25% і відповідали рівню розвинених країн з високим рівнем доходів: у Німеччині - 26%, Польщі - 23%, Великій Британії - 26% [378]. Так, в Україні в номінальному вираженні витрати на одного студента ВНЗ з 2015 по 2019 рік зросли більш ніж у півтора рази - з 19,3 до 30,4 тис. грн. [380]. Однак, враховуючи девальвацію гривні за цей час, вони не тільки не зросли, а й суттєво зменшилися. Державні витрати на одного студента у відсотках від ВВП на душу населення у 2016-2017 роках, за даними Світового банку, в Україні були відносно високими - 34,5%. Для порівняння: у Німеччині ці витрати становлять 33,6%, Польщі - 25,4%, Великій Британії - 38%. Але через низький рівень ВВП на душу населення в Україні обсяг коштів є недостатнім. Порівняно з іншими країнами світу, витрати на одного студента в Україні є найнижчими, у 2016 році вони становили 0,86 тис. доларів, у Великій Британії - 16,9 тис. доларів, Німеччині - 14,25 тис. доларів, Польщі - 3,1 тис. доларів [378].

Питання про те, як виміряти якість вищої освіти, залишається невирішеним. Однак деякі науковці мають кілька власних пропозицій щодо вирішення цієї проблеми [381]. Наприклад, якість вищої освіти можна оцінювати на основі комплексних показників, що формуються як сукупність окремих індикаторів. На думку В. Бахрушина [382], у найпростішому випадку такий єдиний індекс є зваженою сумою кожного з індексів:

$$I = \alpha_1 I_1 + \alpha_2 I_2 + \dots + \alpha_n I_n, \quad (9.4)$$

де  $\alpha_i$  визначається шляхом діагностичного обстеження і має бути виконано наступне:

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n = 1. \quad (9.5)$$



Цей метод використовується для розрахунку та визначення найкращих університетів, таких як Times, ARWU, QS, Webometrics та ТОП-200 університетів України. Другий приклад - коефіцієнт К. Його можна знайти в книзі Аскерова. Вчений вважає, що новий стандарт людського розвитку знаходиться в центрі уваги сучасних країн [383]. Якщо сума виконаної частини (а) і незавершеної частини (h) завдання (фізичного або інтелектуального) дорівнює 1, то можна записати  $a + h = 1$ . Новий стандарт називається коефіцієнтом якості (К), який визначається за наступною формулою:

$$K = a / h = a / 1 - a. \quad (9.6)$$

Коефіцієнт К показує, що частина виконаної роботи (а) перевищує частину незавершеної роботи (1 - а). Цей стандарт є альтернативним методом виробництва (у відсотках). К має різні значення залежно від застосування. Наприклад, при оцінці знань, К відноситься до співвідношення між тим, що ми знаємо, і тим, що ми не знаємо [384]. Третій приклад може базуватися на еквівалентному методі [384; 385]. Для використання якісних методів оцінювання якості вищої освіти необхідно розробити систему показників оцінювання, яка б визначала ступінь або шкалу цих показників, а також розробити стандарти інтерпретації результатів. Зрозуміло, що деякі характеристики та показники можуть бути оцінені за допомогою формальних методів, а інші - лише за допомогою евристичних методів. Оскільки для того, щоб розрахувати будь-який з вищезазначених коефіцієнтів, необхідно завершити процес соціального опитування, ми вирішили відкласти це завдання до наступного навчального року.

Ми можемо стверджувати, що, незважаючи на певні ризики, пов'язані з міжнародною трудовою міграцією, як фактором соціальних трансформацій, вона може бути позитивним досвідом для багатьох студентів. Вони часто мають навички та кваліфікацію, які шукають роботодавці, і часто готові працювати за нижчу заробітну плату, ніж інші працівники. Це робить їх привабливим варіантом для роботодавців, і, як наслідок, вони часто можуть знайти роботу легше, ніж інші

працівники. За умови ретельного планування та підготовки студенти можуть максимально використати можливості, які пропонує міжнародна трудова міграція.

Однак у цієї тенденції є й негативні сторони. Однією з них є те, що вона може призвести до "відтоку мізків" кваліфікованих працівників з країн, що розвиваються. Це пов'язано з тим, що коли студенти з цих країн мігрують до розвинених країн на роботу, вони часто не повертаються. Однією з наших цілей було перевірити, як державне фінансування впливає на потоки студентської міграції. Для цього ми використали метод лінійної кореляції (рис. 9.26). Припускаючи високий результат, ми були здивовані, коли виявили слабку кореляцію між двома показниками.

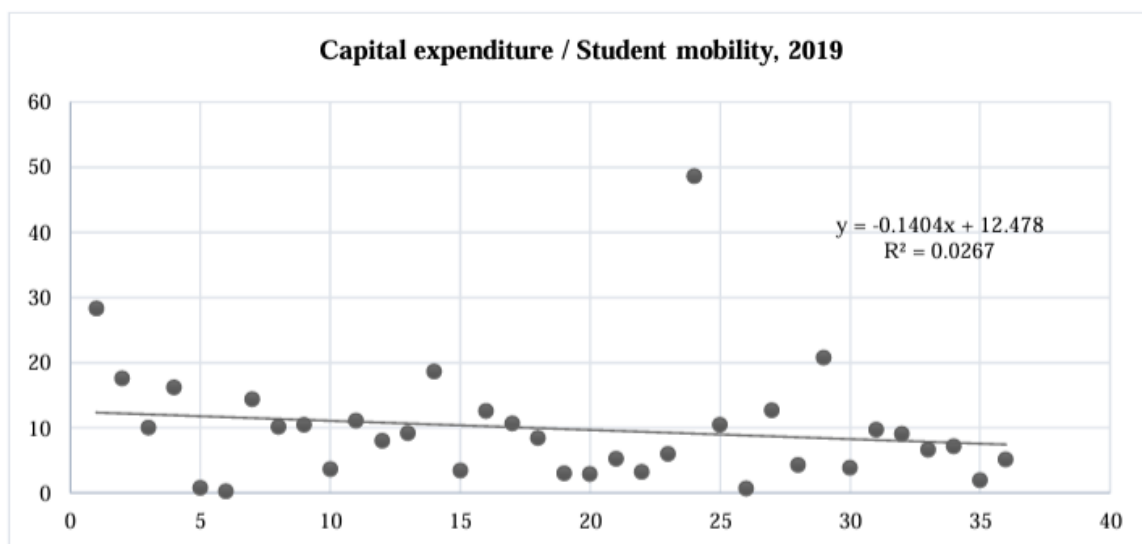


Рисунок 9.26 - Кореляція між державними капітальними видатками та міжнародною мобільністю студентів у країнах ОЕСР, 2019 рік

Щоб краще зрозуміти ситуацію, ми проаналізували академічну мобільність через середні витрати університетів на одного студента. У цьому випадку ми виявили високу взаємозалежність (рис. 9.27). У випадку глобальної освітньої конкуренції це означає, що коли один університет збільшує свої витрати на одного студента, існує значна ймовірність того, що інші університети також збільшать свої витрати на одного студента.

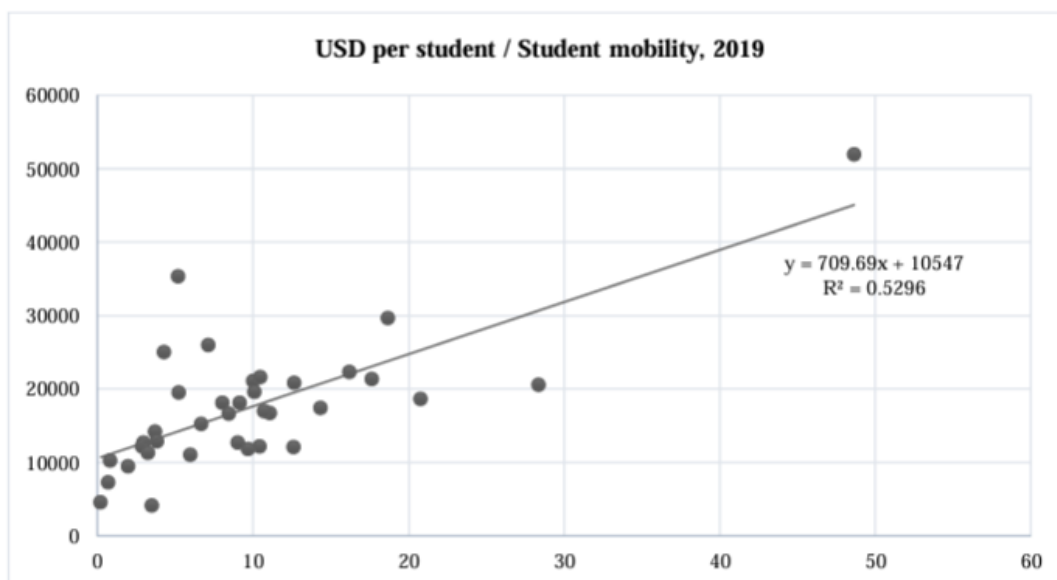


Рисунок 9.27 – Кореляція між середніми національними витратами на одного студента та міжнародною мобільністю студентів у країнах ОЕСР, 2019 рік

Загалом, за допомогою кореляційного аналізу ми виявили, що більшість країн ОЕСР мають високі освітні системи, які є фінансово життєздатними. Однак, водночас, існують деякі проблемні питання, які слід розглянути для покращення доступу до якісної освіти для всіх студентів, такі як залучення міжнародних організацій для додаткового фінансування, організація освітніх грантів та стипендій, а також надання студентських кредитів. Крім того, слід серйозно шукати можливості для забезпечення реального працевлаштування іноземних студентів.

Цей зв'язок не дуже сильний, але статистично значущий і свідчить про те, що підвищення мобільності студентів може призвести до покращення загальної якості життя нації. З'являється все більше доказів того, що відтік людського капіталу відіграє все більш важливу роль у міжнародній студентській мобільності. Ця тенденція, ймовірно, збережеться, оскільки глобальна економіка стає все більш взаємопов'язаною. Студенти, які зможуть навчатися за кордоном, матимуть явну перевагу на ринку праці, оскільки вони будуть краще підготовлені до вимог глобальної робочої сили. Ті ж, хто не зможе навчатися за кордоном, опиняться у суттєво невігідному становищі, оскільки конкуруватимуть з кандидатами, які

мають ширший набір навичок. Це може призвести до зростання безробіття та подальшої нерівності в суспільстві.

Існує низка причин, чому університети стають все більш привабливими для іноземних студентів. Одним з найважливіших факторів є фінансова привабливість університетів. В останні роки через інфляцію та глобальну економічну нестабільність плата за навчання зростала в усьому світі, що ускладнювало доступ до вищої освіти для студентів з низьким рівнем доходу. Однак багато університетів у країнах ОЕСР пропонують знижену плату за навчання або стипендії для іноземних студентів, що робить їхнє навчання більш доступним.

На завершення цього розділу, вищу освіту слід сприймати як природний глобальний ринок. Конкуренція між навчальними закладами за залучення іноземних студентів стала жорсткою, а якість освіти стала важливим фактором у процесі прийняття рішень студентами. Як наслідок, навчальні заклади повинні бути готовими запропонувати високоякісну освіту, що відповідає потребам сучасного глобального студентства. Результати регресії показують, що на кожне зростання мобільності студентів припадає відповідне зростання національних індексів "Сходи життя".

Варто зазначити, що не існує єдиного та впорядкованого визначення поняття "якість освіти", але більшість світових стандартів освітньої політики спрямовані на вимірювання таких ключових факторів, як академічна успішність студентів, умови навчання в університеті та доступ до матеріально-технічних ресурсів. Крім того, міжнародні стандарти якості освіти можуть допомогти інформувати та формувати освітню політику як на національному та місцевому рівнях, так і на глобальному універсальному рівні.

Здобуття якісної вищої освіти - це не просто навчання за кордоном або отримання диплому з відзнакою престижного вищого навчального закладу. Це зміна форми, змісту та способу оцінювання суспільства, виховання незалежного способу мислення та критичної моделі бачення. У цьому сенсі будь-які передові освітні концепції, міжнародні стандарти якості та ефективні освітні практики, які

приймаються і нав'язуються великій кількості студентів у різних країнах, є соціальними стовпами, що заслуговують на нашу пильну увагу.

## **10 ВЕРИФІКАЦІЯ ТА АНАЛІЗ ВПЛИВУ КОНВЕРГЕНТНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ НА БЕЗПЕКУ КРАЇНИ**

### **10.1 Верифікація ключових каналів, через які конвергенція освітніх та економічних трансформацій впливає на рівні економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни**

Трансформаційні зрушення, що відбуваються в економіках різних країн під час переходу до ринкової системи відносин, спричинили структурні зміни в різних сферах людської діяльності. Ці зміни призвели до суттєвого скорочення виробництва, послаблення продовольчої та економічної безпеки, посилення просторової неоднорідності та поляризації регіонів. Наразі спостерігаються активні процеси економічної конвергенції між країнами з різним рівнем економічного розвитку, причому темпи економічних перетворень у країнах з вищим рівнем економічного розвитку є помітно повільнішими порівняно з країнами, що відстають.

У цьому контексті роль освіти є ключовою і визначається двома фундаментальними принципами на глобальному рівні. По-перше, освіта в її традиційній формі відіграє вирішальну роль у генеруванні інвестицій для економічного розвитку країни. Чим вищий рівень освіти серед населення, тим краща якість людського капіталу, який, у свою чергу, має потенціал для більш значного внеску в економічний прогрес країни. По-друге, відповідно до Цілей сталого розвитку ООН у сфері освіти, основна увага приділяється інклюзивній та справедливій якійсній освіті, спрямованій на зменшення економічної нерівності як всередині країни, так і в міжнародному масштабі.

Зважаючи на важливість конвергенції економічних та освітніх трансформацій, існує потреба перевірити гіпотезу про існування функціонального зв'язку між цими трансформаціями та рівнями економічної, соціальної та інформаційної безпеки в країні. Для вирішення цього завдання в роботі

пропонується використовувати структурне моделювання - методологію, що охоплює методи багатовимірного аналізу, які сприяють дослідженню взаємозв'язків між явними та латентними змінними.

Унікальність структурного моделювання полягає в його зв'язку з математичним, імітаційним та статистичним моделюванням. Ця особливість робить його цінним інструментом для виявлення структурних характеристик економічного об'єкта, моделювання функціонування системи при фіксованих факторних впливах та адаптації до різних часових рамок при зміні зовнішніх і внутрішніх факторів.

Формалізоване представлення системи за допомогою структурних одночасних рівнянь (рівняння 10.1) підкреслює необхідність введення в дослідження екзогенних та ендогенних змінних та визначення функціональних зв'язків між ними.

$$\begin{cases} Y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + \varepsilon_1 \\ Y_2 = b_{21}Y_1 + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + \varepsilon_2 \\ Y_3 = b_{31}Y_1 + b_{32}Y_2 + a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \dots + a_{3n}x_n + \varepsilon_3 \\ \dots \\ Y_m = b_{m1}Y_1 + b_{m,m-1}Y_{m-1} + a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n + \varepsilon_m \end{cases} \quad (10.1)$$

де  $Y_m$  – залежна змінна (ендогенна);

$x_n$  – незалежна змінна (екзогенна);

$b_{mn}$  і  $a_{mn}$  – структурні коефіцієнти моделі;

$\varepsilon_m$  - залишкова величина.

Діаграма (рис. 10.1) відображає графічне зображення загального вигляду структурної моделі. Змінні  $Y_1, \dots, Y_n$  ми називаємо латентними (прихованими). Вони створюються на основі фактичних, явних статистичних даних і призначені для характеристики певної системи (економічної, інституційної чи організаційної).

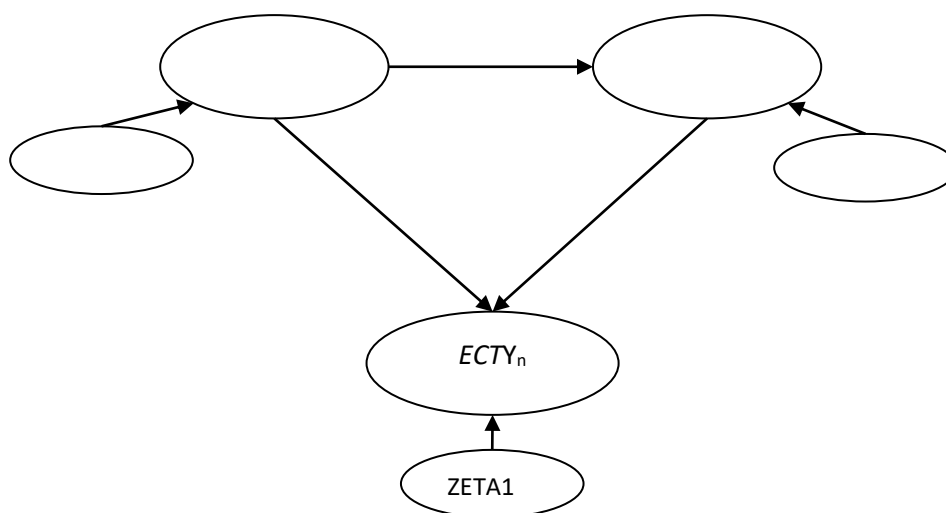


Рисунок 10.1 – Схематичне представлення структурної моделі (загальний вигляд)

Для визначення основних каналів, через які конвергенція освітніх та економічних трансформацій впливає на рівень економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни, необхідно сформувати масив вхідних даних. У попередніх розділах було досліджено рівні конвергенції освітніх та економічних трансформацій, а також рівні економічної, соціальної та інформаційної безпеки з використанням конкретних статистичних показників для розрахунку відповідних індексів. Цей набір даних слугуватиме основою для структурного моделювання, що охоплюватиме 15-річний проміжок часу з 2005 по 2019 рік, зосереджуючись на послідовній вибірці країн Центральної та Східної Європи. Математичні розрахунки будуть виконані за допомогою модулів програмного забезпечення STATISTICA 10.

Для перевірки гіпотези необхідно ввести п'ять латентних змінних:

- EDT: Рівень освітньої трансформації
- EST: Рівень економічних перетворень
- EB: Економічна безпека
- SB: Соціальна безпека
- IB: Інформаційна безпека

У попередніх розділах освітні трансформації були визначені на основі 28 статистичних показників, економічні трансформації - на основі 29 показників, економічна безпека - на основі 19, соціальна безпека - на основі 20, а інформаційна



безпека - на основі 14 показників. Для побудови структурної моделі важливо визначити найбільш значущі показники в кожній категорії. Зручним методом для відбору статистично значущих показників є аналіз головних компонент (РСА). Ця методика дозволяє виявити групи змінних (компонентів) з прихованими взаємозв'язками, що висвітлюють досліджуване явище з певної функціональної точки зору. Оптимальна кількість факторів, серед яких обираються релевантні показники, визначається за допомогою критерію Kurtosis, а побудований на його основі графік показує точку на графіку, де лінія стає більш плавною, що означає оптимальну кількість факторів.

Початковий крок передбачає відбір змінних з першого набору показників, тобто економічних трансформацій. За допомогою спеціальної моделі в програмі STATISTICA 10 отримано графік скрейдограми (рис. 10.2) та таблицю власних значень для обраних факторів (табл. 10.1).

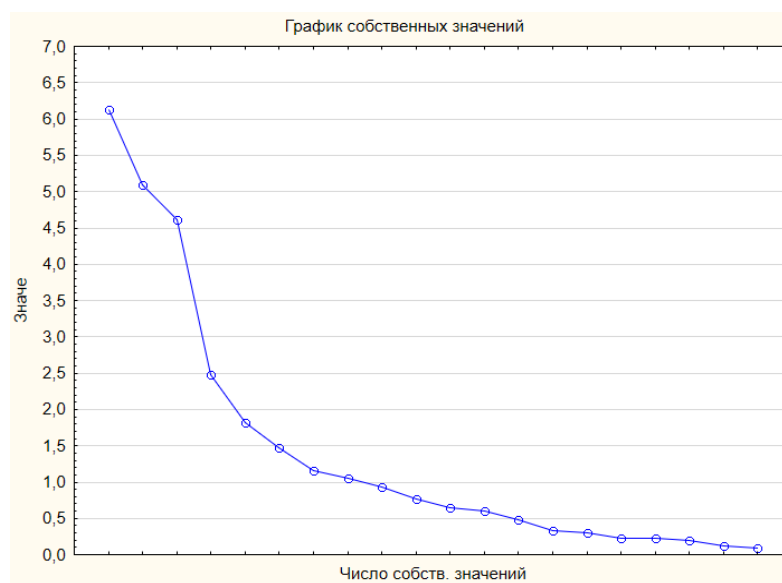


Рисунок 10.2 – Графік критерію каменистого осипу для показників економічних трансформацій

Вивчення отриманої діаграми, власних значень та загальної частки дисперсії показало, що вісім виокремлених компонент є найбільш придатними для цього набору індикаторів економічних перетворень. Ця кількість компонент є

достатньою для додаткового аналізу, враховуючи, що кумулятивний відсоток загальної варіації для шести обраних компонент перевищує 70%.

Таблиця 10.1 – Власні значення та частка загальної дисперсії для показників, які ідентифікують економічні трансформації

Головні компоненти	Власні значення	% загальної дисперсії	Кумулятивний % загальної дисперсії
Компонента 1	6,14	21,16	21,16
Компонента 2	5,10	17,59	38,75
Компонента 3	4,61	15,91	54,65
Компонента 4	2,48	8,56	63,22
Компонента 5	1,82	6,27	69,49
Компонента 6	1,48	5,10	74,59
Компонента 7	1,16	4,00	78,59
Компонента 8	1,05	3,62	82,21

Наступним аналітичним кроком є визначення факторного навантаження кожної змінної в межах кожної обраної компоненти (табл. 10.2).

Таблиця 10.2 – Факторні навантаження виділених головних компонент для показників економічних трансформацій

Змінні	Компоненти					
	Комп. 1	Комп. 2	Комп. 3	Комп. 4	Комп. 5	Комп. 6
1	2	3	4	5	6	7
VAa	0,09	-0,05	-0,01	-0,11	0,01	-0,01
CO2el	0,04	0,09	-0,34	-0,02	0,63	-0,63
CO2man	0,05	0,43	-0,05	-0,37	-0,37	0,30
CO2ot	-0,05	-0,10	0,30	0,77	-0,35	0,27
CO2b	-0,03	0,06	0,04	-0,06	0,02	0,94
Coal	0,05	0,47	-0,58	0,32	0,43	0,24
Hyd	-0,08	0,10	0,18	0,30	-0,85	0,00
Gas	0,07	-0,20	0,80	0,16	-0,24	0,24
Nuc	-0,06	-0,04	-0,17	-0,79	0,07	0,36

## Продовження таблиці 10.2

1	2	3	4	5	6	7
Oil	-0,02	0,07	0,07	0,21	-0,47	-0,03
Ren	0,05	-0,24	0,37	0,14	0,24	0,01
Ema	-0,03	0,89	0,29	0,08	-0,06	-0,07
Emi	0,19	-0,08	-0,74	-0,40	0,11	-0,05
Ems	-0,09	-0,93	0,17	0,17	0,00	0,11
Exp	0,85	0,02	0,04	0,01	0,00	-0,03
FDI	-0,30	-0,56	0,18	-0,38	-0,39	-0,19
GDP	0,95	0,06	-0,02	-0,01	-0,01	0,01
Gini	0,10	0,24	0,60	0,49	-0,07	-0,29
GCF	0,89	0,03	0,09	0,04	0,02	-0,05
Imp	0,94	0,09	0,07	-0,02	0,04	-0,02
VAi	0,94	0,01	-0,08	0,01	0,05	0,00
Infl	-0,15	0,07	0,18	-0,11	0,15	-0,03
Vam	0,87	-0,03	-0,12	0,04	0,08	0,01
NB	0,07	0,78	0,26	-0,22	0,29	0,11
RP	0,04	0,03	-0,87	0,01	0,04	-0,20
VAs	0,62	0,18	0,05	-0,11	-0,08	-0,03
Sem	0,02	0,97	-0,13	0,08	-0,07	0,03
WaS	-0,02	-0,97	0,13	-0,08	0,07	-0,03
UP	-0,15	-0,01	-0,71	-0,21	0,03	0,27

Розглядаючи факторні навантаження індикаторів економічної трансформації, можна помітити, що трьома показниками з найвищими значеннями є валовий внутрішній продукт (ВВП) - 0,95, імпорт товарів та послуг (Imp) - 0,94 та рівень самозайнятості (Sem) - 0,97.

В результаті, Рисунок 10.3 ілюструє структурний зв'язок між латентною змінною ПВК та визначеними індексами економічного переходу.

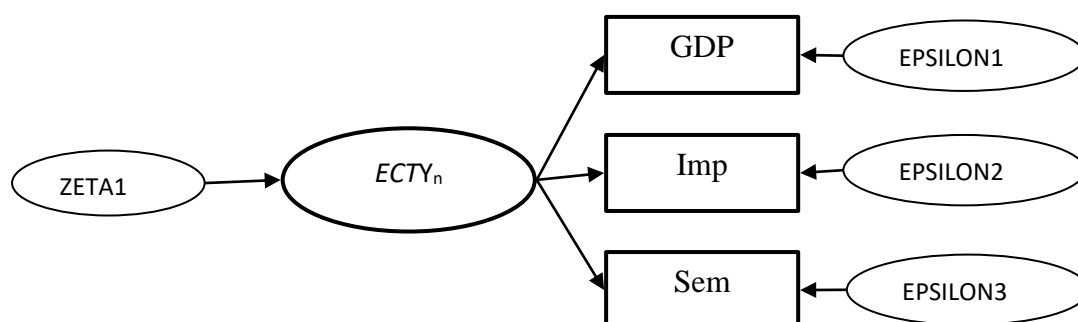


Рисунок 10.3 – Схематичне представлення структурних зв'язків між латентною змінною ЕСТ та ключовими показникам економічних трансформацій

У подібній ситуації наступним кроком був би вибір найбільш релевантних індикаторів освітніх реформ. Сукупна дисперсія для перших п'яти компонент становить 77,07%, що свідчить про те, що п'ять компонент є ідеальною кількістю обраних компонент, відповідно до діаграми осипів (рис. 10.4) та таблиці, що містить власні значення компонент та сукупну дисперсію (табл. 10.3).

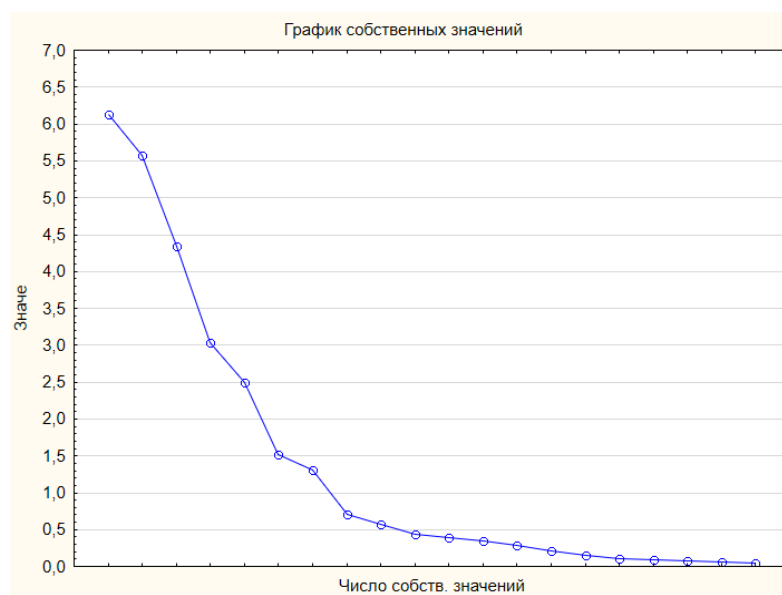


Рисунок 10.4 – Графік критерію каменистого осипу для показників освітніх трансформацій

Таблиця 10.3 – Власні значення та частка загальної дисперсії для показників, які ідентифікують освітні трансформації

Головні компоненти	Власні значення	% загальної дисперсії	Кумулятивний % загальної дисперсії
Компонента 1	6,13	21,89	21,89
Компонента 2	5,57	19,89	41,78
Компонента 3	4,34	15,51	57,30
Компонента 4	3,03	10,83	68,13
Компонента 5	2,50	8,94	77,07
Компонента 6	1,52	5,43	82,49
Компонента 7	1,31	4,69	87,18

Відповідно, факторні навантаження для п'яти компонентів наведені в наступній таблиці (табл. 10.4).

Таблиця 10.4 – Факторні навантаження виділених головних компонент для показників освітніх трансформацій

Змінні	Компоненти				
	Комп. 1	Комп. 2	Комп. 3	Комп. 4	Комп. 5
1	2	3	4	5	6
GE_PPE	0,05	0,06	0,94	0,03	0,03
GE_PE	-0,02	0,25	0,11	0,92	0,10
GE_SE	0,71	0,02	0,40	-0,09	-0,04
GE_TE	-0,17	-0,25	0,16	0,06	-0,15
IM	0,34	-0,10	0,15	-0,25	0,15
IGF_PP	0,29	0,19	0,82	0,07	0,06
IGF_S	-0,01	-0,21	0,88	0,04	0,04
IGF_T	0,26	-0,47	-0,33	0,43	-0,06
IGF_P	0,02	-0,16	0,78	0,12	-0,25
LFBE	-0,18	-0,93	-0,02	-0,12	0,05
LFAE	-0,84	-0,23	0,13	0,05	0,05
LFIE	-0,02	-0,81	0,00	-0,40	-0,27
OM	0,15	0,06	-0,17	-0,34	-0,85
E_PS	0,17	0,15	-0,17	0,90	0,14
E_PP	0,22	0,08	0,25	0,90	0,03
E_P	0,93	-0,11	0,00	0,11	0,07
E_S	0,91	0,13	0,12	0,24	0,11
E_T	-0,28	-0,82	0,35	-0,03	-0,16
Ag	0,13	0,17	-0,13	-0,28	0,65
Arts	0,15	-0,71	-0,21	-0,27	0,30
Bus	-0,35	0,02	0,18	-0,17	0,07
Ed	0,72	0,30	0,24	0,35	0,05
Eng	-0,49	0,29	-0,41	0,00	0,43
Welf	-0,24	0,03	0,09	-0,10	-0,87
ICT	0,01	-0,74	0,10	-0,05	0,23
Math	0,05	-0,15	-0,42	-0,16	0,01
Serv	0,12	-0,45	0,50	0,45	-0,12
Soc	-0,18	0,28	-0,54	0,06	-0,08

На основі отриманих факторних навантажень до моделювання структурних рівнянь будуть включені такі показники освітньої трансформації: частка робочої сили з базовою освітою (LFBE) - -0,93, державні видатки на дошкільну освіту (GE\_PPE) -0,94 та частка охоплення дітей початковою освітою у приватних закладах (E\_P) - 0,93.

Таким чином, Рисунок 10.5 схематично ілюструє структурний зв'язок між зазначеними маркерами освітніх трансформацій та латентною змінною EDT.

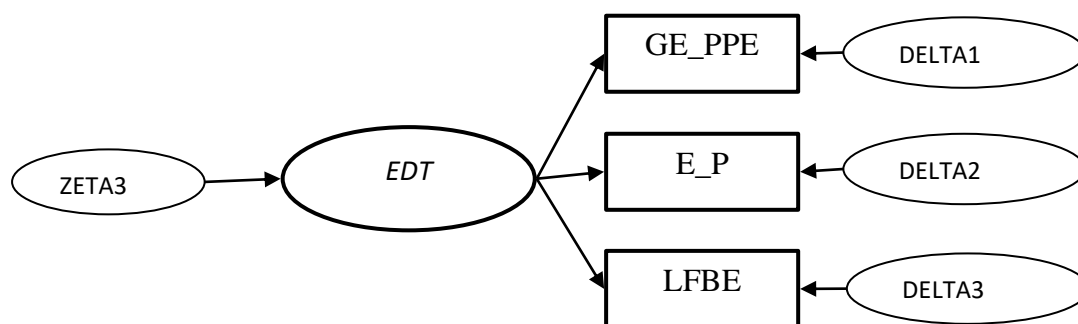


Рисунок 10.5 – Схематичне представлення структурних зв'язків між латентною змінною EDT та ключовими показникам освітніх трансформацій

У попередньому розділі за допомогою факторного аналізу на основі методу головних компонент були отримані зведені індикатори економічної, соціальної та інформаційної безпеки. Для відбору релевантних індикаторів у складі латентних змінних ES, SS та IS необхідно врахувати результати, представлені в таблиці 2.4, на рисунках Ж.1 та Ж.2 Додатку Ж, а також у додатку Ж. Отже, латентна змінна ES визначається такими показниками: чистий притік прямих іноземних інвестицій (fdii) - 0,99; чистий відтік прямих іноземних інвестицій (fdio) - -0,98 та рівень енергоємності первинної енергії (enint) - 0,88. Візуальне представлення функціонального зв'язку між латентною змінною ES та вищезазначеними показниками зображено на наступному рисунку (рис. 10.6).

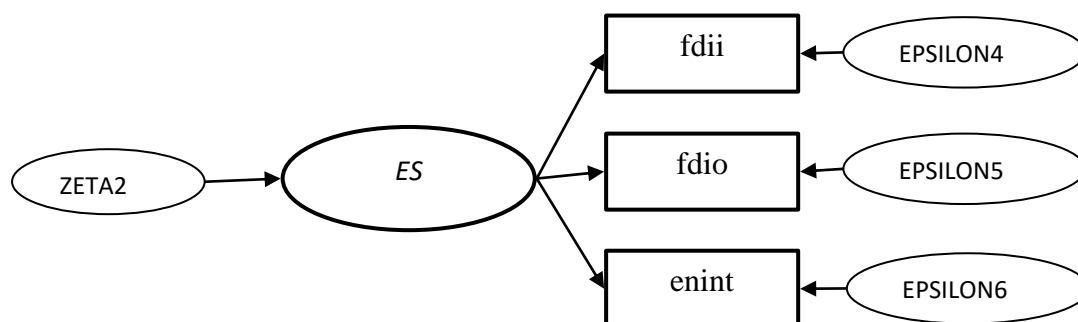


Рисунок 10.6 – Схематичне представлення структурних зв'язків між латентною змінною ES та ключовими показникам економічної безпеки

Наступні показники представляють латентну змінну соціальної безпеки (SS): продуктивність праці на душу населення ( $lproductv$ ) = 0,95; частка доходу найбідніших 10% населення ( $incsh\_1$ ) = 0,94; та індекс Джині ( $gini$ ) = 0,96. На Рисунок 10.7 показано схематичну ілюстрацію структурного зв'язку між змінними.

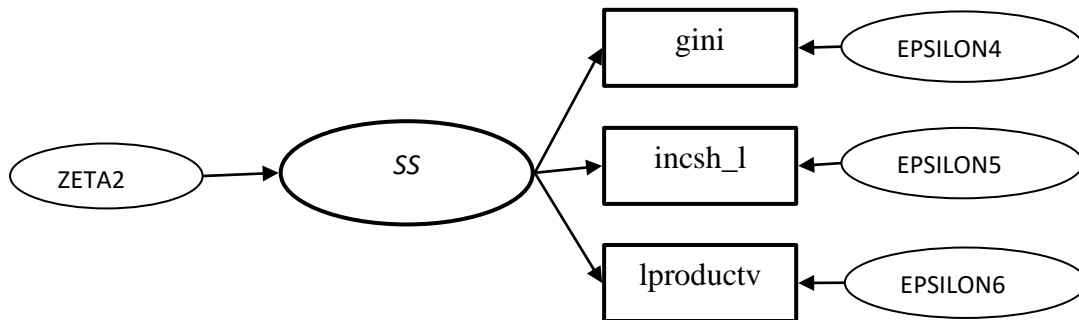


Рисунок 10.7 – Схематичне представлення структурних зв'язків між латентною змінною SS та ключовими показникам соціальної безпеки

Латентна змінна соціальної безпеки IS позначається наступними показниками: фіксованим широкосмуговим зв'язком ( $fbs$ ) – 0,93; обсягом експорту послуг ІКТ ( $ictsexp\ fts$ ) – 0,89 та обсягом імпорту товарів ІКТ ( $ictgimp$ ) – 0,92. Схематичне представлення структурної залежності між латентною змінною IS та перерахованими показниками представлено на рисунку 10.8.

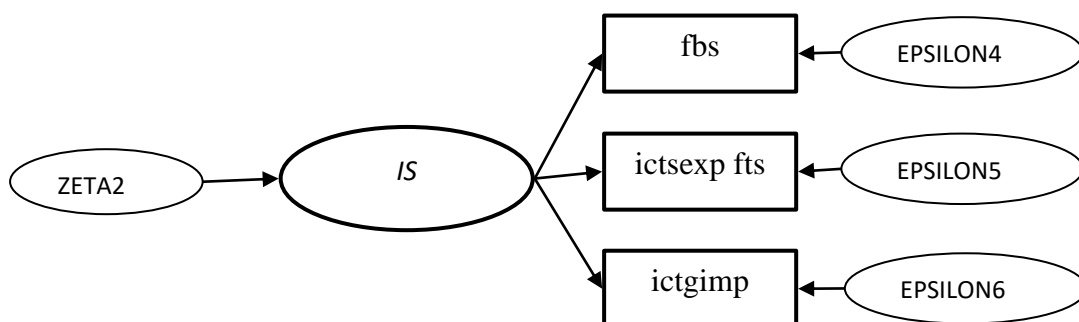


Рисунок 10.8 – Схематичне представлення структурних зв'язків між латентною змінною IS та ключовими показникам інформаційної безпеки

Для верифікації ключових каналів, через які конвергенція освітніх та економічних трансформацій впливає на рівні економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни, необхідно побудувати три структурні моделі, в яких роль ендогенних змінних відіграватимуть латентні змінні ES, SS та IS відповідно, а роль екзогенних змінних - EDT та ECT. На рис. 10.9-10.11 наведено графічне зображення зв'язків між цими латентними змінними.

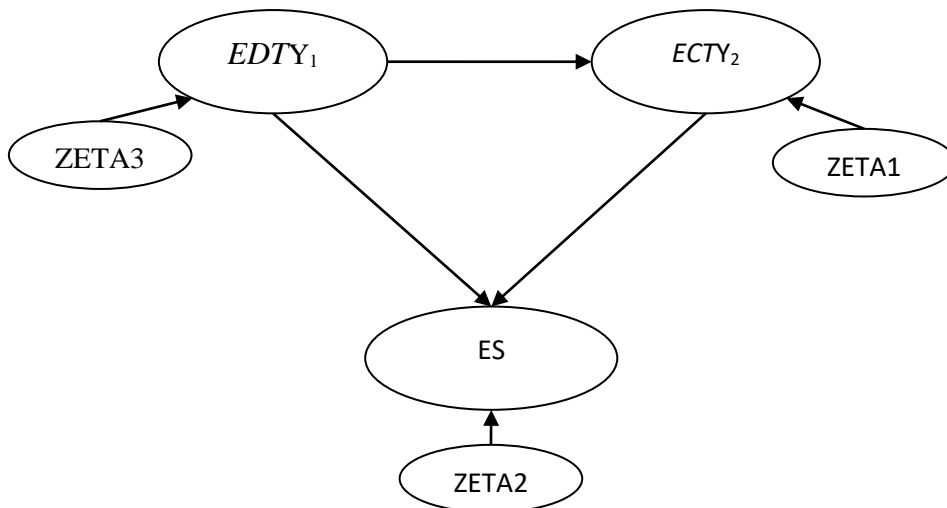


Рисунок 10.9 – Схематичне представлення структурних зв'язків між латентними змінними EDT, ECT та ES

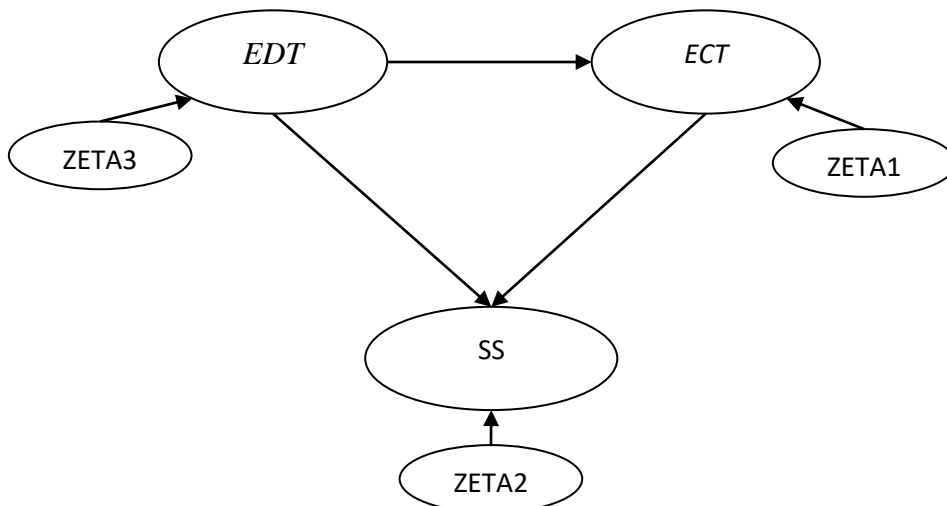


Рисунок 10.10 – Схематичне представлення структурних зв'язків між латентними змінними EDT, ECT та SS



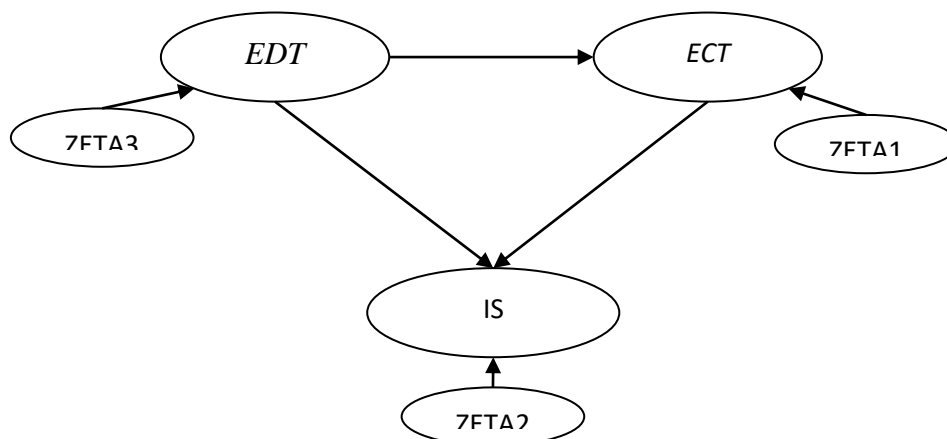


Рисунок 10.11 – Схематичне представлення структурних зв'язків між латентними змінними EDT, ECT та IS

Враховуючи відповідні явні змінні, структурні моделі виглядають наступним чином (рис. 10.12 - 10.14).

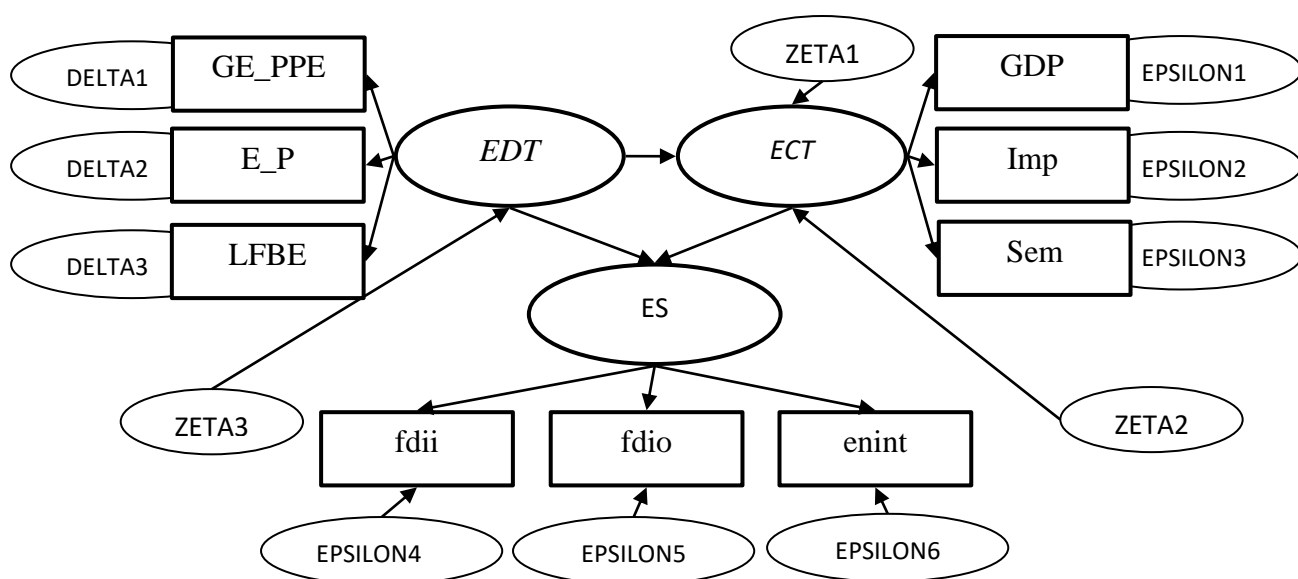


Рисунок 10.12 – Схематичне представлення структурних зв'язків між латентними змінними EDT, ECT, ES та відповідними явними змінними

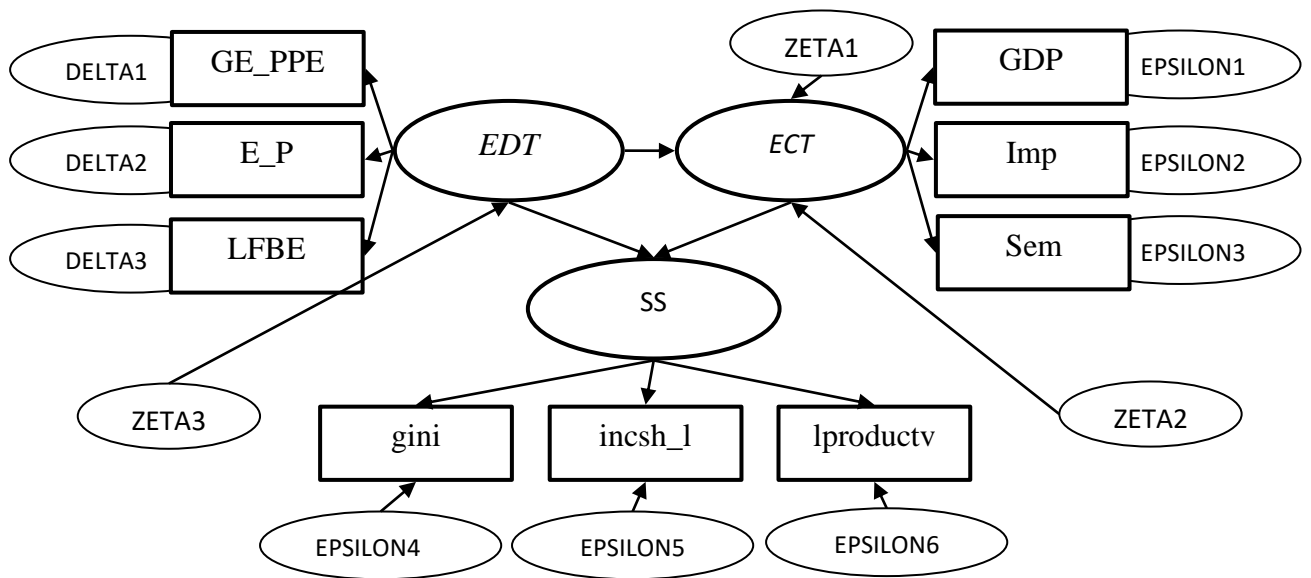


Рисунок 10.13 – Схематичне представлення структурних зв'язків між латентними змінними EDT, ECT, SS та відповідними явними змінними

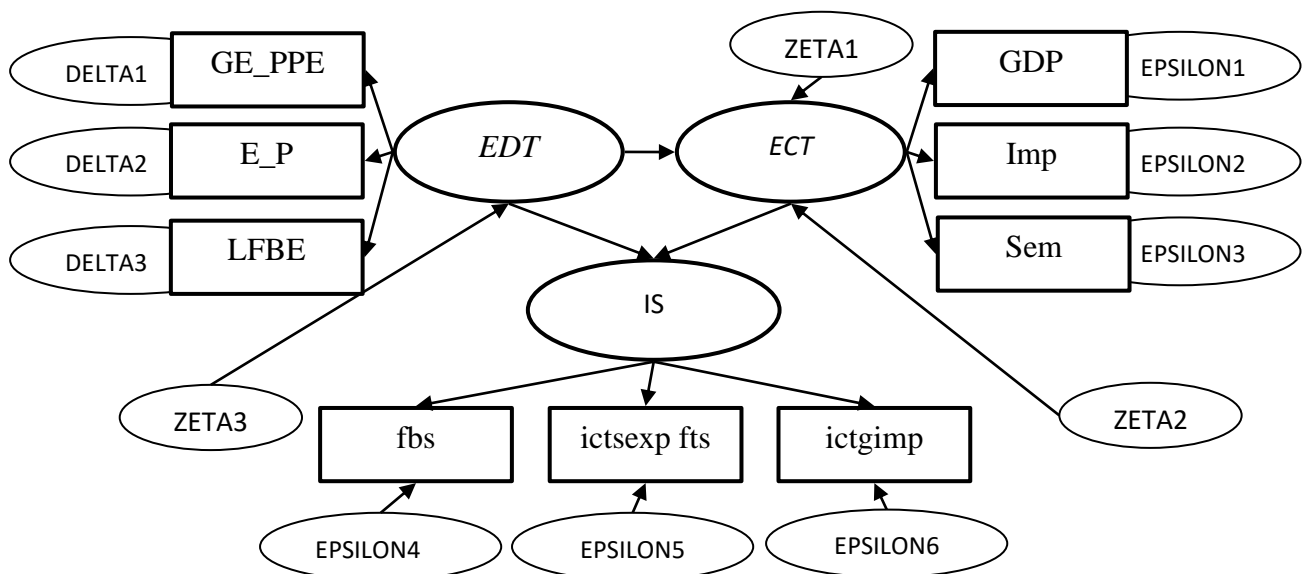


Рисунок 10.14 – Схематичне представлення структурних зв'язків між латентними змінними EDT, ECT, IS та відповідними явними змінними

Наступні системи рівнянь можуть бути використані для формалізації специфікації схематичних залежностей між латентними та явними змінними, які надаються у формулах 10.2 - 10.4.

$$\begin{aligned}
\{GE\_PPE = \alpha_1 \cdot EDT + DELTA1 E\_P = \alpha_2 \cdot EDT + DELTA2 LFBE = \alpha_3 \cdot \\
EDT + DELTA3 GDP = \beta_1 \cdot ECT + EPSILON1 Imp = \beta_2 \cdot ECT + EPSILON2 Sem = \\
\beta_3 \cdot ECT + EPSILON3 fdii = \gamma_1 \cdot ES + EPSILON4 fdio = \gamma_2 \cdot ES + \\
EPSILON5 enint = \gamma_3 \cdot ES + EPSILON5 ECT = x \cdot EDT + ZETA1 ES = x_1 \cdot EDT + \\
x_2 \cdot ECT + ZETA2
\end{aligned} \tag{10.2}$$

$$\begin{aligned}
\{GE\_PPE = \alpha_1 \cdot EDT + DELTA1 E\_P = \alpha_2 \cdot EDT + DELTA2 LFBE = \alpha_3 \cdot \\
EDT + DELTA3 GDP = \beta_1 \cdot ECT + EPSILON1 Imp = \beta_2 \cdot ECT + EPSILON2 Sem = \\
\beta_3 \cdot ECT + EPSILON3 gini = \gamma_1 \cdot SS + EPSILON4 incsh\_1 = \gamma_2 \cdot SS + \\
EPSILON5 lproducty = \gamma_3 \cdot SS + EPSILON5 ECT = x \cdot EDT + ZETA1 SS = x_1 \cdot \\
EDT + x_2 \cdot ECT + ZETA2
\end{aligned} \tag{10.3}$$

$$\begin{aligned}
\{GE\_PPE = \alpha_1 \cdot EDT + DELTA1 E\_P = \alpha_2 \cdot EDT + DELTA2 LFBE = \alpha_3 \cdot \\
EDT + DELTA3 GDP = \beta_1 \cdot ECT + EPSILON1 Imp = \beta_2 \cdot ECT + EPSILON2 Sem = \\
\beta_3 \cdot ECT + EPSILON3 fbs = \gamma_1 \cdot IS + EPSILON4 ictsexp fts = \gamma_2 \cdot IS + \\
EPSILON5 ictgimp = \gamma_3 \cdot IS + EPSILON5 ECT = x \cdot EDT + ZETA1 IS = x_1 \cdot EDT + \\
x_2 \cdot ECT + ZETA2
\end{aligned} \tag{10.4}$$

Для побудови структурних моделей необхідна програма STATISTICA 10, яка безпосередньо інтегрована в модуль Statistics/Advanced Linear/Nonlinear Models/Structural Modeling (Статистика/Розширені лінійні/нелінійні моделі/Структурне моделювання).

Основною метою першої моделі є підтвердження основних шляхів, якими конвергенція освітніх та економічних змін впливає на рівень економічної безпеки країни. На рисунку (рис. 10.15) відображено результати структурного моделювання.

	Оценки модели (Таблица данных21)			
	Оценка Параметра	Стандартн. Ошибка	T Статистика	Вероятн. Уровень
(EDT)-1->[GE_PPE]	0,500	0,082	6,078	0,000
(EDT)-2->[E_P]	0,500	0,082	6,078	0,000
(EDT)-3->[LFBE]	0,500	0,082	6,078	0,000
(DELTA1)->[GE_PPE]				
(DELTA2)->[E_P]				
(DELTA3)->[LFBE]				
(DELTA1)-4-(DELTA1)	0,500	0,077	6,470	0,000
(DELTA2)-5-(DELTA2)	0,500	0,077	6,470	0,000
(DELTA3)-6-(DELTA3)	0,500	0,077	6,470	0,000
(ECT)->[GDP]				
(ECT)-7->[Imp]	0,500	0,086	5,841	0,000
(ECT)-8->[Sem]	0,500	0,086	5,841	0,000
(ES)->[fdii]				
(ES)-9->[fdio]	2,192	103,140	0,021	0,983
(ES)-10->[enint]	0,500	0,267	1,873	0,081
(EPSILON1)->[GDP]				
(EPSILON2)->[Imp]				
(EPSILON3)->[Sem]				
(EPSILON4)->[fdii]				
(EPSILON5)->[fdio]				
(EPSILON8)->[enint]				
(EPSILON1)-11-(EPSILON1)	0,500	0,000		
(EPSILON2)-12-(EPSILON2)	0,500	0,000		
(EPSILON3)-13-(EPSILON3)	0,500	0,000		
(EPSILON4)-14-(EPSILON4)	1118104,876	126196,674	8,860	0,000
(EPSILON5)-15-(EPSILON5)	1137304,757	128364,121	8,860	0,000
(EPSILON8)-16-(EPSILON8)	0,500	0,000		
(ZETA1)->[ECT]				
(ZETA2)->[ES]				
(ZETA1)-17-(ZETA1)	0,500	0,122	4,100	0,000
(ZETA2)-18-(ZETA2)	0,500	0,617	0,811	0,417
(EDT)-19->[ECT]	0,500	0,103	4,842	0,000
(EDT)-20->[ES]	0,500	0,472	1,060	0,289
(ECT)-21->[ES]	0,500	0,000		

Рисунок 10.15 – Результати структурного моделювання для ендогенної змінної ES

Ми можемо створити наступну систему структурних рівнянь (10.5), використовуючи представлені дані, а саме параметри лінійних одновимірних та багатовимірних регресійних моделей між досліджуваними змінними.

$$\begin{aligned}
 \{GE\_PPE = 0,5 \cdot EDT + 0,5 E\_P = 0,5 \cdot EDT + 0,5 LFBE = 0,5 \cdot EDT + \\
 0,5 Imp = 0,5 \cdot ECT + 0,5 Sem = 0,5 \cdot ECT + 0,5 fdio = 2,192 \cdot ES + \\
 1137304,7 enint = 0,5 \cdot ES + 0,5 ECT = 0,5 \cdot EDT + 0,5 ES = 0,5 \cdot EDT + 0,5 \cdot ECT + \\
 0,5 \hspace{15em} (10.5)
 \end{aligned}$$

Коефіцієнти, отримані в двох останніх рівняннях регресії, зокрема ті, що вказують на вплив змінних EDT та ECT на змінну ES, не є статистично значущими, оскільки р-рівень перевищує 0,05 при визначеному довірчому рівні 0,95, а значення

T-статистики є меншим за його табличне значення, яке становить 1,64. Крім того, наступні критерії (табл. 10.5), значення яких значно відхиляються від нуля, підтверджують, що результати цієї моделі є недостатніми.

Таблиця 10.5 – Критерії якості побудованої структурної моделі з ендогенною змінною ES

Критерій	Значення критерію
Функція незгоди	3,439E+14
Максимум косинуса залишків	5,299E-01
Максимум по модулю компоненти градієнта	4,187E+08
Хі-квадрат	5,399E+16
Число ступенів свободи	2,6E+01
P-значення	0,000E-0,1
RMS-стандартизованих залишків	2,687E+00

Відсутність статистично значущого зв'язку між латентними змінними також підтверджується різницею між розподілом залишків та нормальним законом (рис. 10.16).

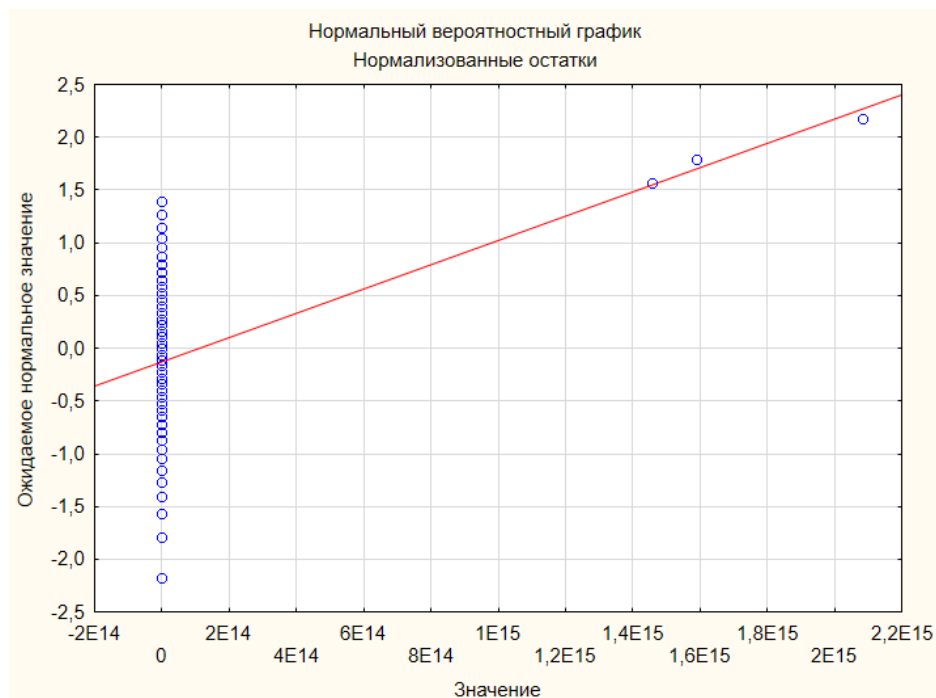


Рисунок 10.16 – Графік відповідності розподілу залишків нормальному закону для структурної моделі з ендогенною змінною ES

Друга модель присвячена підтвердженню важливих каналів, через які конвергенція освітніх та економічних реформ впливає на рівень соціальної безпеки країни. Результати структурного моделювання відображені на наступному рисунку (рис. 10.17).

Використовуючи наведені дані, а саме параметри лінійних однофакторних та багатофакторних регресійних моделей між змінними, що були проаналізовані, можна побудувати наступну систему структурних рівнянь (10.6).

$$\begin{aligned} \{GE\_PPE = 0,467 \cdot EDT + 0,525 E\_P = 0,584 \cdot EDT + 0,505 LFBE = 0,575 \cdot \\ EDT + 0,627 Imp = 0,619 \cdot ECT + 1,215 Sem = 0,367 \cdot ECT + 0,870 incsh\_l = \\ 0,497 \cdot SS + 0,517 lproducty = -2,13 \cdot SS + 1603901,9 ECT = 0,444 \cdot EDT + \\ 0,878 SS = 0,476 \cdot EDT + 0,403 \cdot ECT + 0,555 \end{aligned} \quad (10.6)$$

	Оценки модели (Таблица данных21)			
	Оценка Параметра	Стандартн. Ошибка	T Статистика	Вероятн. Уровень
(EDT)-1->[GE_PPE]	0,467	0,081	5,780	0,000
(EDT)-2->[E_P]	0,584	0,087	6,705	0,000
(EDT)-3->[LFBE]	0,575	0,092	6,251	0,000
(DELTA1)->[GE_PPE]				
(DELTA2)->[E_P]				
(DELTA3)->[LFBE]				
(DELTA1)-4-(DELTA1)	0,525	0,075	6,960	0,000
(DELTA2)-5-(DELTA2)	0,505	0,088	5,745	0,000
(DELTA3)-6-(DELTA3)	0,627	0,098	6,423	0,000
(ECT)->[GDP]				
(ECT)-7->[Imp]	0,619	0,144	4,288	0,000
(ECT)-8->[Sem]	0,367	0,101	3,619	0,000
(SS)->[gini]				
(SS)-9->[incsh_l]	0,497	0,100	4,948	0,000
(SS)-10->[lproduct]	-2,130	111,303	-0,019	0,985
(EPSILON1)->[GDP]				
(EPSILON2)->[Imp]				
(EPSILON3)->[Sem]				
(EPSILON4)->[gini]				
(EPSILON5)->[incsh_l]				
(EPSILON6)->[lproduct]				
(EPSILON1)-11-(EPSILON1)	0,327	0,210	1,562	0,118
(EPSILON2)-12-(EPSILON2)	1,215	0,161	7,557	0,000
(EPSILON3)-13-(EPSILON3)	0,870	0,104	8,360	0,000
(EPSILON4)-14-(EPSILON4)	0,723	0,219	3,304	0,001
(EPSILON5)-15-(EPSILON5)	0,517	0,077	6,723	0,000
(EPSILON6)-16-(EPSILON6)	1603901,993	181027,063	8,860	0,000
(ZETA1)->[ECT]				
(ZETA2)->[SS]				
(ZETA1)-17-(ZETA1)	0,878	0,245	3,589	0,000
(ZETA2)-18-(ZETA2)	0,555	0,215	2,583	0,010
(EDT)-19->[ECT]	0,444	0,115	3,872	0,000
(EDT)-20->[SS]	0,476	0,139	3,417	0,001
(ECT)-21->[SS]	0,403	0,144	2,804	0,005

Рисунок 10.17 – Результати структурного моделювання для ендогенної змінної SS

Враховуючи, що р-рівень є меншим за 0,05 при визначеному довірчому рівні 0,95, а значення Т-статистики є більшим за табличне значення 1,64, отримані значення коефіцієнтів двох останніх рівнянь регресії, зокрема тих, що ілюструють вплив змінних EDT та ECT на змінну SS, є статистично значущими. Крім того, наступні критерії (табл. 10.6), значення яких дуже близькі до нуля, підтверджують адекватність результатів моделі.

Таблиця 10.6 – Критерії якості побудованої структурної моделі з ендогенною змінною SS

Критерій	Значення критерію
Функція незгоди	288,032
Максимум косинуса залишків	0,702
Максимум по модулю компоненти градієнта	25,33
Хі-квадрат	45220,978
Число ступенів свободи	24
Р-значення	0,000
RMS-стандартизованих залишків	2,661

Статистично значущий зв'язок між латентними змінними також підтверджується тим фактом, що розподіл залишків відповідає нормальному закону (рис. 10.18).

Ми можемо оцінити напрямок і величину впливу освітніх та економічних змін на рівень соціальної безпеки країни, використовуючи отримані коефіцієнти регресійних рівнянь. Збільшення економічних та освітніх реформ на 1% відповідає зростанню рівня соціальної безпеки на 0,476% та 0,403% відповідно.

При побудові третьої моделі важливо підтвердити основні шляхи, через які конвергенція економічних та освітніх змін впливає на рівень інформаційної безпеки країни. Результати структурного моделювання відображені на наступному рисунку (рис. 10.19).

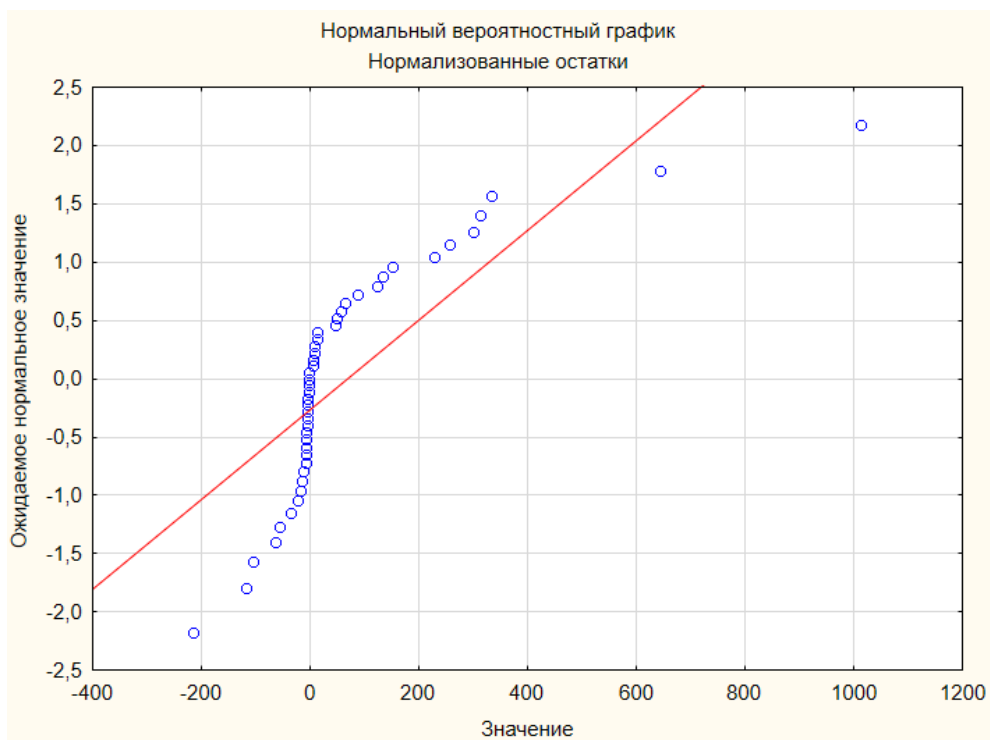


Рисунок 10.18 – Графік відповідності розподілу залишків нормальному закону для структурної моделі з ендогенною змінною SS



	Оценки модели (Таблица2)			
	Оценка Параметра	Стандартн. Ошибка	T Статистика	Вероятн. Уровень
(EDT)-1->[GE_PPE]	0,381	0,083	6,010	0,000
(EDT)-2->[E_P]	0,512	0,083	6,009	0,000
(EDT)-3->[LFBE]	0,758	0,083	6,009	0,000
(DELTA1)->[GE_PPE]				
(DELTA2)->[E_P]				
(DELTA3)->[LFBE]				
(DELTA1)-4-(DELTA1)	0,505	0,078	6,411	0,000
(DELTA2)-5-(DELTA2)	0,614	0,078	6,412	0,000
(DELTA3)-6-(DELTA3)	0,741	0,078	6,411	0,000
(ECT)->[GDP]				
(ECT)-7->[Imp]	0,601	0,107	4,671	0,000
(ECT)-8->[Sem]	0,384	0,107	4,671	0,000
(IS)->[fbs]				
(IS)-9->[ictgexp]	0,486	0,115	4,354	0,000
(IS)-10->[ictgimp]	1,211	0,000		
(EPSILON1)->[GDP]				
(EPSILON2)->[Imp]				
(EPSILON3)->[Sem]				
(EPSILON4)->[fbs]				
(EPSILON5)->[ictgexp]				
(EPSILON6)->[ictgimp]				
(EPSILON1)-11-(EPSILON1)	0,500	0,139	3,584	0,000
(EPSILON2)-12-(EPSILON2)	0,500	0,069	7,286	0,000
(EPSILON3)-13-(EPSILON3)	0,500	0,069	7,287	0,000
(EPSILON4)-14-(EPSILON4)	1603901,993	185823,142	8,631	0,000
(EPSILON5)-15-(EPSILON5)	0,500	0,088	5,702	0,000
(EPSILON6)-16-(EPSILON6)	0,500	0,088	5,701	0,000
(ZETA1)->[ECT]				
(ZETA2)->[IS]				
(ZETA1)-17-(ZETA1)	0,771	0,158	3,163	0,002
(ZETA2)-18-(ZETA2)	0,483	0,261	1,918	0,055
(EDT)-19->[ECT]	0,524	0,108	4,639	0,000
(EDT)-20->[IS]	1,081	0,207	2,420	0,016
(ECT)-21->[IS]	0,500	0,240	2,083	0,037

Рисунок 10.19 – Результати структурного моделювання для ендогенної змінної IS

Ми можемо створити наступну систему структурних рівнянь (10.7), використовуючи представлені дані, а саме параметри лінійних одновимірних та багатовимірних регресійних моделей між досліджуваними змінними.

$$\begin{aligned}
 \{GE\_PPE = 0,381 \cdot EDT + 0,505 E\_P = 0,512 \cdot EDT + 0,614 LFBE = 0,758 \cdot \\
 EDT + 0,741 Imp = 0,601 \cdot ECT Sem = 0,384 \cdot ECT ictgexp = 0,486 \cdot IS + \\
 0,5 ictgimp = 1,211 \cdot IS + 0,5 ECT = 0,524 \cdot EDT + 0,771 IS = 1,081 \cdot EDT + 0,5 \cdot \\
 ECT + 0,483 \quad (10.7)
 \end{aligned}$$

Отримані значення коефіцієнтів двох останніх рівнянь регресії, особливо ті, що ілюструють вплив змінних ЕДТ та ЕКТ на змінну ІС, є статистично значущими, оскільки їхнє значення Т-статистики перевищує табличне значення 1,64, а р-рівень

є меншим за 0,05 при визначеному довірчому рівні 0,95. Крім того, адекватність моделі підтверджується наступними критеріями (табл. 10.7), всі значення яких помітно наближаються до нуля.

Таблиця 10.7 – Критерії якості побудованої структурної моделі з ендогенною змінною IS

Критерій	Значення критерію
Функція незгоди	201,112
Максимум косинуса залишків	0,042
Максимум по модулю компоненти градієнта	15,33
Хі-квадрат	312,978
Число ступенів свободи	24
P-значення	0,000
RMS-стандартизованих залишків	1,685

Статистично значущий зв'язок між латентними змінними також підтверджується тим фактом, що розподіл залишків відповідає нормальному закону (рис. 10.20).

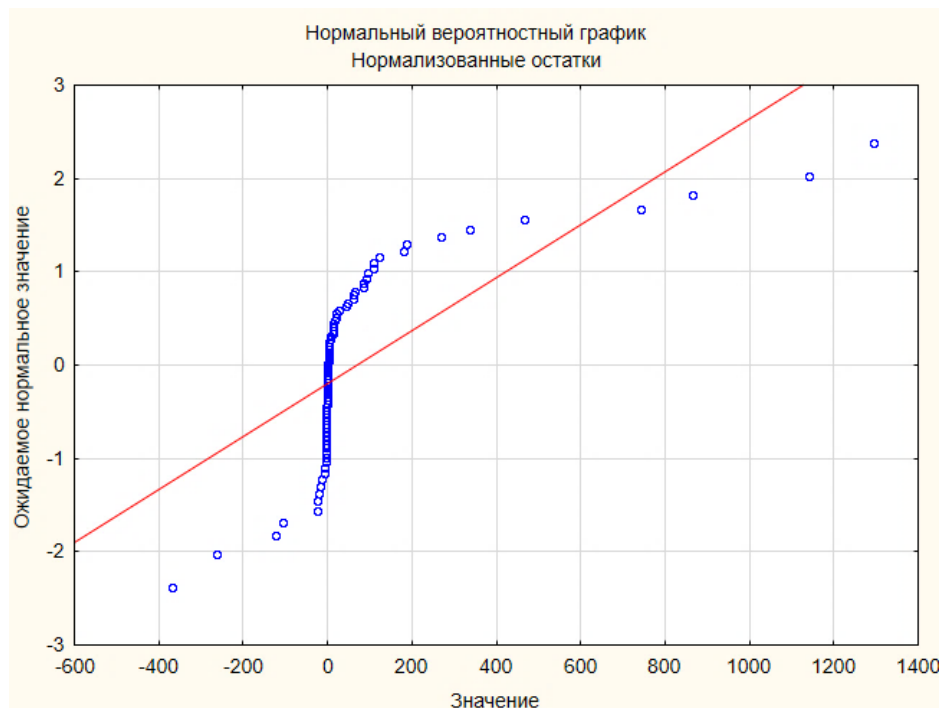


Рисунок 10.20 – Графік відповідності розподілу залишків нормальному закону для структурної моделі з ендогенною змінною IS

Отримані коефіцієнти регресії дають уявлення про напрямок і силу впливу освітніх та економічних перетворень на рівень інформаційної безпеки в країні. Зокрема, збільшення освітніх перетворень на 1% асоціюється зі зростанням рівня інформаційної безпеки на 1,081%, тоді як збільшення економічних перетворень на 1% призводить до зростання рівня інформаційної безпеки на 0,5%.

Таким чином, за допомогою побудови трьох структурних моделей ми дослідили основні канали, через які конвергенція освітніх та економічних трансформацій впливає на рівні економічної, соціальної та інформаційної безпеки в країні (рис. 10.21). Дослідження показало, що освітні та економічні трансформації не мають суттєвого впливу на рівень економічної безпеки. Натомість на зміну рівня соціальної та інформаційної безпеки впливають як освітні, так і економічні трансформації. Причому вплив освітніх трансформацій є більш вираженим, що підкреслює значущість освітньої складової у забезпеченні стабільності національної економіки.

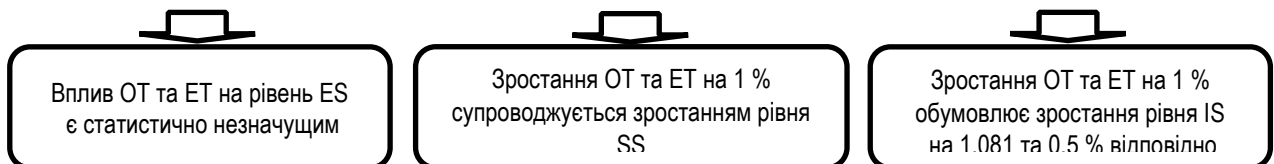
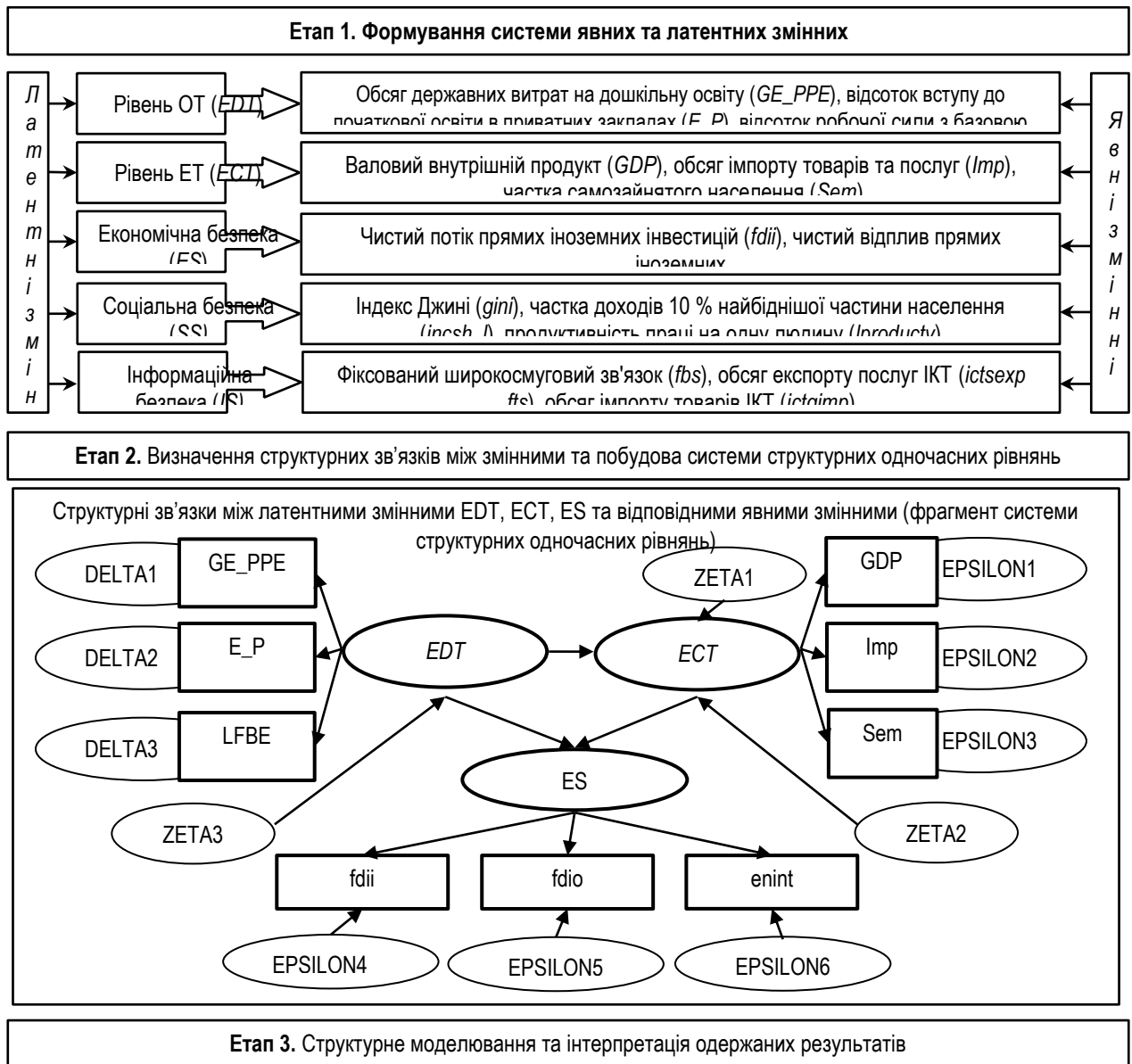


Рисунок 10.21 – Методичні засади та результати верифікації ключових каналів, через які економічні і освітні трансформації впливають на рівні економічної, соціальної та інформаційної безпеки національної економіки

## 10.2 Верифікація часових діапазонів впливу конвергенції економічних та освітніх трансформацій на рівні економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни

Для оцінки часових діапазонів впливу численних освітніх та економічних трансформацій на рівень економічної, соціальної та інформаційної безпеки 11 країн Центральної та Східної Європи було використано векторну авторегресійну модель (VAR) та тест на причинно-наслідкові зв'язки Грейнджера. Ці статистичні інструменти допомагають виявити, як поточний стан залежної змінної залежить від її минулих значень і як включення лагових значень незалежної змінної може поглибити це розуміння. Тест причинності Грейнджера ґрунтується на гіпотезі, що незалежна змінна  $X$  не є причиною залежної змінної  $Y$  за Грейнджером.

У цьому дослідженні незалежними змінними були дані про освітні та економічні трансформації, отримані в першому розділі роботи, а залежними - зведені показники економічної, соціальної та інформаційної безпеки, оцінені за 2005-2019 роки в 11 країнах. Математичні розрахунки проводилися з використанням модулів програмного забезпечення STATA/SE 11.1.

Для дослідження було побудовано двофакторні VAR-моделі:

– модель 1(a):

$$\begin{aligned}
 ES_t &= \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i ES_{t-i} + \sum_{j=1}^k \phi_j Ectrnsf_{t-j} + u_{1t}, \\
 Ectrnsf_t &= \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i ES_{t-i} + \sum_{j=1}^k \phi_j Ectrnsf_{t-j} + u_{2t}
 \end{aligned}
 \tag{10.8}$$

де  $ES_t$  – композитний індикатор економічної безпеки країни за  $t$  рік;

$Ectrnsf_t$  – індикатор економічних трансформацій за  $t$  рік;

$\alpha$  – вільний коефіцієнт моделі;

$\beta, \varphi$  – параметри авторегресії;

$u_t$  – похибка моделі

– модель 1(б):

$$\begin{aligned} ES_t &= \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i ES_{t-i} + \sum_{j=1}^k \phi_j Edtrnsf_{t-j} + u_{1t}, \\ Edtrnsf_t &= \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i ES_{t-i} + \sum_{m=1}^k \varphi_m Edtrnsf_{t-m} + u_{2t} \end{aligned} \quad (10.9)$$

де  $Edtrnsf_t$  – індикатор освітніх трансформацій за  $t$  рік

– модель 2(а)

$$\begin{aligned} SS_t &= \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i SS_{t-i} + \sum_{j=1}^k \phi_j Ectrnsf_{t-j} + u_{1t}, \\ Ectrnsf_t &= \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i SS_{t-i} + \sum_{j=1}^k \phi_j Ectrnsf_{t-j} + u_{2t} \end{aligned} \quad (10.10)$$

де  $SS_t$  – композитний індикатор соціальної безпеки країни за  $t$  рік

– модель 2(б)

$$\begin{aligned} SS_t &= \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i SS_{t-i} + \sum_{m=1}^k \varphi_m Edtrnsf_{t-m} + u_{1t}, \\ Edtrnsf_t &= \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i SS_{t-i} + \sum_{m=1}^k \varphi_m Edtrnsf_{t-m} + u_{2t} \end{aligned} \quad (10.11)$$

– модель 3(а)

$$\begin{aligned} IS_t &= \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i IS_{t-i} + \sum_{j=1}^k \phi_j Ectrnsf_{t-j} + u_{1t}, \\ Ectrnsf_t &= \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i IS_{t-i} + \sum_{j=1}^k \phi_j Ectrnsf_{t-j} + u_{2t} \end{aligned} \quad (10.12)$$

де  $IS_t$  – композитний індикатор інформаційної безпеки країни за  $t$  рік

– модель 3(б)

$$IS_t = \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i IS_{t-i} + \sum_{m=1}^k \varphi_m Edtrnsf_{t-m} + u_{1t}, \quad (10.13)$$

$$Edtrnsf_t = \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i IS_{t-i} + \sum_{m=1}^k \varphi_m Edtrnsf_{t-m} + u_{2t}$$

У цьому дослідженні початковим кроком є перевірка часового ряду на стаціонарність, що допомагає виявити наявність тренду або сезонної компоненти. Ця оцінка здійснюється за допомогою розширеного тесту Дікі-Фуллера (ADF) [376] та тесту Філіпса-Перрона (PP) [392]. Нульова гіпотеза ( $H_0$ ) передбачає наявність одиничного кореня у часовому ряді (що вказує на нестационарність), тоді як альтернативна гіпотеза ( $H_1$ ) припускає відсутність одиничного кореня. Якщо спостерігається нестационарність, застосовується процедура, відома як "перехід до перших різниць". Цей процес полягає у відніманні попереднього значення від поточного значення для всього часового ряду і повторенні процедури. Точка, в якій ряд стає стаціонарним, вказує на його інтегральний порядок (нуль, одиниця тощо). У Таблиці 10.8 наведено результати цих тестів для України.

Таблиця 10.8 – Результати ADF та PP тестів на стаціонарність: вибірка для України

Індикатор	Тест ADF		Критичне р-значення МакКіннона	Тест PP		Примітка
	Значення Z(t):	Критичне значення на рівні 1%/5%/10%		Значення Z(rho)	Критичне значення на рівні 1%/5%/10%	
Хорватія						
1 крок – перевірка рядів на стаціонарність						
<i>ES</i>	-0.518	-3.750/	0.889	-1.454	-17.200/	$H_0: NS$
<i>SS</i>	-1.444	-3.000/	0.561	-3.858	-12.500 /	$H_0: NS$
<i>IS</i>	-1.526	-2.630	0.521	-1.076	-10.200	$H_0: NS$
<i>Ectrnsf</i>	-2.776		0.062	-10.453		$H_0: NS$
<i>Edtrnsf</i>	-2.762*		0.006	-11.414		$H_0: NS$
2 крок – перевірка перших різниць на стаціонарність						
<i>ESI</i>	-5.204*	-3.750/	0.000*	-10.996*	-17.200/	$H_1: S(I_1)$
<i>SSI</i>	-2.828*	-3.000/	0.045*	-14.078*	-12.500 /	$H_1: S(I_1)$
<i>ISI</i>	-4.245*	-2.630	0.001*	-14.355*	-10.200	$H_1: S(I_1)$
<i>EctrnsfI</i>	-3.936*		0.002*	-14.866*		$H_1: S(I_1)$
<i>EdtrnsfI</i>	-4.502*		0.000*	-22.460*		$H_1: S(I_1)$
де * – значимий показник; NS – підтвердження не стаціонарності ряду; S – підтвердження стаціонарності ряду, $I_{0,1,2}$ – інтегроване значення 0, 1 рівня						

Перевірка часових рядів на стаціонарність за допомогою тестів Дікі-Фуллера (ADF) та Філіпса-Перрона (PP) включала наступні кроки:

1. Спочатку було прийнято нульову гіпотезу про нестационарність для всіх показників.

2. Згодом змінні були трансформовані за допомогою методу перших різниць для усунення нестационарності, і цей підхід виявився ефективним для економічних (ES1), інформаційних (IS1) індикаторів та індикаторів соціальної безпеки (SS1), а також для економічних та освітніх трансформацій (Ectrnsf1, Edtrnsf1).

На наступному етапі було визначено оптимальну кількість лагів для обраних трьох моделей. Це було зроблено з використанням різних інформаційних критеріїв (FPE, AIC, HQIC, SBIC) [393], згенерованих STATA. Результати наведено в табл. 10.9, де зірочками позначено найнижчі значення критеріїв, які вважаються оптимальними для прийняття рішень.

Результати показують, що оптимальною кількістю лагів для першої моделі є два, для третьої моделі - три, а для четвертої моделі - чотири. У випадках, коли різні часові ряди мають різні порядки лагів на основі отриманих критеріїв, було обрано порядок лагу з найбільш значущими критеріями.

Для прийняття рішення щодо економетричної форми функції було проведено тест на коінтеграцію за допомогою тесту Йохансена [394]. Цей тест допомагає виявити наявність або відсутність довгострокових зв'язків між змінними. Нульова гіпотеза ( $H_0$ ) передбачає відсутність коінтеграції, тоді як альтернативна гіпотеза ( $H_1$ ) заперечує  $H_0$ . Результати цього тесту представлені в Таблиці 10.10.

Результати тесту на коінтеграцію показують, що нульова гіпотеза про відсутність коінтеграції приймається для всіх моделей. Тест на наявність слідів та максимальне значення статистики не перевищують критичних значень на жодному рівні. Це свідчить про відсутність довгострокових зв'язків між змінними, що підтверджує доцільність побудови моделі векторної авторегресії (VAR) [395]. На основі VAR-моделі можна оцінити напрямок причинно-наслідкового зв'язку між змінними за допомогою тесту причинності Грейнджера [396], який також



становить інтерес для цього дослідження. Послідовне оцінювання для всіх трьох VAR моделей наведено в табл. 10.9, 10.12, 10.11.

Таблиця 10.9 – Вибір оптимальної кількості лагів для заданих моделей :  
вбірка для України

lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
Модель 1(а)								
0	-0.954				0.006	0.492	0.462	0.573*
1	3.480	8.867	2	0.065	0.005	0.420	0.330	0.663
2	8.201	9.443	2	0.051	0.005*	0.299*	0.150*	0.704
Модель 1(б)								
0	-3.657				0.011	0.943*	0.913	1.024*
1	-0.783	5.749	2	0.219	0.011	1.130	1.041	1.373
2	3.870	9.306	2	0.054	0.009*	1.022	0.872*	1.426
Модель 2(а)								
0	5.580				0.007	-0.651*	-0.397	-0.579*
1	7.685	4.210	3	0.378	0.003	-0.306	-0.443	-0.089
2	8.850	2.330	3	0.675	0.005	0.209	-0.019	0.571
3	12.814	7.928	3	0.044	0.002*	0.216	-0.504*	0.722
Модель 2(б)								
0	1.811				0.07	0.035*	-0.01*	0.127
1	3.617	3.612	3	0.461	0.005	0.433	0.297	0.650
2	8.130	9.028	3	0.060	0.006	0.340	0.112	0.702
3	10.645	5.030	3	0.045	0.004*	0.610	0.291	1.116*
Модель 3(а)								
0	5.082				0.002	-0.617	-0.603	-0.356
1	6.005	1.846	4	0.764	0.004	-0.001	-0.200	0.181
2	7.663	3.315	4	0.507	0.007	0.467	0.136	0.770
3	10.186	5.046	4	0.283	0.014	0.763	0.298	1.186
4	10.299	5.154	4	0.050	0.001*	-0.625*	-0.683*	-0.556*
Модель 3(б)								
0	1.930				0.003	0.014	-0.052	0.075
1	4.178	4.496	4	0.343	0.005	0.364	0.165	0.546
2	13.173	17.991	4	0.001	0.002	-0.635	-0.967	-0.332
3	19.782	13.218	4	0.010	0.002	-1.156	-1.621	-0.733
4	29.688	37.810*	4	0.000	0.000*	-1.338*	-1.935*	-1.792*

*де \* – значимий показник, lag – рівень лагу, df – ступені свободи, p – рівень значущості; FPE, AIC, HQIC, SBIC – інформаційні критерії*

Таблиця 10.10 – Результати тесту Йохансена на коінтеграцію: вибірка для України

Ранг	parms	LL	eigenvalue	trace statistic	5% кр. знач.	max statistic	5% кр. знач.	Примітка
Модель 1(а)								
0	6	4.089	.	9.978*	15.410	9.978	14.070	$H_0$
1	9	9.078	0.536	0.000	3.760	0.000	3.760	$H_0$
2	10	9.078	0.000					
Модель 1(б)								
0	6	-0.590	.	12.027*	15.410	11.907	14.070	$H_0$
1	9	5.364	0.600	0.119	3.760	0.119	3.760	$H_0$
2	10	5.424	0.009					
Модель 2(а)								
0	6	2.165	.	12.662*	15.410	8.458	14.070	$H_0$
1	9	6.394	0.478	3.204	3.760	3.204	3.760	$H_0$
2	10	8.496	0.276					
Модель 2(б)								
0	6	0.563	.	14.823	15.410	13.476	14.070	$H_0$
1	9	7.801	0.672	2.347*	3.760	2.347	3.760	$H_0$
2	10	8.975	0.165					
Модель 3(а)								
0	6	7.840	.	13.824*	15.410	13.536	14.070	$H_0$
1	9	14.608	0.647	0.288	3.760	0.288	3.760	$H_0$
2	10	14.752	0.022					
Модель 3(б)								
0	6	6.744	.	14.870	15.410	13.121	14.070	$H_0$
1	9	15.305	0.732	0.749*	3.760	0.749	3.760	$H_0$
2	10	15.679	0.056					
де * – значимий показник, eigenvalue – власне значення, trace statistic – тест сліду, max statistic – тест максимального значення статистики								

Аналіз результатів свідчить про те, що на композитний індикатор рівня економічної безпеки негативно впливають економічні трансформації з лагом в один та два роки, на рівнях значущості 1% та 5%, за інших рівних умов. Натомість для освітніх перетворень не було виявлено жодного помітного впливу. Цікаво, що зведений індикатор економічної безпеки має зворотний позитивний вплив на економічні перетворення, а саме з лагом у два роки на рівні значущості 5% за інших рівних умов.

Таблиця 10.11 – Результати оцінки векторної авторегресії для першої моделі:  
вбірка для України

Регресанд	Регресор	Коефіцієнт	Ст. помилка	z	P> z	95% довірчий інтервал	
Модель 1(а)							
<i>ESI</i> <i>R-sq=</i> <i>0.658</i>	<i>ESI</i>						
	<i>L1.</i>	-0.893	0.242	-3.690	0.000*	-1.368	-0.419
	<i>L2.</i>	-0.545	0.191	-2.860	0.004*	-0.918	-0.171
	<i>Ectrnsf1</i>						
	<i>L1.</i>	-0.007	0.002	-4.240	0.000*	-0.010	-0.004
	<i>L2.</i>	-0.005	0.002	-2.350	0.019*	-0.008	-0.001
	<i>_cons</i>	0.019	0.005	3.770	0.000*	0.009	0.028
<i>Ectrnsf1</i> <i>R-sq=</i> <i>0.548</i>	<i>ESI</i>						
	<i>L1.</i>	35.007	38.688	0.900	0.366	-40.819	110.834
	<i>L2.</i>	65.796	30.453	2.160	0.031*	6.110	125.483
Регресанд	Регресор	Коефіцієнт	Ст. помилка	z	P> z	95% довірчий інтервал	
<i>Ectrnsf1</i> <i>R-sq=</i> <i>0.548</i>	<i>Ectrnsf1</i>						
	<i>L1.</i>	-0.071	0.255	-0.280	0.781	-0.572	0.430
	<i>L2.</i>	0.145	0.311	0.470	0.641	-0.465	0.755
	<i>_cons</i>	-0.950	0.785	-1.210	0.226	-2.488	0.587
Модель 1(б)							
<i>ESI</i> <i>R-sq=</i> <i>0.311</i>	<i>ESI</i>						
	<i>L1.</i>	-0.209	0.298	-0.700	0.483	-0.794	0.376
	<i>L2.</i>	-0.100	0.235	-0.430	0.670	-0.560	0.360
	<i>Edtrnsf1</i>						
	<i>L1.</i>	0.004	0.003	1.370	0.170	-0.002	0.010
	<i>L2.</i>	0.004	0.003	1.480	0.138	-0.001	0.010
	<i>_cons</i>	0.007	0.007	0.890	0.374	-0.008	0.021
<i>Edtrnsf1</i> <i>R-sq=</i> <i>0.649</i>	<i>ESI</i>						
	<i>L1.</i>	-30.657	32.596	-0.940	0.347	-94.543	33.230
	<i>L2.</i>	22.127	25.622	0.860	0.388	-28.091	72.345
	<i>Edtrnsf1</i>						
	<i>L1.</i>	-1.405	0.336	-4.170	0.000*	-2.064	-0.745
	<i>L2.</i>	-0.838	0.310	-2.710	0.007*	-1.445	-0.231
	<i>_cons</i>	1.364	0.815	1.670	0.094	-0.234	2.962
де * – значимий показник							

Потім використовується тест причинності Грейнджера для перевірки напрямку та випадковості зв'язку між змінними (Таблиця 10.12).

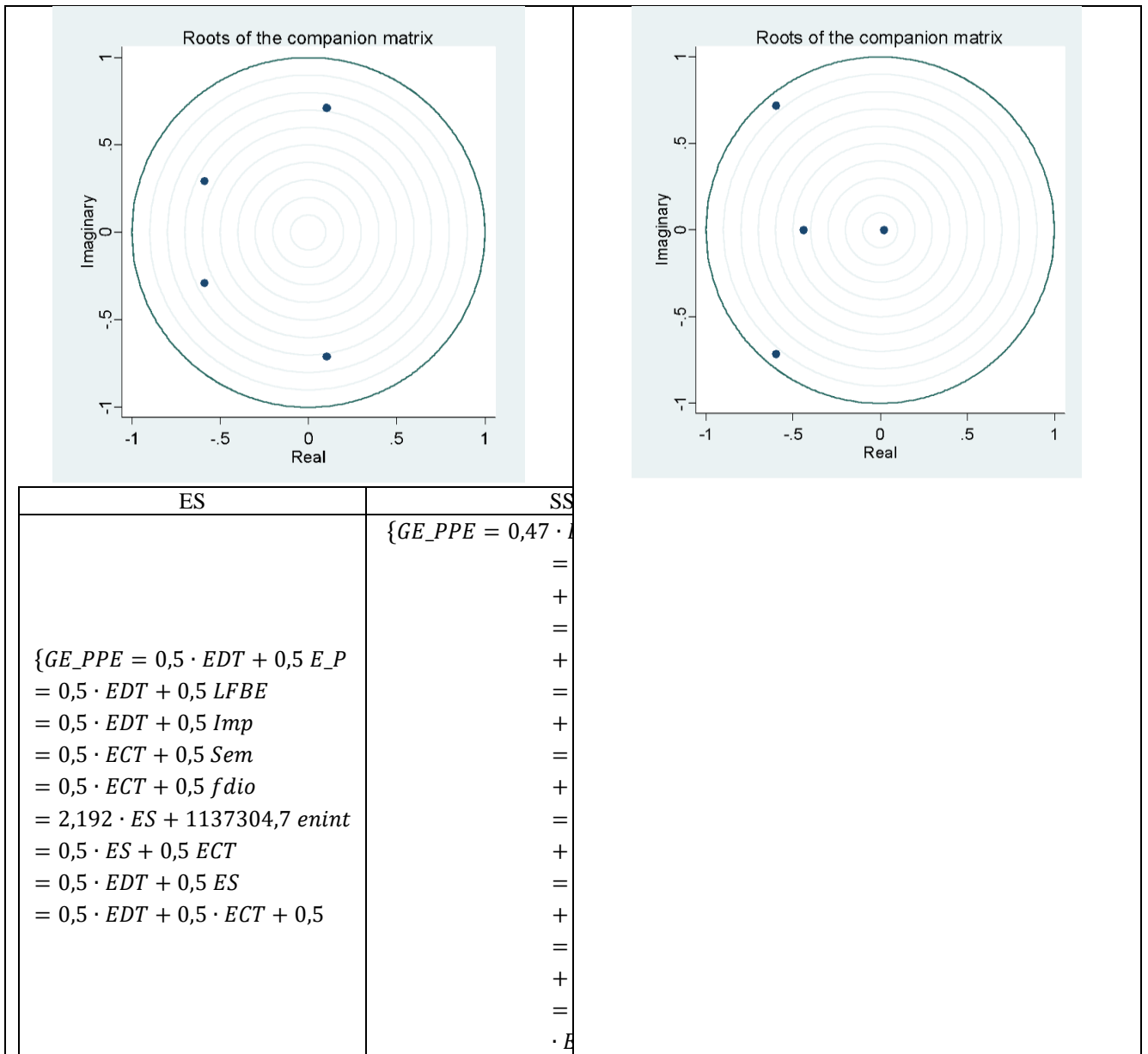
Таблиця 10.12 – Результати тестування напряму казуальності за Грейнджером для першої моделі: вибірка для України

Гіпотеза	chi2	df	prob > chi2	Примітка	Напрямок казуальності
Лагові значення <i>Ectrnsf</i> не спричинюють <i>ES</i>	18.465	2	0.000	Не підтверджено	<i>Ectrnsf</i> → <i>ES</i>
Лагові значення <i>ES</i> не спричинюють <i>Ectrnsf</i>	4.903	2	0.086	Не підтверджено*	<i>ES</i> → <i>Ectrnsf</i>
Лагові значення <i>Edtrnsf</i> не спричинюють <i>ES</i>	3.084	2	0.214	Підтверджено	<i>X</i>
Лагові значення <i>ES</i> не спричинюють <i>Edtrnsf</i>	2.053	2	0.358	Підтверджено	<i>X</i>
* з 10% рівнем значущості					

Для перевірки отриманих результатів було проведено додаткову оцінку побудованих моделей шляхом перевірки їхньої нормальності розподілу (за допомогою тесту Жаке-Бера), автокореляції (за допомогою тесту множників Лагранжа) та стійкості [397].

Таблиця 10.13 – Перевірка першої моделі на адекватність: вибірка для України

Тест Жаке Бера				Тест множників Лагранжа			
Equation	chi2	df	p-value	lag	chi2	df	p-value
Модель 1(а)							
<i>ES1</i>	0.633	2	0.729*	1	0.210	4	0.9995
<i>Ectrnsf1</i>	1.519	2	0.468*	2	4.595	4	0.331
<i>ALL</i>	2.152	4	0.708*				
Модель 1(б)							
<i>ES1</i>	0.564	2	0.754*	1	2.439	4	0.656
<i>Edtrnsf1</i>	1.128	2	0.569*	2	3.319	4	0.506
<i>ALL</i>	1.692	4	0.792*				
Тест на стабільність							
Модель 1(а)				Модель 1(б)			



де \* – значимий показник

Тепер перейдемо до другої моделі, яка має на меті визначити часові вікна, в межах яких конвергенція економічних та освітніх змін матиме вплив на соціальне забезпечення. Зміни в економіці та освіті мають незначний вплив на зведений індикатор соціальної безпеки. Водночас, комбінований індикатор соціальної безпеки має негативний вплив на ступінь економічних перетворень (трирічний лаг на 5% рівні значущості).

Таблиця 10.14 – Результати оцінки векторної авторегресії для другої моделі:  
вибірка для України

Регресанд	Регресор	Коефіцієнт	Ст. помилка	z	P> z	95% довірчий інтервал	
Модель 2(а)							
<i>SS1</i> <i>R-sq=</i> <i>0,891</i>	<i>SS1</i>						
	<i>L1.</i>	-0.145	0.258	-0.560	0.572	-0.650	0.360
	<i>L2.</i>	0.203	0.172	1.180	0.237	-0.133	0.539
	<i>L3.</i>	-0.041	0.170	-0.240	0.811	-0.375	0.293
	<i>Ectrnsfl</i>						
	<i>L1.</i>	-0.002	0.001	-1.630	0.102	-0.004	0.000
	<i>L2.</i>	0.000	0.001	-0.120	0.904	-0.003	0.002
	<i>L3.</i>	0.001	0.001	1.130	0.258	-0.001	0.004
	<i>_cons</i>	-0.007	0.003	-2.120	0.034*	-0.014	-0.001
<i>Ectrnsfl</i> <i>R-sq=</i> <i>0,801</i>	<i>SS1</i>						
	<i>L1.</i>	20.819	48.729	0.430	0.669	-74.688	116.326
	<i>L2.</i>	58.987	32.446	1.820	0.069	-4.607	122.581
	<i>L3.</i>	-73.201	32.243	-2.270	0.023*	-136.397	-10.005
	<i>Ectrnsfl</i>						
	<i>L1.</i>	-0.032	0.235	-0.140	0.891	-0.493	0.429
	<i>L2.</i>	-0.241	0.236	-1.020	0.308	-0.704	0.222
	<i>L3.</i>	-0.155	0.222	-0.700	0.486	-0.589	0.280
	<i>_cons</i>	0.032	0.630	0.050	0.959	-1.203	1.267
Модель 2(б)							
<i>SS1</i> <i>R-sq=</i> <i>0,869</i>	<i>SS1</i>						
	<i>L1.</i>	-0.083	0.244	-0.340	0.735	-0.562	0.396
	<i>L2.</i>	0.112	0.187	0.600	0.551	-0.255	0.478
	<i>L3.</i>	-0.141	0.168	-0.840	0.400	-0.471	0.188
	<i>Edtrnsfl</i>						
	<i>L1.</i>	-0.001	0.002	-0.430	0.666	-0.004	0.003
	<i>L2.</i>	-0.001	0.003	-0.530	0.593	-0.006	0.004
	<i>L3.</i>	-0.003	0.002	-1.600	0.110	-0.008	0.001
	<i>_cons</i>	-0.004	0.004	-0.970	0.332	-0.012	0.004
<i>Edtrnsfl</i> <i>R-sq=</i> <i>0,794</i>	<i>SS1</i>						
	<i>L1.</i>	-5.872	46.112	-0.130	0.899	-96.251	84.506
	<i>L2.</i>	33.230	35.282	0.940	0.346	-35.920	102.381
	<i>L3.</i>	-30.420	31.700	-0.960	0.337	-92.550	31.711
	<i>Edtrnsfl</i>						
	<i>L1.</i>	-1.155	0.336	-3.440	0.001*	-1.814	-0.496
	<i>L2.</i>	-0.565	0.472	-1.200	0.231	-1.489	0.360
	<i>L3.</i>	0.514	0.413	1.240	0.213	-0.295	1.323
	<i>_cons</i>	1.070	0.784	1.360	0.172	-0.466	2.606

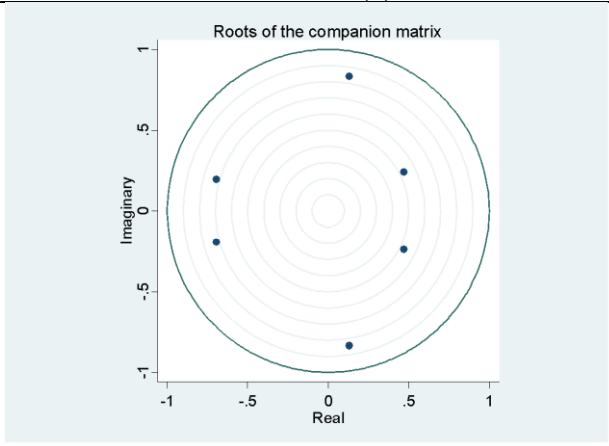
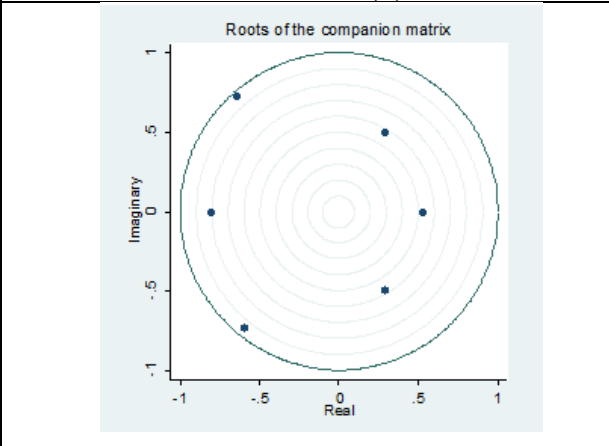
де \* – значимий показник

Таблиця 10.15 – Результати тестування напрямку казуальності за Грейнджером для другої моделі: вибірка для України

Гіпотеза	chi2	df	prob > chi2	Примітка	Напрямок казуальності
Лагові значення <i>Ectrnsf1</i> не спричинюють <i>SS1</i>	5.732	3	0.125	Підтверджено	<i>X</i>
Лагові значення <i>SS1</i> не спричинюють <i>Ectrnsf 1</i>	8.566	3	0.036	Не підтверджено	<i>SS → Ectrnsf</i>
Лагові значення <i>Edtrnsf1</i> не спричинюють <i>SS1</i>	3.545	3	0.315	Підтверджено	<i>X</i>
Лагові значення <i>SS1</i> не спричинюють <i>Edtrnsf1</i>	1.598	3	0.660	Підтверджено	<i>X</i>

Побудовані моделі пройшли тест на достатність (табл. 10.16), продемонструвавши свою стійкість, нормальний розподіл та відсутність автокореляції.

Таблиця 10.16 – Перевірка другої моделі на адекватність: вибірка для України

Тест Жаке Бера				Тест множників Лагранжа			
Equation	chi2	df	p-value	lag	chi2	df	p-value
Модель 2(а)							
<i>SS1</i>	0.812	2	0.666*	1	1.173	4	0.883*
<i>Ectrnsf1</i>	0.495	2	0.781*	2	6.426	4	0.169*
<i>ALL</i>	1.306	4	0.860*	3	6.315	4	0.177*
Модель 2(б)							
<i>SS1</i>	0.859	2	0.651*	1	0.386	4	0.983*
<i>Edtrnsf1</i>	0.622	2	0.732*	2	10.196	4	0.037
<i>ALL</i>	1.482	4	0.829*	3	2.163	4	0.705*
Тест на стабільність							
Модель 2(а)				Модель 2(б)			
							

де \* – значимий показник

Таблиця 10.17 – Результати оцінки векторної авторегресії для третьої моделі:  
вибірка для України

Регресанд	Регресор	Коефіцієнт	Ст. помилка	z	P> z	95% довірчий інтервал	
Модель 3(а)							
<i>ISI</i> <i>R-sq=</i> <i>0,798</i>	<i>ISI</i>						
	<i>L1.</i>	0.017	0.204	0.080	0.933	-0.383	0.417
	<i>L2.</i>	-0.615	0.198	-3.100	0.002*	-1.003	-0.227
	<i>L3.</i>	-0.066	0.187	-0.350	0.723	-0.432	0.300
	<i>L4.</i>	-0.750	0.151	-4.980	0.000*	-1.046	-0.455
	<i>Ectrnsfl</i>						
	<i>L1.</i>	0.003	0.001	3.200	0.001*	0.001	0.005
	<i>L2.</i>	0.000	0.001	-0.150	0.877	-0.002	0.002
	<i>L3.</i>	0.002	0.001	2.320	0.021*	0.000	0.004
	<i>L4.</i>	0.001	0.001	1.260	0.207	-0.001	0.003
	<i>_cons</i>	0.048	0.010	4.780	0.000*	0.028	0.068
<i>Ectrnsfl</i> <i>R-sq=</i> <i>0,928</i>	<i>ISI</i>						
	<i>L1.</i>	66.464	22.825	2.910	0.004*	21.728	111.200
	<i>L2.</i>	4.605	22.151	0.210	0.835	-38.811	48.020
	<i>L3.</i>	-33.146	20.881	-1.590	0.112	-74.072	7.779
	<i>L4.</i>	-105.559	16.838	-6.270	0.000*	-138.561	-72.557
	<i>Ectrnsfl</i>						
	<i>L1.</i>	-0.477	0.099	-4.800	0.000*	-0.671	-0.282
	<i>L2.</i>	-0.835	0.120	-6.990	0.000*	-1.069	-0.601
	<i>L3.</i>	-0.509	0.114	-4.460	0.000*	-0.733	-0.285
	<i>L4.</i>	-0.381	0.100	-3.800	0.000*	-0.577	-0.184
	<i>_cons</i>	1.179	1.121	1.050	0.293	-1.018	3.376
Модель 3(б)							
<i>ISI</i> <i>R-sq=</i> <i>0,948</i>	<i>ISI</i>						
	<i>L1.</i>	0.619	0.106	5.860	0.000*	0.412	0.826
	<i>L2.</i>	-1.133	0.170	-6.670	0.000*	-1.466	-0.800
	<i>L3.</i>	-0.445	0.132	-3.360	0.001*	-0.704	-0.186
	<i>L4.</i>	-0.551	0.074	-7.480	0.000*	-0.695	-0.406
	<i>Edtrnsfl</i>						
	<i>L1.</i>	0.002	0.001	2.320	0.020*	0.000	0.003
	<i>L2.</i>	0.005	0.001	3.590	0.000*	0.002	0.008
	<i>L3.</i>	0.007	0.001	4.710	0.000*	0.004	0.010
	<i>L4.</i>	-0.004	0.001	-3.690	0.000*	-0.006	-0.002
	<i>_cons</i>	0.046	0.005	10.130	0.000*	0.037	0.055



## Продовження таблиці 10.17

Регресанд	Регресор	Коефіцієнт	Ст. помилка	z	P> z	95% довірчий інтервал	
<i>Edtrnsfl</i> <i>R-sq=</i> <i>0,962</i>	<i>IS1</i>						
	<i>L1.</i>	146.293	25.652	5.700	0.000*	96.016	196.571
	<i>L2.</i>	109.246	41.267	2.650	0.008*	28.365	190.128
	<i>L3.</i>	133.026	32.125	4.140	0.000*	70.062	195.989
	<i>L4.</i>	23.543	17.868	1.320	0.188	-11.477	58.563
	<i>Edtrnsfl</i>						
	<i>L1.</i>	-1.891	0.190	-9.960	0.000*	-2.263	-1.519
	<i>L2.</i>	-1.872	0.349	-5.360	0.000*	-2.556	-1.187
	<i>L3.</i>	-0.429	0.354	-1.210	0.226	-1.124	0.266
	<i>L4.</i>	-0.044	0.271	-0.160	0.871	-0.575	0.487
	<i>_cons</i>	-5.656	1.103	-5.130	0.000*	-7.817	-3.495

Тепер перейдемо до третьої моделі, яка перевіряє, як зміни в освіті та економіці впливають на інформаційну безпеку і як інтерпретуються результати. Тепер перейдемо до третьої моделі, яка перевіряє, як зміни в освіті та економіці впливають на інформаційну безпеку і як інтерпретуються результати.

Що стосується інформаційної безпеки, то було виявлено кілька типів впливу на її композитний рівень:

- позитивний вплив економічних перетворень з лагом в один та три роки на рівні значущості 1%.

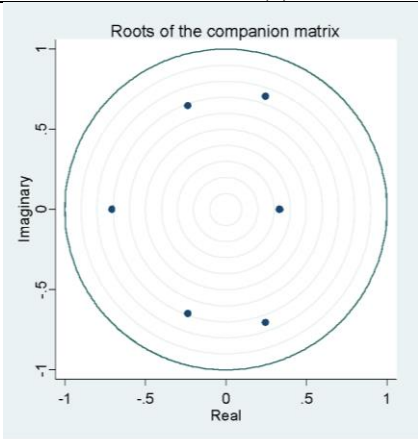
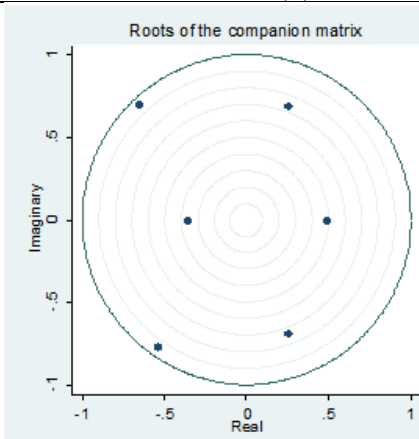
- позитивний вплив освітніх трансформацій з лагами в один, два та три роки та негативний вплив з лагом у чотири роки на рівні значущості 1%.

Прикметно, що зведений рівень інформаційної безпеки країни позитивно впливає на рівень економічних перетворень з лагом в один рік і негативно - з лагом у чотири роки, обидва на 1% рівні значущості. Крім того, на рівень освітніх перетворень зведений рівень інформаційної безпеки позитивно впливає з лагом від одного до трьох років на 1% рівні значущості.

Таблиця 10.18 – Результати тестування напряму казуальності за Грейнджером для третьої моделі: вибірка для України

Гіпотеза	chi2	df	prob > chi2	Примітка	Напрямок казуальності
Лагові значення <i>Ectrnsf1</i> не спричинюють <i>IS1</i>	16.542	4	0.002	Не підтверджено	<i>Ectrnsf</i> → <i>IS</i>
Лагові значення <i>IS1</i> не спричинюють <i>Ectrnsf1</i>	47.680	4	0.000	Не підтверджено	<i>IS</i> → <i>Ectrnsf</i>
Лагові значення <i>Edtrnsf</i> не спричинюють <i>IS</i>	92.939	4	0.000	Не підтверджено	<i>Edtrnsf</i> → <i>IS</i>
Лагові значення <i>IS</i> не спричинюють <i>Edtrnsf</i>	76.456	4	0.000	Не підтверджено	<i>IS</i> → <i>Edtrnsf</i>

Таблиця 10.19 – Перевірка третьої моделі на адекватність: вибірка для України

Тест Жаке Бера				Тест множників Лагранжа			
Equation	chi2	df	p-value	lag	chi2	df	p-value
Модель 3(а)							
<i>IS1</i>	0.541	2	0.763*	1	1.186	4	0.881*
<i>Ectrnsf1</i>	2.039	2	0.312*	2	7.557	4	0.109*
<i>ALL</i>	2.869	4	0.579*	3	3.619	4	0.459*
				4	3.505	4	0.477*
Модель 3(б)							
<i>IS1</i>	1.016	2	0.602*	1	3.899	4	0.419*
<i>Edtrnsf1</i>	3.750	2	0.153*	2	3.503	4	0.477*
<i>ALL</i>	4.766	4	0.312*	3	5.683	4	0.224*
				4	6.669	4	0.155*
Продовження табл. 10.19							
<b>ПЕРЕВІРКА НА СТАБІЛЬНІСТЬ</b>							
Модель 3(а)				Модель 3(б)			
							

де \* – значимий показник

Зазначені процедури є стандартними для побудови векторних авторегресійних моделей та проведення тестів на причинність Грейнджера, які застосовуються однаково до решти 10 країн вибірки. Отримані результати, з урахуванням часового лагу та напрямку впливу, слугують основою для кластерного аналізу. Цей аналіз допомагає класифікувати країни за схожими закономірностями впливу конвергенції освітніх та економічних трансформацій на рівні економічної, соціальної та інформаційної безпеки.

Враховуючи специфіку вибірки та мету дослідження, було обрано ієрархічний агломеративний тип кластерного аналізу. Цей метод автономно визначає кількість кластерів у вибраній сукупності шляхом ітеративного об'єднання вхідних елементів. Процес включає наступні кроки:

– вибір методу вимірювання відстані між кластерами, що відображає ступінь їхньої схожості. У цьому дослідженні було обрано евклідову відстань ( $d_{xy}$ ) як геометричну відстань між змінними  $x$  та  $y$  у багатовимірному просторі. Математично вона представлена формулою:

$$d_{xy} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - x_{kj})^2} \quad (10.14)$$

- вибір стратегії об'єднання кластерів, що передбачає створення рекомендацій для з'ясування того, як кожен кластер співвідноситься з іншими. Для визначення відстані ми обрали метод Уорда [398], який вимірює зміну суми квадратів для двох гіпотетичних кластерів, що потенційно можуть виникнути на певному етапі кластерного аналізу.

Основною перевагою використання ієрархічного кластерного аналізу є те, що результати можуть бути представлені графічно у вигляді дендрограми (рис. 10.22) - деревоподібної діаграми, яка ілюструє етапи створення кластерів.

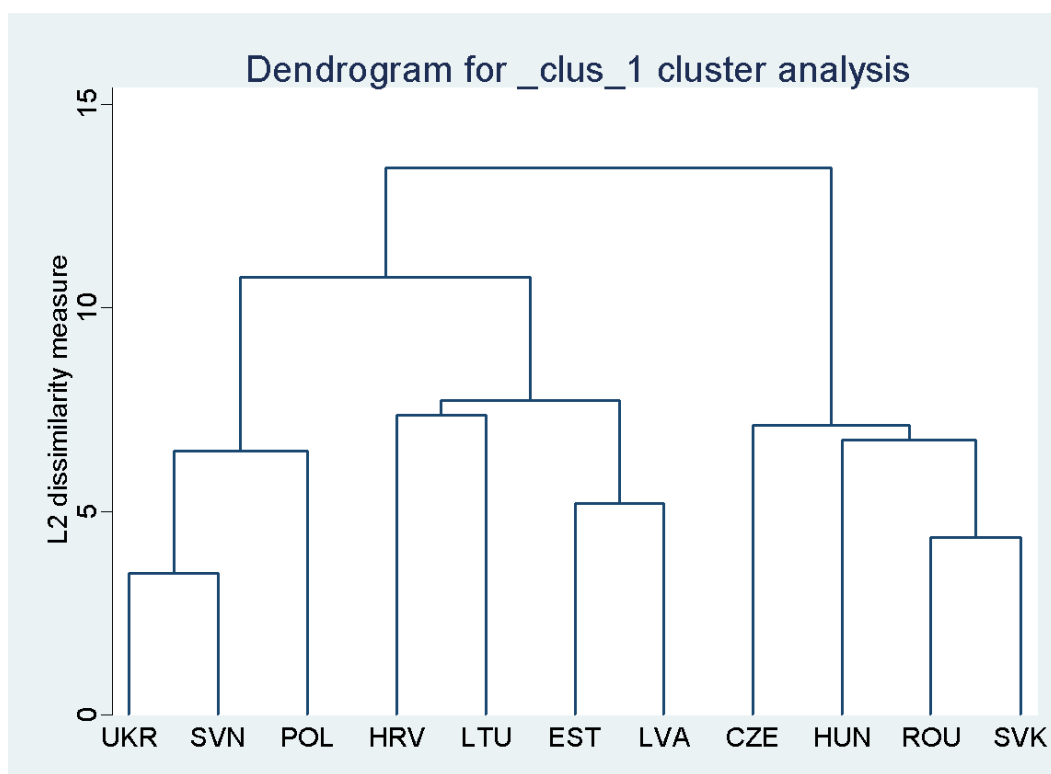


Рисунок 10.22 – Дендрограма кластерного аналізу за методом Варда

Враховуючи, що існують розбіжності щодо ідеальної кількості кластерів на основі попереднього рисунку, слід використовувати правило зупинки Калінського-Харабаша [399], яке пропонується як інший модуль STATA. Оскільки його псевдо-F-індекс має максимальне значення 3,14, вибір трьох кластерів буде ідеальним.

Таблиця 10.20 – Результати визначення оптимальної кількості кластерів за стоп-правилом Калінські-Харабаша

Кількість кластерів	Показник Calinski/ Harabasz pseudo-F	
2	3.12	
3	3.14	
4	2.82	
5	2.74	
Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3
POL	HRV	ROU
SVN	LVA	SVK
UKR	EST	HUN
	LTU	CZE

Ми пропонуємо описову статистику отриманих кластерів у Таблиці 10.21 для більш детального вивчення кластерів та порядку розподілу.

Таблиця 10.21 – Описові статистики по отриманим трьом кластерам

Кластер	<i>Ectrn sf – ES</i>	<i>ES – Ectrn sf</i>	<i>Edtrn sf – ES</i>	<i>ES – Edtrn sf</i>	<i>Ectrnsf – SS</i>	<i>SS – Ectrn sf</i>	<i>Edtrn sf – SS</i>	<i>SS – Edtrn sf</i>	<i>Ectrn sf – IS</i>	<i>IS – Ectrn sf</i>	<i>Edtrn sf – IS</i>	<i>IS – Edtrn sf</i>
1 / n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>mean</i>	1.67	0.67	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	2.33	3.67	2.33	3.33
<i>sd</i>	1.53	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08	0.58	2.08	0.58
2 / n	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>mean</i>	2.25	1.50	3.00	0.75	1.50	2.25	3.00	1.50	3.00	2.25	1.50	2.25
<i>sd</i>	1.50	1.73	0.00	1.50	1.73	1.50	0.00	1.73	0.00	1.50	1.73	1.50
3 / n	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>mean</i>	0.00	3.25	1.00	3.25	0.00	3.25	1.50	1.50	0.00	2.50	0.75	2.25
<i>sd</i>	0.00	0.96	2.00	0.50	0.00	0.50	1.73	1.73	0.00	1.73	1.50	1.50
Усього/ n	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
<i>mean</i>	1.27	1.91	1.45	1.45	0.55	2.82	1.64	1.09	1.73	2.73	1.45	2.55
<i>sd</i>	1.49	1.64	1.69	1.69	1.21	0.98	1.57	1.51	1.68	1.42	1.69	1.29

*де n – кількість об'єктів, mean – середнє значення, sd – середньоквадратичне відхилення*

До першого кластеру увійшли Україна, Словенія та Польща. У середньому в цих країнах спостерігається відсутність кореляції між показниками освітніх перетворень та комбінованими рівнями економічної та соціальної безпеки. Економічні трансформації мають відносно короткостроковий вплив на економічну безпеку (в середньому 1,67 року серед країн кластера) і зворотний вплив (в середньому 0,67 року). Щодо інформаційної безпеки, то тут спостерігається відтермінований вплив як економічних, так і освітніх трансформацій (в середньому 2,33 роки), а зворотний вплив для обох показників становить понад 3 роки. Таким чином, цей кластер характеризується країнами, де вплив економічних та освітніх трансформацій на рівень інформаційної безпеки переважає.

Другий кластер включає Хорватію, Латвію, Естонію та Литву. Вплив економічних трансформацій на економічну безпеку для цього кластеру становить 2,25 року, на соціальну безпеку - 1,5 року, а на інформаційну безпеку - 3 роки. Аналогічно, для освітніх трансформацій ці часові рамки становлять 3/3/1,5 роки. Композитний рівень економічної безпеки має відносно короткостроковий вплив як

на економічні (1,5 року), так і на освітні трансформації (0,75 року). Пари SS → Ectrnsf/ Edtrnsf мають часові рамки 2,25/1,5 року, а IS → Ectrnsf/ Edtrnsf - 2,25 року. Цей кластер характеризується рівномірним двостороннім впливом освітніх та економічних трансформацій на рівень економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни.

До третього кластеру увійшли Румунія, Словаччина, Угорщина та Чехія. Для них середній вплив економічної безпеки на освітні та економічні трансформації, як і вплив соціальної безпеки на економічні трансформації, становить 3,25 року. Зворотний ефект або відсутній, або становить 1 рік для пари Edtrnsf → ES, 1,5 року для Edtrnsf ↔ SS. Зв'язок між інформаційною безпекою та економічними і освітніми перетвореннями в середньому становить 2,5 і 2,25 року. Цей кластер характеризується країнами, в яких вплив економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни на рівень економічних та освітніх трансформацій є домінуючим.

Запропонована методологічна схема верифікації часових діапазонів впливу конвергенції освітніх та економічних трансформацій на рівень економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни наведена на рис. 2.30. Ця структура дозволяє простежити всі етапи від формування масиву вхідної інформації, побудови векторних авторегресійних моделей та тесту Грейнджера до результатів кластерного аналізу.

Підсумовуючи, слід зазначити, що конвергенція освітніх та економічних трансформацій має різноплановий вплив на рівень економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни, причому цей вплив варіюється від країни до країни. Запропонована в цій роботі методологічна основа дозволила згрупувати країни в три кластери: країни з переважним впливом економічних та освітніх трансформацій на рівень інформаційної безпеки, країни з рівномірним двостороннім впливом освітніх та економічних трансформацій на рівень економічної, соціальної та інформаційної безпеки та країни з переважним впливом економічної, соціальної та інформаційної безпеки на рівень економічних та освітніх трансформацій.

## ВИСНОВКИ

Проект спрямований на розв'язання пріоритетної наукової проблеми світового рівня щодо зменшення загроз регіональній та національній безпеці (в межах її складових – економічної, соціальної та інформаційної) шляхом виявлення найсучаснішими засобами економіко-математичного моделювання (когнітивного, каузального, нейромережевого тощо) мультиплексивних, трансмісійних, багатоканальних та багаторівневих конвергентних взаємозв'язків у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація».

I етап дослідження «Цифровізація освіти та цифрова інклюзія населення в системі формування між секторних економічних диспропорцій в контексті впливу на економічну, соціальну та інформаційну безпеку держави та регіонів» (2021 рік) був присвячений формуванню науково-методичних засад у сфері дослідження цифровізації освіти та цифрової інклюзії населення в системі формування міжсекторних економічних диспропорцій в контексті впливу на економічну, соціальну та інформаційну безпеку держави та регіонів.

У підсумку виконання першого етапу наукового проекту були отримані такі наукові результати, що представляють наукову новизну дослідження:

1. Побудовано композитну модель оцінювання цифровізації суспільства та освіти, що передбачає тестування внутрішньої узгодженості вибірки індикаторів цифровізації освіти та суспільства (тест альфа Кронбаха) та їх агрегуванням за методом мультиплікативної згортки. Це дозволило оцінити інтегральний рівень цифровізації освіти та суспільства та співставити прогрес цифровізації, досягнутий у різних країнах.

2. Побудовано панельні регресійні моделі оцінювання впливу цифровізації суспільства на інтегральні та часткові індикатори соціального та економічного розвитку. Це дозволило ідентифікувати ключові тригери забезпечення соціального та економічного розвитку серед параметрів цифровізації суспільства, силу та напрямок їх впливу на соціальний та економічний розвиток, а також основні часткові індикатори, залежні від рівня цифровізації суспільства.

3. Розроблено методичне підґрунтя визначення рівнів економічної, соціальної та інформаційної безпеки національної економіки, що на відміну від існуючих здійснено виокремленням безпекових викликів у національній економіці та їх індикаторів, формуванням композитних індексів за допомогою адитивно-мультиплікативної згортки з урахуванням вагових коефіцієнтів, визначених у результаті факторного аналізу. Це дозволило ідентифікувати рівні економічної, соціальної та інформаційної безпеки України і країн Центральної та Східної Європи, а також їх зміну в часі.

4. Вдосконалено методичний інструментарій моделювання впливу цифровізації суспільства та освіти на економічну, соціальну й інформаційну безпеку національної економіки, що відрізняється від існуючих поєднанням дистрибутивно-лагового та панельного регресійного моделювання з випадковими ефектами. Це дозволило виявити безпекові виклики та позитивні ефекти впливу цифровізації освіти і суспільства на різних часових горизонтах.

5. Удосконалено методологію вимірювання цифрової інклюзії населення, що на відміну від існуючих базується на системному поєднанні бенчмаркінг-аналізу (визначення показників кількісного оцінювання цифрової інклюзії населення), методу Фішберна (врахування характеру та вагомості внеску кожного з одиничних показників в інтегральний) та адитивної згортки. Це дозволило визначити тренди зміни рівня цифрової інклюзії населення в Україні та країнах світу.

6. Удосконалено методичні засади оцінювання зв'язку цифрової інклюзії населення з рівнем інформаційної безпеки країни та регіону, що відрізняються від існуючих комплексним поєднанням кореляційного аналізу, регресійного моделювання на панельних даних та дистрибутивно-лагового моделювання. Це дозволило виявити як загальні закономірності взаємозв'язку між аналізованими параметрами в Україні та світі, так і часові параметри запізнення відгуку рівня інформаційної безпеки країни та регіону на зміну цифрової інклюзії населення.

7. Удосконалено методичний підхід до вимірювання розривів між пропозиціями на ринку освітніх послуг та потребами реального сектору економіки, що відрізняється від існуючих використанням інструментарію нейромережевого



моделювання, а також врахуванням міжсекторних диспропорцій, обумовлених цифровізацією суспільства.

8. Запропоновано методологія проведення оцінки потреб у он-лайн освіті, що складається з трьох блоків: 1. якісне дослідження – проведення глибинних інтерв'ю з експертами зі сфери громадянської освіти; 2. кабінетне дослідження - аналіз проектів цивільного он-лайн освіти у досліджуваному регіоні; 3. кількісне дослідження – проведення онлайн-опитування та аналіз отриманих результатів. Це дозволило виявити проблеми розвитку громадянського суспільства та шляхи їх вирішення за допомогою громадянської он-лайн освіти. Найбільш актуальним у громадянській он-лайн освіті зараз є напрямок «особистісний розвиток», а найбільшою підтримкою з боку держави користується напрямок «цифрова освіта». Здійснено аналіз проектів громадянського он-лайн освіти в країнах Східного партнерства Європейського Союзу. Складено рейтинг кращих проектів в досліджуваній сфері.

9. Надано рекомендації щодо удосконалення системи освіти впродовж з урахуванням впливу цифровізації економічних відносин.

II етап дослідження «Моделювання патернів інституційного партнерства стейкхолдерів для синхронізації економічних та освітніх трансформацій, підвищення резильєнтності, соціальної, економічної та інформаційної безпеки місцевих громад» (2022 рік) був присвячений пошуку ефективних патернів інституційного партнерства стейкхолдерів для синхронізації економічних та освітніх трансформацій в місцевих громадах та забезпечення їх резильєнтності та безпеки, що трансформуються у побудову коопетиційної моделі реалізації концепції «місто/регіон, що навчається», підвищення ефективності виконання закладами освіти місії суспільного впливу на регіональний розвиток та безпеку, стимулювання трансферу інновацій від закладів освіти в реальну економіку.

У підсумку виконання другого етапу наукового проекту були отримані такі наукові результати, що представляють наукову новизну дослідження:

1. Визначено ефективні патерни взаємодії стейкхолдерів при виконанні третьої місії університетів. Проаналізовано особливості та характеристики

зовнішніх зацікавлених сторін університетів, що дає змогу їм побудувати ефективні моделі взаємодії з огляду на актуальність реалізації третьої місії університетів.

2. Розроблено науково-практичні підходи до використання імерсійних цифрових технологій як інструменту стимулювання трансферу інновацій від закладів освіти в реальний сектор економіки. Що дозволило визначити роль вищої освіти в інноваційному розвитку країни, узагальнити переваги застосування імерсійних цифрових технологій Центрами колективного користування науковим обладнанням та визначити ресурси, необхідні формування ефективної моделі використання імерсійних цифрових технологій в інноваційній діяльності.

3. Запропоновано інтегрований підхід до впровадження імерсивного навчання в університеті, що передбачає створення спеціалізованої лабораторії віртуальної та доповненої реальності з відповідним технічним оснащенням, впровадження методології імерсивного навчання в університетські освітні програми, розробку програмно-апаратних рішень для імерсивного навчання та дослідження ефективності імерсивного навчання. Представлено розробку спеціалізованої кафедри університету, яка виступає розробником програмних продуктів для імерсивного навчання.

4. Розроблено модель синхронізації та конгруентності економічних, освітніх та цифрових трансформацій з економічною, соціальною та інформаційною безпекою національної економіки. Встановлено, що в умовах цифровізації економіки та суспільства існує двосторонній зв'язок між економічними, освітніми та цифровими трансформаціями, а також економічною, соціальною та інформаційною безпекою національної економіки

5. Вдосконалено методичні засади дослідження регіонального аспекту економічних, освітніх і цифрових трансформацій, що на відміну від існуючих, оцінюють силу та напрям їх впливу на резильєнтність територіальних громад на основі сукупності однофакторних панельних регресійних моделей.

6. Запропоновано дорожню карту регуляторних інтервенцій для масштабування моделі інституційного партнерства провайдерів освітніх послуг з

метою підвищення резильєнтності місцевого/регіонального соціально-економічного розвитку.

7. Удосконалено методологію формування коопетиційної моделі реалізації концепції «місто, що навчається» за мережевим принципом з виділення її основних напрямів, переваг та недоліків, а також алгоритму оцінки ефективності такої взаємодії.

III етап дослідження «Моделювання конвергентних взаємозв'язків у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація»» (2023 рік) був присвячений площині обґрунтування впливу конвергентних взаємозв'язків у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація» на розроблені композитні індикатори економічної, соціальної та інформаційної безпеки та резильєнтність громад в умовах цифровізації суспільства, оцінюванні мультиплексивних трансмісійних ефектів, зон комплементарності у цьому ланцюзі, верифікації основних каналів, що є каталізаторами такого впливу.

У підсумку виконання третього етапу наукового проекту були отримані такі наукові результати, що представляють наукову новизну дослідження:

1. Розроблено науково-методичний підхід до формування композитних індикаторів оцінювання освітніх, економічних та цифрових трансформацій. Методичний підхід до формування інтегральних показників економічних, освітніх і цифрових трансформацій у національній економіці, відрізняється від існуючих системним поєднанням бібліометричного, компаративного та бенчмаркінг-аналізу для відбору часткових індикаторів трансформацій, двоетапною процедурою визначення їх релевантності (на основі експертного методу та тесту альфа Кронбаха).

2. Запропонована дескриптивна модель інтегрального оцінювання конвергентних взаємозв'язків у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація». Розвинуті методичні засади інтегрального оцінювання конвергентних взаємозв'язків у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація» відрізняються від існуючих застосуванням інтегральних індикаторів характеристики одинарних, попарних, потрійних та комплексних

зв'язків у межах досліджуваного ланцюга для визначення рівнів їх  $\beta$ - та  $\sigma$ -конвергенції. Це дозволило ідентифікувати наявність досягнутого рівня конвергенції та динамічних конвергентних трендів, що виникають у процесі економічних і освітніх трансформацій в контексті подолання безпекових викликів у національній економіці в умовах цифровізації.

3. Поглиблено науково-методичні засади формалізації зон комплементарності та мультиплексивних трансмісійних ефектів у ланцюзі «економіка – освіта – національна безпека – цифровізація». Для дослідження спільних контекстів понять «економіка», «освіта», «цифровізація» та «національна безпека» з точки зору їх комплементарності було використано інструментарій бібліометричного аналізу VOSviewer та Google Books Ngram Viewer, що дозволило встановити не лише їх парну комплементарність, а й обґрунтувати трансмісійні мультиплексивні зв'язки, що опосередковують зони комплементарності між парами та трійками досліджуваних понять, а також їх цілого комплексу.

4. Встановлено, що взаємне підсилення розвитку економіки та освіти проявляється через появу нових видів і форм підприємництва, що вимагають відповідних навичок та компетентностей фахівців та обґрунтовують попит і пропозицію на ринку праці і структурні кількісні та якісні трансформації системи освіти. В умовах цифровізації цей взаємозв'язок опосередковується заміщенням традиційних технологій цифровими, які вимагають відповідної професійної підготовки та визначають структурні трансформації економічної системи. Забезпечення національної безпеки в умовах цифровізації пов'язане не лише з безпосереднім запобіганням цифровій злочинності, а й із розвитком цифрового врядування та підвищення технологічності інфраструктури.

5. Вперше запропоновано методичні засади верифікації ключових каналів впливу економічних і освітніх трансформацій на рівні економічної, соціальної та інформаційної безпеки національної економіки, що системно поєднують метод головних компонент (для обґрунтування переліку явних змінних, які характеризують економічні, освітні трансформації, економічну, соціальну й інформаційну безпеку національної економіки) та структурне моделювання (для

ідентифікації структурних зв'язків, що існують між явними і латентними змінними). Це дозволило визначити силу та напрямок впливу економічних і освітніх трансформацій на рівні економічної, соціальної й інформаційної безпеки національної економіки

б. Верифіковано часові діапазони впливу конвергенції освітніх та економічних трансформацій на рівні економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни, що на відміну від існуючих ґрунтуються на застосуванні векторної авторегресійної моделі, тесту Грейнджера та кластерного аналізу. Це дозволило ідентифікувати наявність односторонніх/двосторонніх зв'язків між економічними і освітніми трансформаціями, а також зміною рівнів економічної, соціальної та інформаційної безпеки національної економіки, тривалість прояву виявлених зв'язків, а також виокремити групи країн із подібною їх специфікою.

Керівник проекту Васильєва Т.А. виступила експертом проекту «Україна 4.0. Форсайт соціально-економічних змін та прогнозування потреби в професійних цифрових компетентностях/ кваліфікаціях» (Національне агентство кваліфікацій, Державний центр зайнятості, Міністерство цифрової трансформації України, Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України), є членом робочої групи з розроблення проекту Стратегії розвитку вищої освіти України на 2021-2031 роки та експертної групи з визначення пріоритетних напрямів розвитку наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності МОНУ (секція «Соціогуманітарний розвиток»).

Основні наукові положення першого етапу НДР доведено до рівня методичних розробок і практичних рекомендацій, які можуть бути використані органами законодавчої та виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, закладами освіти та профільними громадськими об'єднаннями. Результати НДР частково використані при виконання 16 господарчих договорів на замовлення громадської організації «Центр освіти впродовж життя» обсягом 129,780 тис. грн, а також впроваджені в освітню діяльність цієї організації (Довідка про впровадження №2 від 03.12.2021 р., №1 від 08.12.2022 р.) та громадської спілки «Східноєвропейська асоціація громадянської освіти» (Довідка про впровадження

№1 від 01.12.2021 р., №2 від 01.12.2022). Отримано листи підтримки від Європейської асоціації маркетингу та менеджменту (Лист від 08.12.2022 р., Додаток Б) та Лондонської академії науки і бізнесу (Лист від 02.12.2021 р., Додаток В). Отримано і виконується 23 міжнародних наукових грантів. Результати НДР використані при підготовці 3 докторських та 7 кандидатських дисертаційних робіт.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Digital Economy and Society Database. Eurostat. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/database?p\\_p\\_id=NavTreeportletprod\\_WAR\\_NavTreeportletprod\\_INSTANCE\\_pgrsK5zx6I84&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view](https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/database?p_p_id=NavTreeportletprod_WAR_NavTreeportletprod_INSTANCE_pgrsK5zx6I84&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view)
2. Teaching and Learning International Survey. OECD. URL: [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=TALIS\\_IND](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=TALIS_IND).
3. World Development Indicators. The World Bank : website. URL: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.
4. Конституція України : закон від 28.06.1996 р. № 254к/96-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text>.
5. Holmes K. R. What Is National Security? Index of U.S. Military Strength. *The Heritage foundation*. 2015. pp. 17-26. URL: [https://www.heritage.org/sites/default/files/2019-10/2015\\_IndexOfUSMilitaryStrength\\_What%20Is%20National%20Security.pdf](https://www.heritage.org/sites/default/files/2019-10/2015_IndexOfUSMilitaryStrength_What%20Is%20National%20Security.pdf).
6. Retter L., Frinking E.J., Hoorens S., Lynch A., Nederveen F., Phillips W. D. Relationships between the economy and national security: Analysis and considerations for economic security policy in the Netherlands. Wetenschappelijk Onderzoek- en Documentatiecentrum, 2020. URL: [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR4287.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR4287.html).
7. Booth K. Security and Emancipation. *Review of International Studies*. 1991. №17(4). pp. 313–326.
8. Buzan B., Waever O., de Wilde J. 1998. Security: A New Framework for Analysis. London: Lynne Rienner Publishers, 1998. 239 p.
9. Rothschild E. What is security? *Daedalus*. 1995. №124(3). p. 53–98.
10. Даль В. Толковый словарь живого великорусского языка: Т. 1–4. Москва: Рус. яз. 1981. 699 с
11. Словник української мови: в 11 т. / АН УРСР Інститут мовознавства; за ред. І. К. Білодіда. Київ: Наукова думка, 1970-1980. Т. 1. 799 с.
12. Пасічник В.М. Філософська категорія безпеки як основа нової парадигми державного управління національною безпекою. *Демократичне врядування*. 2011. Вип. 7. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/DeVr\\_2011\\_7\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/DeVr_2011_7_7).

13. Сидорчук О. Г. Соціальна безпека: державне регулювання та організаційно-економічне забезпечення : монографія. Львів : ЛРІДУ НАДУ, 2018. 492 с.
14. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо розрахунку рівня економічної безпеки України : наказ Мінекономрозвитку України; від 29.10.2013 р. № 1277. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1277731-13#Text>.
15. Абелгузин Н.Р., Нусратуллин В.К. Теоретические проблемы обеспечения экономической безопасности в транзитивной экономике. Уфа: Дизайн Полиграф Сервис, 2007. 147 с.
16. Губський Б. В. Економічна безпека України: методологія виміру, стан і стратегія забезпечення. Київ: ДП «Укрархбудінфор», 2001. 122 с.
17. Румянцева Е. Е. Новая экономическая энциклопедия. Москва: ИНФРА-М, 2005. С. 37.
18. Економічна безпека / Варналій З.С., Мельник П.В., Тарангул Л.Л. та ін.; за ред. Варналія З.С. Київ: Знання, 2009. 647 с.
19. Мунтіян В. І. Економічна безпека України. Київ: КВІЦ, 1999. 462 с.
20. Лібанова Е., Палій О. Ринок праці та соціальний захист : навч. посібн. із соц. політики. Київ. : Видавництво «Основи», 2004. 491 с.
21. Білоус І. І. Поняття соціальної безпеки та її роль в системі національної безпеки держави. *Ефективна економіка*. 2019. № 3. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=6955>.
22. Новікова О. Ф. Соціальна безпека: організаційно-економічні проблеми і шляхи вирішення. Донецьк: ІЕП НАН України, 1997. 460 с.
23. Хомра О.У., Русанова Т.Є. Соціальна безпека: виклики, загрози, критерії. Проблеми національної безпеки. *Стратегічна панорама*. 2004. № 1. URL: <http://www.niisp.gov.ua/vydanna/panorama/issue.php?s=prnb1&issue>
24. Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки : Закон України від 09.01.2007 р. № 537-V. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/537-16#Text>.
25. Золотар О.О. Інформаційна безпека людини: теорія і практика. Київ : ТОВ «Видавничий дім «АртЕк», 2018. 446 с.



26. Бойко І. В. Дефініції «ризик», «загроза», «небезпека» як об'єкти наукових досліджень у напрямі економічної безпеки підприємства. *Приазовський економічний вісник*. 2017. № 5. С. 94–98.

27. Носань Н. С. Актуальні загрози та ризики фінансової безпеки України на межі посткризового та євроінтеграційного періодів. *Причорноморські економічні студії*. 2019. Вип. 40. С. 35-39.

28. Рудніченко Є. М. Загроза, ризик, небезпека: сутність та взаємозв'язок із системою економічної безпеки підприємства. *Економіка. Менеджмент. Підприємництво*. 2013. № 25(1). С. 188-195.

29. Про національну безпеку України : Закон України від 21.06.2018 р. № 2469-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#Text>.

30. NATO website. URL: <https://www.nato.int/cps/en/natohq/index.htm>.

31. Буторин В. К., Ткаченко А. Н., Шипилов С. А. Основы экономической безопасности. В 3-х томах. Т. 1. – Системные концепции экономической безопасности. Москва: КНОРУС, 2007. 220 с.

32. Підлипна Р. П. Основні загрози та система соціальної безпеки в Україні. *Вісник Львівської комерційної академії. Серія економічна*. 2015. Вип. 47. С. 20-23.

33. Гаврильців М.Т. Інформаційна безпека держави у системі національної безпеки України. *Юридичний науковий електронний журнал*. 2020. № 2. С. 200-203.

34. Мартиненко В.В. Загрози економічній безпеці України в контексті викликів глобалізації. *Економічний часопис- XXI*. 2011. Вип. 7-8. С. 39-40.

35. Олійничук О. Система економічної безпеки держави та рівні її формування: концептуальні аспекти. *Галицький економічний вісник*. 2015. Том 48. № 1. С. 93-100.

36. Грабко Є. В. Забезпечення соціальної безпеки в Україні: регіональний аспект. *Публічне адміністрування: теорія та практика*. 2010. Вип. 2 (4). URL: [www.dbuara.dp.ua/zbirnik/2010-02/10gevura.pdf](http://www.dbuara.dp.ua/zbirnik/2010-02/10gevura.pdf).

37. Шевчук О. М. Covid-19 як загроза національній безпеці України. *Юридичний науковий електронний журнал*. 2021. № 1. С. 210-213.

38. United Nations. Shared responsibility, global solidarity: Responding to the socio-economic impacts of COVID-19. 2020. 26 p.

39. Гуржій Т. Інформаційне право: виклики гібридної війни. *Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право*. 2018. № 4. С. 16–26.

40. Про Доктрину інформаційної безпеки України : Указ Президента України від 25.02.2017 р. № 47/2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/47/2017#Text>.

41. Про Стратегію національної безпеки України : Указ Президента України від 14.09.2020 р. № 392/2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392/2020#Text>.

42. Швайба Д.Н. Системный анализ показателей социально-экономической безопасности. *Наука и техника*. 2018. №17(4). с. 338-343.

43. Старикова О. В. Теоретико-методологические основы экономической безопасности региональной экономической системы. *Управленческое консультирование*. 2015. № 2. С. 165-174.

44. Глазьев С.Ю. Основа обеспечения экономической безопасности страны: альтернативный реформационный курс. *Российский журнал*. 1997. №1. С. 5–6.

45. Харазішвілі Ю. М. Методологічні підходи до оцінки рівня економічної безпеки країни. *Наука та наукознавство*. 2014. № 4. С. 44-58.

46. Levchenko V., Boyko A., Savchenko T., Bozhenko V., Humenna Yu. Pilin R. State Regulation of the Economic Security by Applying the Innovative Approach to its Assessment. *Marketing and Management of Innovations*. 2019. №4. pp. 364-372. URL: <http://doi.org/10.21272/mmi.2019.4-28>.

47. Стан та перспективи соціальної безпеки в Україні: експертні оцінки : монографія / О. Ф. Новікова, О. Г. Сидорчук, О. В. Панькова [та ін.] / Львівський регіональний інститут державного управління НАДУ; НАН України, Інститут економіки промисловості . Київ; Львів: ЛРІДУ НАДУ, 2018. 184 с.

48. Молодецька-Гринчук К. Метод оцінювання ознак загроз інформаційній безпеці держави у соціальних інтернет-сервісах. *Автоматизация технологических и бизнес-процессов*. 2017. № 9(2). С. 36-42.

49. Бойко А.О. Система протидії легалізації кримінальних доходів у забезпеченні економічної безпеки національної економіки : дисертація ... д-ра екон. наук, спец.: 08.00.03 – економіка та управління національним

50. Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 2008. URL: <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf>.

51. World Development Indicators. The World Bank : website. URL: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators..>

52. Doing Business. The World Bank : website. URL: <https://databank.worldbank.org/source/doing-business>.
53. Worldwide Governance Indicators. The World Bank : website. URL: <https://databank.worldbank.org/source/worldwide-governance-indicators>.
54. Global Debt Database. International Monetary Fund : website. URL: <https://www.imf.org/external/datamapper/datasets/GDD>.
55. Total Economy Database. The Conference Board : website. URL: <https://conference-board.org/data/economydatabase>.
56. Human Development Index. United Nations Development Programme : website. URL: <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>.
57. E-Government Development Index : website. URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/About/Overview/-E-Government-Development-Index>.
58. Eurostat Database: website. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.
59. Medina, L. and Schneider, F. G., Shedding Light on the Shadow Economy: A Global Database and the Interaction with the Official One (2019). CESifo Working Paper No. 7981, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3502028>
60. Ecommerce Europe. European Ecommerce Report 2019. URL: [https://www.ecommerce-europe.eu/wp-content/uploads/2019/07/European\\_Ecommerce\\_report\\_2019\\_freeFinal-version.pdf](https://www.ecommerce-europe.eu/wp-content/uploads/2019/07/European_Ecommerce_report_2019_freeFinal-version.pdf).
61. World Press Freedom Index. Reporters without borders : website. URL: <https://rsf.org/en/ranking>.
62. Harrington E. C. The desirable function. *Industrial Qualitx Control*. 1965. V.21. №10. pp. 494-498.
63. Bolstad R. Digital technologies for learning: Findings from the NZCER national survey of primary and intermediate schools 2016. New Zealand Council for Educational Research. 63 p.
64. Burnett C. The Digital Age and its Implications for Learning and Teaching in Primary School. Cambridge Primary Review Trust Research Report. 2016. 53 p.
65. Parviainen P., Kääriäinen J., Tihinen M., Teppola S. Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice. *International Journal of Information Systems and Project Management*. 2017. Vol. 5(1). P. 63-77.

66. Soifer D. Transforming Education Through Digital and Blended Learning. Lexington Institute. 2015. 24 p.

67. Howard S. K., Mozejko A. Considering the history of digital technologies in education. In M. Henderson & G. Romero (Eds.), *Teaching and Digital Technologies: Big Issues and Critical Questions*. Port Melbourne, Australia: Cambridge University Press, 2015. Pp. 157-168.

68. Gaivoronskii D. V., Kutuzov V. M., Minina A. A. Digital transformation of engineering education. 2017 IEEE VI Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science. Education. Innovations) (SPUE). 2017. P. 3-6.

69. Rodrigues L. S. Challenges of Digital Transformation in Higher Education Institutions: A brief discussion. URL: <https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/15234/1/CONF%202017%20IBIMA%20Rodrigues%20%28Challenges%20of%20Digital%20Transformation%20in%20Higher%20Education%20Institutions%29.pdf> (accessed: 30.12.2017).

70. Bates A.W. *Teaching in a Digital Age: Guidelines for Teaching and Learning*. 2016. URL: <https://open.bccampus.ca/browse-our-collection/find-open-textbooks/?uuid=da50f5f1-bbc6-481e-a359-e73007c66932&contributor&keyword&subject>.

71. Machekina O. N. Digitalization of education as a trend of its modernization and reforming. *Revista ESPACIOS*. 2017. Vol. 38. № 40. P. 26-31.

72. Новіков, В.В. Конвергенція освітніх та економічних трансформацій: безпекові виклики для національної економіки в умовах цифровізації : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.03. Суми, 2021. 257 с.

73. Csaba K., Bellász Z. V. Terrorism and the information security of media content with special regard to ISIS, the Balkans and Russia. *SocioEconomic Challenges*. 2017. № 1(1). P. 13–19.

74. Lyeonov S., Kuzmenko O., Yarovenko H., Dotsenko T. The Innovative Approach to Increasing Cybersecurity of Transactions Through Counteraction to Money Laundering. *Marketing and Management of Innovations*. 2019. № 3. P. 308–326. URL: <https://doi.org/10.21272/mmi.2019.3-24> (дата звернення: 27.02.2021).

75. Yarovenko H., Kuzmenko O., Stumpo M. DEA-Analysis Of The Effectiveness Of The Country's Information Security System. *SocioEconomic Challenges*. 2020. № 4 (3). P. 142–153. URL: [https://doi.org/10.21272/sec.4\(3\)](https://doi.org/10.21272/sec.4(3)) (дата звернення: 27.02.2021).

76. Yarovenko H., Kuzmenko O., Stumpo, M. Strategy for Determining Country Ranking by Level of Cybersecurity. *Financial Markets, Institutions and Risks*. 2020. № 4(3). P. 124-137. URL: [https://doi.org/10.21272/fmir.4\(3\).124-137.2020](https://doi.org/10.21272/fmir.4(3).124-137.2020) (дата звернення: 27.02.2021).

77. Yarovenko H. Evaluating the threat to national information security. *Problems and Perspectives in Management*. 2020. № 18(3). P. 195-210. URL: [https://doi.org/10.21511/ppm.18\(3\).2020.17](https://doi.org/10.21511/ppm.18(3).2020.17) (дата звернення 27.02.2021).

78. Abdul A. Digital inclusion challenges in Bangladesh: the case of the National ICT Policy. *Contemporary South Asia*. 2020. № 28:3. P. 304-319.

79. Ali M. A, Alam K., Taylor B., Rafiq S. Does digital inclusion affect quality of life? Evidence from Australian household panel data. *Telematics and Informatics*. 2020. Volume 51. URL: [doi.org/10.1016/j.tele.2020.101405](https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101405) (дата звернення: 27.02.2021).

80. Aslam A., Naveed A., Shabbir G. Is it an institution, digital or social inclusion that matters for inclusive growth? A panel data analysis. *Qual Quant*. 2021. №55. P. 333-355.

81. Beyi W. A. The Trilogy of a Digital Communication between the Real Man, His Digital Individual and the Market of the Digital Economy. *SocioEconomic Challenges*. 2018. № 2(2). P. 66-74.

82. Obeid H., Hillani F, Fakih R., Mozannar K. Artificial Intelligence: Serving American Security and Chinese Ambitions. *Financial Markets, Institutions and Risks*. 2020. № 4(3). P. 42-52. URL: [https://doi.org/10.21272/fmir.4\(3\).42-52.2020](https://doi.org/10.21272/fmir.4(3).42-52.2020) (дата звернення: 27.02.2021).

83. Muñoz L. A., Bolívar M. P. R., Alcaraz-quiles F. J. Policies and strategies for digital inclusion: Regional governments in Spain. In: *Handbook of research on race, gender, and the fight for equality*. IGI Global, 2016. P. 1-29.

84. Szeles M. R., Simionescu M. Regional patterns and drivers of the EU digital economy. *Social Indicators Research*. 2020. № 150(1). P. 95-119. URL: <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02287-x> (дата звернення: 27.02.2021).

85. Miroshnichenko I., Morozova E., Meshcheryakova E. Policy for Overcoming Digital Inequality: Structure, Actors and Technologies. *6th International Conference on Economics, Management, Law and Education* (EMLE 2020). URL: <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.210210.065> (дата звернення: 27.02.2021).

86. Morato J., Ruiz-Robles A, Sanchez-Cuadrado S., & Marzal M. A. Technologies for digital inclusion: Good practices dealing with diversity. In: *Wealth Creation and Poverty Reduction: Breakthroughs in Research and Practice*. IGI Global, 2020. p. 17-37.

87. Yu B., Ndumu A., Mon L. M., Fan Z. E-inclusion or digital divide: an integrated model of digital inequality. *Journal of Documentation*. 2018. № 74. URL: <https://doi.org/10.1108 / JD-10-2017-0148> (дата звернення: 27.02.2021).

88. Race Online 2012 and PriceWaterhouseCoopers. Champion for Digital Inclusion: The Economic Case for Digital Inclusion. October 2009. URL: <http://ict-industry-reports.com.au/wp-content/uploads/sites/4/2013/10/2009-Economic-Case-for-Digital-Inclusion-PWC-UK-Oct-2009.pdf> (дата звернення: 27.02.2021).

89. A National Digital Inclusion Roadmap. *Australian Digital Inclusion Alliance*. 2020. URL: <https://www.digitalinclusion.org.au/wp-content/uploads/2020/10/ADIA-A-National-Digital-Inclusion-Roadmap.pdf> (дата звернення: 27.02.2021).

90. Building digital communities: A framework for action / Becker S., Crandal M., Coward C., Sears R., Carlee R., Hasbargen K., & Ball M. A. Building digital communities: A framework for action. *Institute of Museum and Library Services*. 2012. URL: <https://www.imls.gov/sites/default/files/publications/documents/buildingdigitalcommunitiesframework.pdf> (дата звернення: 27.02.2021).

91. Hanke F. Digital Inclusion. IGFWiki. URL: [https://intgovwiki.org/w/index.php/Digital\\_Inclusion](https://intgovwiki.org/w/index.php/Digital_Inclusion) (дата звернення: 27.02.2021).

92. Helsper E. Digital inclusion: an analysis of social disadvantage and the information society. Department for Communities and Local Government, London, UK, 2008. URL: <http://eprints.lse.ac.uk/26938/> (дата звернення: 27.02.2021).

93. Pereira J. Handbook of research on personal autonomy technologies and disability informatics. IGI Global. 2010. 462 p.

94. Rejas-Muslera R. J., García-Tejedor A. J., & Rodriguez O. P. Open Educational Resources in E-Learning: Standards and Environment. In *Handbook of Research on E-Learning Standards and Interoperability: Frameworks and Issues*. IGI Global. 2011. P. 346-359.

95. Wessels B. E-inclusion: European perspectives beyond the digital divide. In: *Encyclopedia of e-business development and management in the global economy*. IGI Global, 2010. p. 1068-1075.

96. Носенко Ю. Електронна інклюзія як ефективна стратегія забезпечення доступності та відкритості освіти. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*. 2016. Вип. 2. С. 116-123.

97. Digital Economy Report. Cross-border data flows and development: For whom the data flow. 2021. URL: [https://unctad.org/system/files/official-document/der2021\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/der2021_en.pdf)

98. World Bank DataBank. 2021. URL: <https://databank.worldbank.org/home.aspx>

99. Milon K., Nur-Al-Ahad Md., Monjurul Alam A. B. M. The Deployment of Next Generation Access Network in the EU: Facts and Analysis of Regulatory Issues. *Business Ethics and Leadership*. 2018. № 2(4) P. 6-17. URL: [https://doi.org/10.21272/bel.2\(4\).6-17.2018](https://doi.org/10.21272/bel.2(4).6-17.2018) (accessed 27.02.2021).

100. Яровенко Г. М. Бібліометричний аналіз досліджень інформаційної безпеки в розрізі розвитку національної економіки. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. Серія: «Економічні науки». 2020. № 8(40). С. 53-63. URL: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2020-8-6245> (дата звернення: 27.02.2021).

101. Солодка О. Інформаційний суверенітет та інформаційна безпека України: діалектика понять. *Evropský politický a právní diskurz*. 2020. Sv. 7, Vyd. 6. С. 233-239. URL: <https://doi.org/10.46340/eppd.2020.7.6.29> (дата звернення: 27.02.2021).

102. Ткачук Т. Ю. Сучасні загрози інформаційній безпеці держави: теоретико-правовий аналіз. *Підприємництво, господарство і право*. 2017. № 10. С. 182–186.

103. Digital 2020 Global Digital Overview. URL: <https://wearesocial.com/digital-2020> (дата звернення: 02.03.2021).

104. Building Digital Competencies to Benefit from Frontier Technologies. UNCTAD New York, United Nations Publications, 2019. URL: <https://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=2449> (дата звернення: 27.02.2021).

105. Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives, OECD Publishing, Paris, 2019. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/9789264312012-en/index.html?itemId=/content/publication/9789264312012-en> (дата звернення: 27.02.2021).

106. Graham M. Time machines and virtual portals: The spatialities of the digital divide. *Progress in Development Studies*. 2011. № 11 (3). P. 211-227. CiteSeerX 10.1.1.659.9379. doi:10.1177/146499341001100303. S2CID 17281619.

107. Hilbert M. When is Cheap, Cheap Enough to Bridge the Digital Divide? Modeling Income Related Structural Challenges of Technology Diffusion in Latin America. *World Development*. 2010. № 38 (5). P. 756-770. URL: doi:10.1016/j.worlddev.2009.11.019 (дата звернення: 27.02.2021).

108. Division of Innovations to Serve the Citizen of the IDB (2021). Good digitalization does not happen on its own: it requires good human decisions. – Retrieved from: <https://blogs.iadb.org/administracion-publica/en/good-digitalization-does-not-happen-on-its-own-it-requires-good-human-decisions>.

109. Scopus (2021). – Retrieved from: <https://www.scopus.com/>

110. VOSviewer (2021). – Retrieved from: <https://www.vosviewer.com/>

111. Криклій О.А., Боженко В.В., Артюхов А.Є. Вплив цифрової інклюзії на інформаційну безпеку країни. *Науковий погляд: економіка та управління*. 2021. № 2 (72). С. 75-81.

112. Hanushek E. Quality Education and Economic Development. In: Panth B., Maclean R. (eds) *Anticipating and Preparing for Emerging Skills and Jobs. Education in the Asia-Pacific Region: Issues, Concerns and Prospects*. 2020. vol 55. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-7018-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-15-7018-6_4).

113. Vladimirova K., Le Blanc D. How well are the links between education and other sustainable development goals covered in UN flagship reports? A contribution to the study of the science-policy interface on education in the UN syst, Working Papers 146, United Nations, Department of Economics and Social Affairs. 2015.

114. Smith G. The meaning of quality. *Total Quality Management*. 1993. № 4. P. 235-244. 10.1080/09544129300000038.

115. Shkarlet, S., Kholiavko, N., Dubyna, M. Information Economy: Management of Educational, Innovation, and Research Determinants. *Marketing and Management of Innovations*. 2019. Vol. 3. P. 126-141. doi:10.21272/mmi.2019.3-10.

116. Vasilyeva T., Kuzmenko O., Bozhenko V., Kolotilina O. Assessing the dynamics of bifurcation transformations in the economy. *Proceedings of the 8th International Conference on Monitoring, Modeling & Management of Emergent Economy*. 2019. M3E2 2019, 04006.

117. Vasylieva T. A., Kasyanenko V. O. Integral assessment of innovation potential of Ukraine's national economy: A scientific methodical approach and practical calculations. *Actual Problems of Economics*. 2013. 144(6). P.50-59.



118. Tommaso F.D. How Public R&D Funding Can Be Profitable in Europe and in International Financial Markets? *Financial Markets, Institutions and Risks*. 2018. № 2(4). P. 13-19. doi:10.21272/fmir.2(4).13-19.2018.

119. Petroye O., Lyulyov O., Lytvynchuk I., Paidá Y., Pakhomov V. Effects of information security and innovations on Country's image: Governance aspect. *International Journal of Safety and Security Engineering*. 2020. Vol. 10(4). P. 459-466. doi:10.18280/ijssse.100404.

120. Didenko I., Paucz-Olszewska J., Lyeonov S., Ostrowska-Dankiewicz, A., Ciekanowski, Z. Social safety and behavioral aspects of populations financial inclusion: A multicountry analysis. *Journal of International Studies*, 13(2), 347-359. doi:10.14254/2071-8330.2020/13-2/23. (2020).

121. Njegovanović An. Artificial Intelligence: Financial Trading and Neurology of Decision. *Financial Markets, Institutions and Risks*. 2018. Vol. 2(2). P. 58-68. doi:10.21272/fmir.2(2).58-68.2018.

122. Brimah B.A., Olanipekun W.D., Bamidele A.G., Ibrahim M. Knowledge Management and its Effects on Financial Performance: Evidence from Dangote Flour Mills, Ilorin. *Financial Markets, Institutions and Risks*. 2020. №4(2). P. 34-42. doi:10.21272/fmir.4(2).34-42.2020.

123. Lyeonov S., Liuta O. Actual problems of finance teaching in Ukraine in the post-crisis period. In *The Financial Crisis: Implications for research and teaching*. 2016. Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-319-20588-5\_8.

124. Miller A.D. A Hidden Danger to Our Children's Classrooms within Educational Leadership Peering Practices. *Business Ethics and Leadership*. 2020. Vol. 4(4), P. 28-55. doi:10.21272/bel.4(4).28-55.2020.

125. Buchynska O., Davlikanova O., Hofstetter H., Lylyk L. The Ukraine-Based Employers' Awareness of Dual Studies and Willingness to Engage into the Implementation of Education Innovations. *Business Ethics and Leadership*. 2020. № 4(3). P. 137-144. doi:10.21272/bel.4(3).137-144.2020.

126. Yapo A.R.V. Dynamics Of Overqualification: Identification Of Graduates At The Beginning Of Their Careers On The Labour Market In Côte d'Ivoire. *SocioEconomic Challenges*. 2019. № 3(3). P. 108-120. doi:10.21272/sec.3(3).108-120.2019.

127. Vorontsova A., Shvindina H., Mayboroda T., Mishenina H., Heiets I. The impact of state regulation in a sphere of education on sustainable development of national economy. *Problems and Perspectives in Management*. 2020. №18(4). P. 275-288.

128. Vorontsova A., Vasylieva T., Bilan Y., Ostasz G., Mayboroda T. The influence of state regulation of education for achieving the sustainable development goals: Case study of Central and Eastern European countries. *Administratie Si Management Public*. 2020. № 2020(34). P. 6-26. doi:10.24818/amp/2020.34-01.

129. Vasylieva T. A., Lieonov S., V, Petrushenko Yu. M., Vorontsova A. S. Investments in the system of lifelong education as an effective factor of socio-economic development. *Financial and credit activity-problems of theory and practice*. 2017. № 2(23). P.426-436.

130. Vorontsova A. S., Lieonov S. V., Vasylieva T. A., Artiukhov A. Y. Innovations in the financing of lifelong learning system: expenditure optimization model. *Marketing and Management of Innovations*. 2018. №2. P. 218-231. doi:10.21272/mmi.2018.2-18.

131. Pryima S., Dayong Y., Anishenko O., Petrushenko Y., Vorontsova A. Lifelong learning progress monitoring as a tool for local development management. *Problems and Perspectives in Management*. 2018. № 16(3). P. 1-13. doi:10.21511/ppm.16(3).2018.01.

132. Shvindina H., Kotenko S., Vorontsova A., Gordienko V., Petrushenko Y., Jha D. Reforming the education system to prevent labor migration. *Knowledge and Performance Management*. 2020. Vol. 4(1). P. 52-66. doi:10.21511/kpm.04(1).2020.05.

133. Skrynnyk O., Vasilyeva T. Comparison of open learning forms in organizational education. *Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer/ 2020*. №2732.

134. Vasilyeva T., Bilan S., Bagmet K., Seliga R. Institutional development gap in the social sector: Crosscountry analysis. *Economics and Sociology*. 2020. № 13(1). P. 271-294. doi:10.14254/2071-789X.2020/13-1/17.

135. Kowo Solomon Akpoviro K.S., Akanmu P.M., Olalekan A., Alhaji S.A. Moderating Influence Of Organizational Reward System On Employee's Performance. *SocioEconomic Challenges*. 2018. Vol. 4(2). P. 114-122. doi:10.21272/sec.2(4).114-122.2018.

136. Sapele F.F., Idoniboye-Obu S.A. Motivation and Job Satisfaction in Organizations: A Study of University of Africa and Market Square Company, *Bayelsa State. Business Ethics and Leadership*. 2019. Vol. 3(3). P. 78-87. doi:10.21272/bel.3(3).78-87.2019.

137. Pavlenko O., Martynets V., Dreval O., Smolennikov D. Analysis of influence of the quality of specialist training on social and economic development. *Quality - Access to Success*. 2020. Vol. 21(176). P. 81-86.
138. Kvitka S., Starushenko G., Koval V., Deforz H., Prokopenko O. Marketing of Ukrainian higher educational institutions representation based on modeling of Webometrics Ranking. *Marketing and Management of Innovations*. 2019. Vol. 3. P. 60-72.
139. Costello A.B., Osborne J. Best Practices in Exploratory Factor Analysis: Four Recommendations for Getting the Most From Your Analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*. 2005. №10. P. 1-9.
140. Mooi E., Sarstedt M., Mooi-Reci I. Principal Component and Factor Analysis. In: *Market Research. Springer Texts in Business and Economics*. 2018. Springer, Singapore. doi:10.1007/978-981-10-5218-7\_8.
141. Bartlett M. S. A note on the multiplying factors for various chi square approximation. *Journal of Royal Statistical Society*. 16(Series B). 296. (1954).
142. Kaiser, H. An index of factorial simplicity. *Psychometrika*. 1974. Vol. 39. P. 31-6.
143. DeCoster J. Overview of Factor Analysis. [www.stat-help.com/notes.html](http://www.stat-help.com/notes.html). 1998.
144. Catell R. R. The scree test for number of factors, *Multivariate Behavioral Research*. 1966. №1, P. 245-276.
145. Raubenheimer, J. E. An item selection procedure to maximize scale reliability and validity. *South African Journal of Industrial Psychology*. 2004. Vol. 30 (4). P. 59-64.
146. 1. Vasilyeva T., Kruklii O., Petrushenko Yu. Digital inclusion of population: economic, social, educational determinants in the COVID-19 era, Szczecin: Centre of Sociological Research, 2021. 162 p. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/86161>.
147. 2. Рубрикатор курсів ВУМ. URL: <https://vumonline.ua/circle>.
148. 3. Про схвалення Концепції розвитку громадянської освіти в Україні. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/710-2018-%D1%80>
149. 4. Феофилова В. Критерии качества/успеха гражданского образования. *Гражданское образование в Восточной Европе: актуальная ситуация и возможные прогнозы. От фокус-группы до сети: история EENCE*. 2018. С. 21-23.

150. 5. В Україні бум різноманітних курсів. Ось дослідження ефектів та нюансів такої освіти. URL: <https://platfor.ma/topic/v-ukrayini-bum-riznomanitnyh-kursiv-os-doslidzhennya-efektiv-ta-nyuansiv-takoyi-osvity/>

151. Van J. What higher education students need to know about modern students: Internet social networks. *Turkish Online Journal of Educational Technology*. 2013. Vol. 12 (3). P. 180–193.

152. Семячков К.А. Цифрова економіка та її роль в управлінні сучасними соціально-економічними відносинами. 2017. *Сучасні технології управління*. 2017. № 8(80).

153. Pinzarou F. Management in the digital economy: an introductory discussion. *Pannon Management Review*. 2015. №4 (2). P. 9-31.

154. Chen S. The impact of the Internet on the management of education in college and countermeasures. *Physical Journal: Conference Series*. 2019. Volume 1345 (4). P. 1–4.

155. Kenneth V.O. The impact of the Internet on education. 2008. URL: <https://classroom.synonym.com/influence-internet-education-6593610.html>

156. Паншин Б.І. Цифрова економіка: особливості та тенденції розвитку. *Наука та інновації*. 2016. № 3(157).

157. Навітас В. Цифрова трансформація у вищій освіті. 2017. URL: [https://www.navitasventures.com/wp-content/uploads/2017/08/HE-Digital-Transformation-\\_Navitas\\_Ventures\\_-EN.pdf](https://www.navitasventures.com/wp-content/uploads/2017/08/HE-Digital-Transformation-_Navitas_Ventures_-EN.pdf).

158. Secundo G., Perez S. E., Martinaitis Ž., Leitner K. H. An Intellectual Capital framework to measure universities' third mission activities. *Technological Forecasting and Social Change*. 2017. Vol. 123. P. 229–239. URL: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.12.013>.

159. Compagnucci L., Spigarelli F. The Third Mission of the university: A systematic literature review on potentials and constraints. *Technological Forecasting and Social Change*. 2020. Vol. 161. P. 120284. URL: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120284>.

160. Lee J. J., Vance H., Stensaker B., Ghosh S. Global rankings at a local cost? The strategic pursuit of status and the third mission. *Comparative Education*. 2020. Vol. 56 (2). P. 236–256. URL: <https://doi.org/10.1080/03050068.2020.1741195>.

161. Pinheiro R., Langa P. V., Pausits A. One and two equals three? The third mission of higher education institutions. *European Journal of Higher Education*. 2015. Vol. 5, no. 3. P. 233–249. URL: <https://doi.org/10.1080/21568235.2015.1044552>.

162. Григор О. О. Особливості взаємодії науки, університетів, приватного сектора і держави в постіндустріальному суспільстві. *Економіка та держава*. 2010. №3. С. 117–120.

163. Ажажа М. А. Структурно-функціональні особливості державного управління модернізційними процесами у сфері вищої освіти. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Державне управління*. 2018. Вип. 29 (68) № 6. С. 16–21.

164. Ситник О.Ю. Взаємодія роботодавців та вищих навчальних закладів в контексті стабілізації освітніх міграційних потоків. *Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Екологічні науки*. 2017. № 32. С. 123-131.

165. Жегус О.В. Ключові стейкхолдери закладу вищої освіти на галузевому ринку. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2018. № 4 (15). С. 170-178.

166. Сакун О.С. Удосконалення організаційно-економічних механізмів підтримки локальних інноваційних центрів в Україні. *Економіка та держава*. 2014. № 8. С. 78-84.

167. Мудра О. В. Особливості взаємодії ринку освітніх послуг та ринку праці. *Економіка*. 2012. № 5 (119). С. 35–40.

168. Медведєв, І.А. Університет как об'єкт державного управління. Державне управління: удосконалення та розвиток. 2010. №8. URL: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=170>.

169. Vorontsova A., Shvindina H., Mayboroda T., Mishenina H., Heiets I. The impact of state regulation in a sphere of education on sustainable development of national economy. *Problems and Perspectives in Management*. 2020. № 18(4). С. 275–288. URL: [https://doi.org/10.21511/ppm.18\(4\).2020.23](https://doi.org/10.21511/ppm.18(4).2020.23).

170. Кубарева І. В., Нотевський Є. В. Взаємодія університету із цільовими аудиторіями на засадах теорій поведінки споживача та теорії стейкхолдерів: оцінка стану та напрями удосконалення. *Стратегія економічного розвитку України*. 2018. № 42. С. 227-243.

171. Noland J., Phillips R. Stakeholder Engagement, Discourse Ethics and Strategic Management. *International Journal of Management Reviews*. 2010. Vol. 12 (1). P. 39–49. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2009.00279.x>.

172. А.О. Ключко. Лідерство як модель ефективного управління освітньою організацією / за наук. ред. В. Р. Міляєвої. Київ ; Кривий Ріг : Вид. Р. А. Козлов, 2021. 296 с. URL: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/36659>.

173. Національний банк України. *Звіт про фінансову стабільність*. 2022. URL: [https://bank.gov.ua/admin\\_uploads/article/FSR\\_2022-H1.pdf?v=4](https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/FSR_2022-H1.pdf?v=4).

174. *Economy reports & analysis*. Global Innovation Index. 2022. URL: <https://www.globalinnovationindex.org/analysis-economy>.

175. Dutta S., Lanvin B., Wunsch-Vincent S.. Global Innovation Index 2019. *Creating Healthy Lives — The Future of Medical Innovation?* WIPO - World Intellectual Property Organization. 2019. URL: [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_gii\\_2019.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2019.pdf).

176. Dutta S., Lanvin B., Wunsch-Vincent S. *Global innovation index 2020. Who Will Finance Innovation?* WIPO - World Intellectual Property Organization. 2020. URL: [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_gii\\_2020.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2020.pdf).

177. Dutta S., Lanvin B., Wunsch-Vincent S., Rivera León L. (2021). Global Innovation Index 2021. *Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis*. WIPO - World Intellectual Property Organization. URL: [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_gii\\_2021.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf).

178. Bloomberg innovation index 2021 – NewTechMag. NewTechMag. 2021. URL: <https://newtechmag.net/2021/03/06/bloomberg-innovation-index-2021-brazil-the-most-innovator-in-latam/m>.

179. European Commission. *European innovation scoreboard 2021 – Database*. European Commission. 2022. URL: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/46934>.

180. Economies. Readiness for Future of Production Report 2018. 2018. URL: <https://reports.weforum.org/country-readiness-for-future-of-production/economies/#economy=UKR>.

181. Researchers in R&D (per million people) - Ukraine. World Bank Open Data. 2022. URL: [https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.SCIE.RD.P6?name\\_desc=false&locations=UA](https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.SCIE.RD.P6?name_desc=false&locations=UA).

182. Research and development expenditure (% of GDP). TCdata360. 2022. URL: [https://tcdata360.worldbank.org/indicators/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?country=BRA&indicator=2013&viz=line\\_chart&years=1996,2017](https://tcdata360.worldbank.org/indicators/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?country=BRA&indicator=2013&viz=line_chart&years=1996,2017).

183. Akcali B. Y., Sismanoglu E. Innovation and the effect of research and development (R&D) expenditure on growth in some developing and developed countries. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 195. P. 768-775.

184. Pece A. M., Simona O. E. O., Salisteanu F. Innovation and economic growth: An empirical analysis for CEE countries. *Procedia Economics and Finance*. 2015. Vol. 26 P. 461-467.

185. Буняк Н. М. Роль трансферу технологій у розвитку національної інноваційної системи. 2014. № 10(2). С. 55-62.

186. Carayannis E.G., Campbell D.F.J. (2009). «Mode 3» and «Quadruple helix»: Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *Int. J. Technol. Manag.* 2009. № 46. P. 201-234.

187. Cho J., Chan K. S. Building trust-based sustainable networks. *IEEE Technology and Society Magazine*. 2013. Vol. 32(2). P. 32-38. <https://doi.org/10.1109/mts.2013.2259311>.

188. Nicholls, A. (2008). Social entrepreneurship: New models of sustainable social change. OUP Oxford.

189. Valkokari K.. Business, innovation, and knowledge ecosystems: How they differ and how to survive and thrive within them. *Technology Innovation Management Review*. 2015. Vol. 5(8). P. 17-24. <https://doi.org/10.22215/timreview/919>.

190. Heinzl J., Kor A., Orange G., Kaufmann H. R.. Technology transfer model for Austrian higher education institutions. *The Journal of Technology Transfer*. 2012. Vol. 38(5). P. 607-640. <https://doi.org/10.1007/s10961-012-9258-7>.

191. Moreton S.. Rethinking ‘knowledge exchange’: New approaches to collaborative work in the arts and humanities. *International Journal of Cultural Policy*. 2015. 22(1). P 100-115. <https://doi.org/10.1080/10286632.2015.1101081>.

192. Geuna A., Muscio A.. The governance of University knowledge transfer: A critical review of the literature. *Minerva*. 2009. №47(1). P. 93-114. <https://doi.org/10.1007/s11024-009-9118-2>.

193. Muthusamy S. K., White M. A.. Learning and knowledge transfer in strategic alliances: A social exchange view. *Organization Studies*. 2005. №26(3). P. 415-441. <https://doi.org/10.1177/0170840605050874>.

194. Ляшенко В. І., Підоричева І. Ю.. Інтеграційні форми взаємодії в інноваційному ланцюжку: стан і перспективи розвитку в Україні. *Економіка и управление*. 2011. №5. С. 2-11.

195. Деякі питання центрів колективного користування науковим обладнанням.. *Офіційний вебпортал парламенту України*. 2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/703-2022-п#Text>.

196. Cennamo C., Santaló J. Generativity tension and value creation in platform ecosystems. *Organization Science*. 2019. Vol. 30 (3). P. 617– 641.

197. Agostini L., Galati F., Gastaldi L. The digitalization of the innovation process: Challenges and opportunities from a management perspective. *European Journal of Innovation Management*. 2020. Vol. 23 No. 1. P. 1-12. <https://doi.org/10.1108/EJIM-11-2019-0330>.

198. Burnett N.. *Immersive technology and Education — Deep dive #2*. Medium. 2019. URL: <https://medium.com/dataseries/immersive-technology-and-education-deep-dive-2-85862981fd6b>.

199. Van Dijk J. A.. The deepening divide: *Inequality in the information society*. Sage Publications. 2005. DOI: <https://dx.doi.org/10.4135/9781452229812>.

200. Криклій О. А., Васильєва Т.А., Леонов С.В., Барвінок В.Ю. Імерсійні цифрові технології як інструмент стимулювання трансферу інновацій від закладів освіти в реальний сектор економіки. *Цифрові технології в освіті: сучасний досвід, проблеми та перспективи* : монографія за заг. ред. Васильєвої Т.А. та Петрушенка Ю.М. Суми : Сумський державний університет, 2022. С. 6-21.

201. Campillo-Ferrer J.M., Miralles-Martínez P., Effectiveness of the flipped classroom model on students' self-reported motivation and learning during the COVID-19 pandemic. *Humanit Soc Sci Commun*, 8, 2021. P. 176. doi:10.1057/s41599-021-00860-4.

202. Davis K. N., Implementing the Flex Model of Blended Learning in a World History Classroom: How Blended Learning Affects Student Engagement and Mastery. Ph.D. thesis, College of Education University of South Carolina, 2019.



203. Hadiprayitno G., Kusmiyati K., Lestari A., Lukitasari M., Sukri A., Blended Learning Station-Rotation Model: Does it Impact on Preservice Teachers' Scientific Literacy? *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 2021. Vol. 7(3). P. 317-324.

204. Riedel R., Vialle W., Pearson P., Quality Learning and Positive Education Practice: the Student Experience of Learning in a School-Wide Approach to Positive Education. *Int J Appl Posit Psychol*. 2020. Vol.5. P. 53-75.

205. How Much Time Does The Average Person Spend On Social Media? 2020. URL: <https://www.digitalmarketing.org/blog/how-much-time-does-the-average-person-spend-on-social-media>.

206. Teens Use an Average of Nine Hours of Media Per Day While Tweens Use Six Hours. 2022. URL: <https://www.stompoutbullying.org/blog/teens-use-average-nine-hours-media-day-while-tweens-use-six-hours#:~:text=A%20landmark%20report%20released%20by,media%20for%20school%20or%20homework>.

207. Teens Spend 'Astounding' Nine Hours a Day in Front of Screens: Researchers. 2022. URL: <https://www.wvea.org/content/teens-spend-astounding-nine-hours-day-front-screens-researchers>.

208. Transitioning classes into electronic gadgets: Life of students in lockdown. 2020. URL: <https://www.downtoearth.org.in/blog/health/transitioning-classes-into-electronic-gadgets-life-of-students-in-lockdown-72962>.

209. An Introduction to Immersive Technologies. 2021. URL: <https://www.vistaequitypartners.com/insights/an-introduction-to-immersive-technologies>.

210. Transforming Education. Microsoft, 2018. 139 p.

211. Eutsler L., Long C.S., Preservice Teachers' Acceptance of Virtual Reality to Plan Science Instruction. *Educational Technology & Society*. 2021. 24 (2). P. 28-43.

212. McGovern E., Moreira G., Luna-Nevarez C., An application of virtual reality in education: Can this technology enhance the quality of students' learning experience? *Journal of Education for Business*. 2020. 95(7). P. 490-496. doi: [10.1080/08832323.2019.1703096](https://doi.org/10.1080/08832323.2019.1703096)

213. Herrington J., Reeves T.C., Oliver R., Immersive learning technologies: Realism and online authentic learning. *J. Comput. High. Educ.* 2007. Vol.19. P. 80-99. doi:10.1007/BF03033421

214. C. Dede, Immersive Interfaces for Engagement and Learning. Science. 2009. Vol. 323(5910). P. 66-69. doi: 10.1126/science.1167311.
215. Radianti J., Majchrzak T.A., Fromm J., Wohlgenannt I.. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*. 2020, 147 (103778). doi: 10.1016/j.compedu.2019.103778.
216. Lindgren R., Tscholl M., Wang S., Johnson E.. Enhancing learning and engagement through embodied interaction within a mixed reality simulation. *Computers & Education*. 2016. Vol. 95. P. 174-187.
217. Immersive Learning: What is it and why does it work? 2021. URL: <https://www.strivr.com/blog/defining-immersive-learning/>
218. Immersion learning. 2021. URL: [https://ballotpedia.org/Immersion\\_learning](https://ballotpedia.org/Immersion_learning).
219. Immersive Learning Environments (ILEs). 2021. URL: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/immersive-learning-environments-iles>.
220. Liubchak V.O., Zuban Y.O., Artyukhov A.E., Immersive learning technology for ensuring quality education: Ukrainian university case. *CEUR Workshop Proceedings*. 2022. 3085. P. 336-354.
221. Focus on: graduate skills. Students' Views on Graduate Skills. *The Quality Assurance Agency for Higher Education*, 2019. 45 p.
222. Caprara L., Caprara C., Effects of virtual learning environments: A scoping review of literature. *Educ Inf Technol*. 2022. 27. P. 3683-3722 doi:10.1007/s10639-021-10768-w.
223. Vorontsova A., Vasylieva T., Bilan Y., Ostasz G., Mayboroda T., The influence of state regulation of education for achieving the sustainable development goals: Case study of central and eastern european countries. *Administratie Si Management Public*. 2020. 34. P. 6-26. doi:10.24818/amp/2020.34-01.
224. Vorontsova A., Vasylieva T., Lyeonov S., Artyukhov A., Mayboroda T., Education expenditures as a factor in bridging the gap at the level of digitalization. Paper presented at the 2021 11th International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT 2021 - Proceedings, 2021, P. 242-245. doi:10.1109/ACIT52158.2021.9548338.

225. Yarovenko H., Bilan Y., Lyeonov S., Mentel G., Methodology for assessing the risk associated with information and knowledge loss management. *Journal of Business Economics and Management*. 2021. Vol. 22(2). P. 369-387. doi:10.3846/jbem.2021.13925.
226. Lyeonov S., Vasilyeva T., Bilan Y., Bagmet K., Convergence of the institutional quality of the social sector: The path to inclusive growth. *International Journal of Trade and Global Markets*. 2021. Vol. 14(3). P. 272-291. doi:10.1504/IJTGM.2021.115712.
227. Artyukhov A. Y., Vasylieva T.A., Lyeonov S. V. , An integrated method for evaluating the quality of education and university performance. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2021. Vol.3. P. 148-154. doi:10.33271/nvngu/2021-3/148.
228. An Introduction to Immersive Technologies. <https://www.vistaequitypartners.com/insights/an-introduction-to-immersive-technologies>.
229. Transforming Education. Microsoft, 2018. 139 p.
230. Eutsler L., Long C. S.: Preservice Teachers' Acceptance of Virtual Reality to Plan Science Instruction. *Educational Technology & Society*. 2021. Vol. 24 (2). P. 28–43.
231. McGovern E., Moreira G., Luna-Nevarez C.: An application of virtual reality in education: Can this technology enhance the quality of students' learning experience? *Journal of Education for Business*. 2020. Vol. 95(7). P. 490-496.
232. Herrington J., Reeves T.C., Oliver, R.: Immersive learning technologies: Realism and online authentic learning. *J. Comput. High. Educ.*, 2007. Vol.19. P. 80–99.
233. Dede C. Immersive Interfaces for Engagement and Learning. *Science*. 2009. Vol. 323(5910). P. 66–69.
234. Hew K.F., Cheung W.S.: Use of three-dimensional (3-D) immersive virtual worlds in K-12 and higher education settings: *A review of the research*. *British Journal of Educational Technology*. 2010. Vol. 41. P. 33–55.
235. Lindgren R., Tscholl M., Wang S., Johnson E.: Enhancing learning and engagement through embodied interaction within a mixed reality simulation. *Computers & Education*. 2016. Vol. 95. P. 174–187.
236. Radianti J., Majchrzak T.A., Fromm J., Isabell Wohlgenannt I.: A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 2020. Vol. 147, 103778.

237. Elmqaddem N.: Augmented Reality and Virtual Reality in Education. Myth or Reality? *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 2019. vol. 14(03), P. 234–242.
238. Divakar U., Masiello I., Kononowicz A.A., Zary N., Tudor Car L.: Virtual Reality for Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration. *J Med Internet Res.*. 2019. vol. 21(1), e12959.
239. Potkonjak V., Gardner M., Callaghan V., Mattila P., Guetl C., Petrović V.M., Jovanović K.: Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*. 2016. Vol. 95. P. 309–327.
240. Abulrub A.G., Attridge A.N., Williams M.A.: Virtual reality in engineering education: The future of creative learning. 2011 *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. 2011. P. 751–757.
241. Kaufmann H., Meyer B.: Simulating educational physical experiments in augmented reality. ACM SIGGRAPH ASIA 2008 educators programme (SIGGRAPH Asia '08). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2008. Article 3. P. 1–8.
242. Fox J., Arena D., Bailenson J.N.: Virtual Reality: A survival guide for the social scientist. *Journal of Media Psychology*. 2009. Vol. 21(3). P. 95–113.
243. González-González C., Blanco-Izquierdo F.: Designing social videogames for educational uses. *Computers & Education*. 2012. Vol. 58(1). P. 250–262.
244. Yue W.S., Mat Zin N.A.: Usability evaluation for history educational games. Proceedings of the 2nd International Conference on Interaction Sciences: Information Technology, Culture and Human (ICIS '09). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2009. P. 1019–1025.
245. Herrington J., Reeves T.C., Oliver R.: Authentic Tasks Online: A synergy among learner, task, and technology. *Distance Education*. 2006. Vol. 27(2). P. 233–247.
246. Savin-Baden M., Gourlay L., Tombs C., Steils N., Tombs G., Mawer M.: Situating pedagogies, positions and practices in immersive virtual worlds. *Educational Research*. 2010. Vol. P. 52(2), 123–133.
247. Hbranchak T.Y., Bondarenko V.I.: Immersive Technologies in the Library: Organization of Innovative Service for Science and Education. *Sci. Innov.* 2021. Vol. 17(2). P. 94–104.

248. Hill V., Lee H.: Libraries and immersive learning environments unite in Second Life. *Library Hi Tech*. 2009. Vol. 27(3). P. 338–356.
249. Chen J.A., Metcalf S.J., Tutwiler M.S.: Motivation and beliefs about the nature of scientific knowledge within an immersive virtual ecosystems environment. *Contemporary Educational Psychology*. 2008. Vol. 39(2, 21.11). p. 118–131.
250. Maran N.J., Glavin R.J.: Low- to high-fidelity simulation - a continuum of medical education? *Med Educ.* 2003. Vol. 37(1). 82003.
251. Rosen K.R.: The history of medical simulation. *J Crit Care*. 2008. Vol. 23(2). P. 157–166.
252. Pinchuk O.P., Tkachenko V.A., Burov O.Yu.: AV and VR as Gamification of Cognitive Tasks. Proceedings of the 15th International Conference ICTERI 2019. 2019. vol. 2387. P. 437–442.
253. Hansen M.: Versatile, Immersive, Creative and Dynamic Virtual 3-D Healthcare Learning Environments: A Review of the Literature. *J Med Internet Res*. 2008. Vol. 10(3). e262008.
254. Kilmon C.A., Brown L., Ghosh S., Mikitiuk A.: Immersive virtual reality simulations in nursing education. *Nurs Educ Perspect*. 2010. Vol. 1(5). P. 314–317.
255. Kyaw B.M., Saxena N., Posadzki P., Vseteckova J., Nikolaou C.K., George P.P., Divakar U., Masiello I., Kononowicz A.A., Zary N., Tudor Car L.: Virtual Reality for Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration. *J Med Internet Res.* 2019. Vol. 21(1). e12959.
256. Nadolny L., Woolfrey J., Pierlott M.: SciEthics Interactive: science and ethics learning in a virtual environment. *Education Tech Research Dev*. 2013. vol. 61. P. 979–999.
257. Papagiannakis G., Schertenleib S., O'Kennedy B., Arevalo-Poizat M., Magnenat-Thalmann N., Stoddart A., Thalmann D.: Mixing virtual and real scenes in the site of ancient Pompeii: Research Articles. *Comput. Animat. Virtual Worlds* 2005. Vol. 16(1). P. 11–24.
258. Stowers J.R., Hofbauer M., Bastien R., Griessner J., Higgins P., Farooqui S., Fischer R.M., Nowikovskiy K., Haubensak W., Couzin I.D., Tessmar-Raible K., Straw A.D.: Virtual reality for freely moving animals. *Nature Methods*. 2017. Vol. 14. P. 995–1002.
259. Cavazza M., Lugin J.-L., Pizzi D., Charles F.: Madame bovary on the holodeck: immersive interactive storytelling. Proceedings of the 15th ACM international conference on

Multimedia (MM '07). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA. 2007. P. 651–660.

260. Cai Y., Chia N.K., Thalmann D., Kee N.K., Zheng J., Thalmann N.M.: Design and development of a Virtual Dolphinarium for children with autism. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2013. Vol. 21(2). P. 208–217.

261. Jetter J., Eimecke J., Rese A.: Augmented reality tools for industrial applications: What are potential key performance indicators and who benefits? *Computers in Human Behavior.* 2018. Vol. 87. P. 18–33.

262. Andrzej Grabowski A., Jankowski J.: Virtual Reality-based pilot training for underground coal miners. *Safety Science.* 2015. Vol. 72. P. 310–314.

263. Wang P., Wu P., Wang J., Chi H.-L., Wang X.: A Critical Review of the Use of Virtual Reality in Construction Engineering Education and Training. *Int J Environ Res Public Health.* 2018. Vol. 15(6), 1204.

264. Yarovenko H., Bilan Y., Lyeonov S., Mentel G.: Methodology for assessing the risk associated with information and knowledge loss management. *Journal of Business Economics and Management.* 2021. Vol. 22(2). P. 369–387.

265. Pavlenko O., Martynets V., Dreval O., Smolennikov D.: Analysis of influence of the quality of specialist training on social and economic development. *Quality - Access to Success.* 2020. 21(176). P. 81–86.

266. Onopriienko K., Onopriienko V., Petrushenko Y., Onopriienko I.: Environmental education for youth and adults: A bibliometric analysis of research. *E3S Web of Conferences.* 2021. 234, 00002.

267. Lyeonov S., Liuta O.: Actual problems of finance teaching in Ukraine in the post-crisis period. *The financial crisis: Implications for research and teaching.* 2016. P. 145–152.

268. Artyukhov A., Volk I., Vasylieva T., Lyeonov S.: The role of the university in achieving SDGs 4 and 7: a Ukrainian case, *E3S Web Conf.* 2021. Vol. 250, 04006.

269. Immersive Education (iED) Summits. 2021. URL: <https://immersiveeducation.org/events>.

270. Immersive Learning Research Network (iLRN). 2021. URL: <https://immersivelrn.org/ilrn2021/>.

271. Women in Immersive Tech Europe. 2021. URL: <https://www.wiiteurope.org/>.

272. Introducing the Lenovo VR Classroom. 2021. URL: <https://www.lenovo.com/gb/en/vr-classroom/>.
273. Bonasio A.: White paper. Immersive Experiences in Education, Microsoft, 2019. 18 p.
274. Hands on: Microsoft HoloLens 2 mixed reality headset review. <https://www.techradar.com/reviews/microsoft-hololens-2>. Accessed 16 June 2021.
275. From AR to VR: After games, what's the next big market for "extended reality?" <https://www.geekwire.com/2018/ar-vr-games-whats-next-big-market-extended-reality/>.
276. Oklahoma Virtual Academic Laboratory <https://libraries.ou.edu/content/vr-ou-workshop-outline>. Accessed 16 June 2021.
277. Case Study: VR Education at North Carolina State University <https://www.viar360.com/case-study-nc-state-university-biodiversity-class-in-vr/>.
278. Teaching in virtual reality transforms learning experience. <https://penntoday.upenn.edu/news/teaching-virtual-reality-transforms-learning-experience>.
279. Holly M., Pirker J., Resch S., Brettschuh S., Gütl, C. Designing VR Experiences – Expectations for Teaching and Learning in VR. *Educational Technology & Society*. 2021. vol. 24(2). P. 107–119.
280. Iatsyshyn A.V., Kovach V.O., Lyubchak V.O., Zuban Y.O., Piven A.G., Sokolyuk O.M., Iatsyshyn A.V., Popov O.O., Artemchuk V.O., Shyshkina M.P.: Application of augmented reality technologies for education projects preparation. *CEUR Workshop Proceedings*. 2020. Vol. 2643. P. 134–160.
281. Ivanov V., Pavlenko I., Trojanowska J., Zuban Y., Samokhvalov D., Bun P.: Using the augmented reality for training engineering students. 4th International Conference of the Virtual and Augmented Reality in Education, VARE 2018. 2018. P. 57–64.
282. Bannier C. E., Schwarz M. Gender- and education-related effects of financial literacy and confidence on financial wealth. *Journal of Economic Psychology*. 2018. Vol. 67. P. 66–86. URL: <https://doi.org/10.1016/j.joep.2018.05.005>
283. Pfeffer F. T. Growing Wealth Gaps in Education. *Demography*. 2018. Vol. 55, no. 3. P. 1033–1068. URL: <https://doi.org/10.1007/s13524-018-0666-7>
284. Mayboroda T., Vasylieva T.A., Shvindina H. O., Petrushenko Y. M., Zaichyk K.O. The European Union experience regarding the education policy for intercultural city development. *Visnyk of Sumy State University. Economy series*. 2019. № 1, 149-153.

285. Закон України «Про освіту», 2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>.
286. Grajcevcic A., Shala A. Formal and Nonformal Education in the New Era. *Action Researcher in Education*, 2016. Vol. 7. P. 119-130.
287. Hamadache A. Nonformal education. *Prospects*, 1991. Vol. 21, no. 1. P. 109–124. <https://doi.org/10.1007/bf02333644>.
288. Dib C. Z. Formal, nonformal and informal education: concepts/applicability. *AIP Conference Proceedings Volume 173*. 1988. URL: <https://doi.org/10.1063/1.37526>.
289. UNESCO Global Network of Learning Cities. UIL. 2022. URL: <https://uil.unesco.org/lifelong-learning/learning-cities>.
290. Scott L. Learning Cities for All: Directions to a New Adult Education and Learning Movement. *New Directions for Adult and Continuing Education*. 2015. Vol. 2015, no. 145. P. 83–94. <https://doi.org/10.1002/ace.20125>.
291. Wals A., Kieft G. (2010) Education for Sustainable Development. Edita.
292. Lee B. X., Kjaerulf F., Turner S., Cohen L., Donnelly P. D., Muggah R., Davis R., Realini A., Kieselbach B., MacGregor L. S., Waller I., Gordon R., Moloney-Kitts M., Lee G., Gilligan J. Transforming Our World: Implementing the 2030 Agenda Through Sustainable Development Goal Indicators. *Journal of Public Health Policy*. 2016. 37(S1). P. 13–31. <https://doi.org/10.1057/s41271-016-0002-7>.
293. Ferdman B. Literacy and Cultural Identity. *Harvard Educational Review*, 1990. Vol. 60, no.2. P. 181–205. <https://doi.org/10.17763/haer.60.2.k10410245xxw0030>.
294. Kuratko D. F. The Emergence of Entrepreneurship Education: Development, Trends, and Challenges. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 2005. Vol. 29, no.5. P. 577–597. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6520.2005.00099.x>.
295. Law M., Steinwender S., Leclair L. (1998). Occupation, Health and Well-Being. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 65(2), 81–91. <https://doi.org/10.1177/000841749806500204>.
296. Ainscow M. (2020). Promoting inclusion and equity in education: lessons from international experiences. *Nordic Journal of Studies in Educational Policy*, 6(1), 7–16. <https://doi.org/10.1080/20020317.2020.1729587>.
297. Davies L. Citizenship, Education and Contradiction. *British Journal of Sociology of Education*. 2001. Vol. 22(2). P. 299–308. <https://doi.org/10.1080/01425690120054902>.



298. Lusthaus C., Adrien M.-H., Perstinger M. Capacity Development: Definitions, Issues and Implications for Planning, Monitoring and Evaluation. *Universalia Occasional Paper*, 1999. 35p.

299. *Association of Ukrainian cities - Platforma*. Platforma. 2022. URL: <https://platforma-dev.eu/partner/association-of-ukrainian-cities/>

300. Atchoarena D., Howells A. (2021). Advancing Learning Cities: Lifelong Learning and the Creation of a Learning Society. In *Powering a Learning Society During an Age of Disruption*, 2021. Springer, Singapore. P. 165-180.

301. Семенець-Орлова І. А. Результативне лідерство в процесі управління освітніми змінами. *Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. Серія: Державне управління*, 2015. Вип. 4. С. 107-112.

302. Гуменникова Т., Боденчук С. Розвиток лідерських якостей працівників освіти в умовах реформування галузі. Київ, Кривий Ріг, 2021. URL: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/36659>.

303. Spillane J. P. (2004). Educational Leadership. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 26(2), 169–172. <https://doi.org/10.3102/01623737026002169>.

304. Leithwood K. (2005). Educational leadership: A review of the research. Philadelphia, PA: The Laboratory for Student Success. URL: <http://www.temple.edu/lss>.

305. Timperley, H. S. (2005). Distributed leadership: developing theory from practice. *Journal of Curriculum Studies*, 37(4). P. 395–420. <https://doi.org/10.1080/00220270500038545>.

306. Лазоренко Т.В., Солосіч О.С. Коопетиція як сучасний підхід до стратегічного управління підприємством. *Проблеми системного підходу в економіці*. Випуск № 6(68). С. 96-100.

307. Поплавська Ж. В., Михальчишин Н. Л., Данилович-Кропивницька М. Л., Гошовська О. В., Комаринець С. О. Сучасні форми конкурентної взаємодії суб'єктів господарювання: монографія. За заг. ред. Ж. В. Поплавської. Львів: ТОВ «Галицька видавнича спілка». 2019. 201 с.

308. Войнова Е. О. Концепція мережевого суспільства як структурно-функціоналістська основа теорії електронної демократії. *Науковий журнал «Політикус»*. Випуск 1. 2021. URL: [http://politicus.od.ua/1\\_2021/2.pdf](http://politicus.od.ua/1_2021/2.pdf).

309. Січкаренко К.О. Мережева організація інноваційної діяльності : наукова доповідь. НАН України, ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України». К. 2015. 48 с.

310. Топішко Н. П., Топішко І. І., Галецька Т. І. Мережева економіка як форма соціально-економічної організації в глобальних координатах. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»*. 2018. № 8(36). С. 33–38.

311. Швіндіна Г. О. Інновації у розвитку стратегічного менеджменту: від конкуренції до коопетиції. *Менеджмент і маркетинг інновацій*. 2017. №1. С. 180-192.

312. Швіндіна Г. О. Коопетиційна взаємодія як напрямок розвитку для підприємств України: сутність та класифікація. *Вісник Сумського національного аграрного університету Серія «Економіка і менеджмент»*. 2018. Випуск 8 (77). URL: [https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/81443/1/Shvindina\\_organizational\\_development.pdf;jsessionid=FDE42909CBFF2C06FCD9BFD4CEE982B1](https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/81443/1/Shvindina_organizational_development.pdf;jsessionid=FDE42909CBFF2C06FCD9BFD4CEE982B1).

313. Jega M. (2012). Technological Change and Economic Transformation. *Technological Change. InTech*. <https://doi.org/10.5772/47985>.

314. Івченко Є.А. (2015). Трансформація як поняття та підходи до його розуміння в економічному контексті. *Ефективна економіка*, 12. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5827>.

315. Маркович І. (2014). Економічна свобода та економічний розвиток: теоретико-емпіричне дослідження зв'язку. *Журнал європейської економіки*. № 13(2). С. 125–140.

316. Гордуновський О. (2015). Сутність та форми економічної свободи та її особливості в Україні. *Фінансовий простір*. № 4(20). С. 151-156.

317. Глушко О. (2016). Базові терміни з проблеми трансформацій в освіті: погляди вітчизняних вчених. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Педагогіка*. № 2(4). С. 10-13.

318. Liitos H.-M., Kallio E., Tynjälä P. (2012). Transformations Toward Mature Thinking: Challenges for Education and Learning. *УTransitions and Transformations in Learning and Education. Springer Netherlands*. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-2312-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2312-2_4).

319. Грішнова О.А. (2004). Освіта як чинник людського розвитку і економічного зростання України. *Демографія та соціальна економіка*, 1-2, 93-101.
320. Fagerberg, J., Srholec, M., Verspagen, B. (2010). The Role of Innovation in Development. *Review of Economics and Institutions*, 1(2). <https://doi.org/10.5202/rei.v1i2.2>.
321. Чубукова О.Ю., Ралле Н.В. (2016). Складові інноваційної економіки – освіта, технологічні уклади, когнітивні технології. *Науковий вісник Полісся*, 3(7). <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/11836>.
322. Куценко В. І. Співпраця освіти та науки у розбудові інноваційної економіки. *Маркетинг і менеджмент інновацій*, 2, 100 – 107. [https://mmi.fem.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2010\\_2\\_100\\_107.pdf](https://mmi.fem.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2010_2_100_107.pdf).
323. Прокопенко І.Ф., Мельникова О.В. (2017). Вища освіта як чинник економічного зростання України: сучасний стан та перспективи розвитку. *Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди* «Економіка», 17 <http://journals.hnpu.edu.ua/index.php/economics/article/view/252>.
324. Aiginger K. (2009). Strengthening the Resilience of an Economy. Strategies to Prevent another Crisis, WIFO Working Papers, Austrian Institute of Economic Research (WIFO), 338.
325. Briguglio L., Cordina G., Farrugia N., Vella S. (2005). Conceptualising and measuring economic resilience. *Pacific Islands Regional Integration and Governance*. ANU Press. <https://doi.org/10.22459/pirig.11.2005.03>.
326. Hill, E., Wial, H., Wolman, H. (2008). Exploring regional economic resilience, Working Paper, University of California, Institute of Urban and Regional Development (IURD). 2008. Vol. 4.
327. Холявко Н.І. Конкурентоспроможність системи вищої освіти на основі формування її резильєнтності до викликів інформаційної економіки. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*. 2019. № 30 (69). С. 3.
328. Simmie J., Martin R. The economic resilience of regions: towards an evolutionary approach. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. 2010. Vol. 3(1). P. 27–43.
329. McManus S., Seville E., Brundson D., Vargo, J. (2007). Resilience Management A Framework for Assessing and Improving the Resilience of Organisations. Resilient Organisations Research Report 2007/01.

330. Southwick F.S., Martini B.L., Charney D.S., Southwick S.M. Leadership and Resilience. *Springer International Publishing Switzerland*. doi:10.1007/978-3-319-31036-7\_18.
331. Ledesma, J. (2014). Conceptual Frameworks and Research Models on Resilience in Leadership. *SAGE Open*. Vol. 4(3).
332. Leki R. S. Growing Global Resilience Leadership: Working with Diplomats. *Advances in Global Leadership*. 2019. P. 191–205.
333. Економіка громад і регіонів в умовах воєнного стану та пріоритети їх повоєнного розвитку: аналітичний звіт. Львів, 2022. 48 с. <http://amer.org.ua/wp-content/uploads/2022/10/ECONOMY-OF-COMMUNITIES-AND-REGIONS.pdf>.
334. Залознова Ю., Азьмук Н. Людський капітал України в умовах війни: втрати та здобутки. *Економіка та суспільство*. 2022. №38. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-59>.
335. Нечитайло, І., Борюшкіна, О., & Назаркін, П. (2022). Стейкхолдер-менеджмент як інструмент соціального партнерства у сфері вищої освіти. *Науково-теоретичний альманах Грані*, 25(2), 72-81. <https://doi.org/10.15421/172226>.
336. Economic Security for a better world. *International Labour Office*, 2004. URL : [http://www.ilo.int/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS\\_005218/lang--en/index.htm](http://www.ilo.int/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_005218/lang--en/index.htm).
337. Frey C.B., Osborne M. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerization? *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 114. P. 254-280.
338. Berriman R., Hawksworth J. Will robots steal our jobs? The potential impact of automation on the U.K. and other major economies. *U.K. Economic Outlook*. 2017. P. 30-47.
339. Palley T. Financialization: What It Is and Why It Matters. URL : <https://ideas.repec.org/p/uma/periwp/wp153.html>
340. Supporting economic transformation. URL : [https://set.odi.org/wp-content/uploads/2017/03/SET-approach-paper-WEB\\_FINAL\\_MARCH.pdf](https://set.odi.org/wp-content/uploads/2017/03/SET-approach-paper-WEB_FINAL_MARCH.pdf)
341. Didenko, I., Sidelnyk, N. (2021). Society's Readiness for Modern Challenges of the Insurance Market: Bibliometric Analysis. *Financial Markets, Institutions and Risks*, 5(1), 116-125. [https://doi.org/10.21272/fmir.5\(1\).116-125.2021](https://doi.org/10.21272/fmir.5(1).116-125.2021)
342. Kaya, H.D. (2020). The Depth of the Financial System: A Comparison of Developed and Less Developed Countries. *Financial Markets, Institutions and Risks*, 4(4), 109-118. [https://doi.org/10.21272/fmir.4\(4\).109-118.2020](https://doi.org/10.21272/fmir.4(4).109-118.2020)

343. Frederick, D. T., Kasztelnik, K. (2020). An Analytical Study of Impact of International Merger and Acquisitions on the Financial Performance for Higher Education Institution in the United States. *Financial Markets, Institutions and Risks*, 4(4), 5-30. [https://doi.org/10.21272/fmir.4\(4\).5-30.2020](https://doi.org/10.21272/fmir.4(4).5-30.2020)
344. Matos, L., Kasztelnik, K. (2021). Transformational Educational Leadership and the Innovative Strategies Engaging Online Faculty for the Excellent Teaching Performance in the United States. *Business Ethics and Leadership*, 5(1), 6-21. [https://doi.org/10.21272/bel.5\(1\).6-21.2021](https://doi.org/10.21272/bel.5(1).6-21.2021)
345. Kasztelnik, K., Brown, D. (2020). The Observational Socio-Economic Study and Impact on the International Innovative Leadership in the United States. *SocioEconomic Challenges*, 4(4), 63-94. [https://doi.org/10.21272/sec.4\(4\).63-94.2020](https://doi.org/10.21272/sec.4(4).63-94.2020)
346. VOSviewer (2020). – Retrieved from: <https://www.vosviewer.com/>
347. Scopus (2020). – Retrieved from: <https://www.scopus.com/>
348. Stern, N. (2007). The economics of climate change: The stern review. *The economics of climate change: The stern review* (pp. 1-692) doi:10.1017/CBO9780511817434. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
349. Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319-1350. doi:10.1002/smj.640
350. Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8-9), 1257-1274. doi:10.1016/S0048-7333(02)00062-8
351. Hoskisson, R. E., Eden, L., Lau, C. M., & Wright, M. (2000). Strategy in emerging economies. *Academy of Management Journal*, 43(3), 249-267. doi:10.2307/1556394
352. Akerlof, G. A., & Kranton, R. E. Economics and identity. *Quarterly Journal of Economics*. 2000. 115(3), 715-753. doi:10.1162/003355300554881
353. Western, B., Lopoo, L., & Pettit, B. (2006). Punishment and inequality in america. *Punishment and inequality in america* (pp. 1-247) Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

354. Lorant, V., Deliège, D., Eaton, W., Robert, A., Philippot, P., & Anseau, M. (2003). Socioeconomic inequalities in depression: A meta-analysis. *American Journal of Epidemiology*, 157(2), 98-112. doi:10.1093/aje/kwf182
355. Greenberg, M. T., Weissberg, R. P., O'Brien, M. U., Zins, J. E., Fredericks, L., Resnik, H., & Elias, M. J. (2003). Enhancing school-based prevention and youth development through coordinated social, emotional, and academic learning. *American Psychologist*, 58(6-7), 466-474. doi:10.1037/0003-066X.58.6-7.466
356. Rizvi, F., & Lingard, B. (2009). Globalizing education policy. *Globalizing education policy* (pp. 1-228) doi:10.4324/9780203867396. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
357. Bakker, A. B., Demerouti, E., & Euwema, M. C. Job resources buffer the impact of job demands on burnout. *Journal of Occupational Health Psychology*. 2005. 10(2), 170-180. doi:10.1037/1076-8998.10.2.170
358. Bacik R., Gavurova B., Fedorko R., & Olearova M. Using Digital Devices in the Online Shopping: a Study of Demographic Differences. *Marketing and Management of Innovations*. 2020. Vol. 4. P. 154-167.
359. Kostikov E., Jilkova P., Kotatkova Stranska P. Optimization of E-Commerce Distribution Center Location. *Marketing and Management of Innovations*. 2021. Vol. 2. P. 166-178.
360. Giebe C., Hammerström L., Zwerenz D. Big Data & Analytics as a sustainable Customer Loyalty Instrument in Banking and Finance. *Financial Markets, Institutions and Risks*. 2019. Vol. 3(4). P. 74-88.
361. Elsayed Fayed, A. Artificial Intelligence for Marketing Plan: the Case for E-marketing Companies. *Marketing and Management of Innovations*. 2021. Vol. 1. P. 81-95.
362. Zhghenti T., Chkareuli V. Enhancing Online Business Sector: Digital Trust Formation Process. *Marketing and Management of Innovations*. 2021. Vol. 2. P. 87-93.
363. Delanoy N., Kasztelnik K. Business Open Big Data Analytics to Support Innovative Leadership Decision in Canada. *Business Ethics and Leadership*. 2020. Vol. 4(2). P. 56-74.

364. Kaya H.D. How Does The Use Of Technology In Entrepreneurial Process Affect Firms' Growth? *SocioEconomic Challenges*. 2021. Vol. 5(1). P. 5-12.
365. Parviainen P., Kääriäinen J., Tihinen M., Teppola S. Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice. *International Journal of Information Systems and Project Management*. 2017. Vol. 5(1). P. 63-77.
366. Bates A.W. Teaching in a Digital Age: Guidelines for Teaching and Learning. 2016. URL: <https://open.bccampus.ca/browse-our-collection/find-open-textbooks/?uuid=da50f5f1-bbc6-481e-a359-e73007c66932&contributor&keyword&subject>
367. Tømte C. E., Fosslund T., Aamodt P. O., Degn L. Digitalisation in higher education: mapping institutional approaches for teaching and learning. *Quality in Higher Education*. 2019. Vol. 25(1). P. 98-114.
368. Lopez B.S., Alcaide A.V. Blockchain, AI and IoT to Improve Governance, Financial Management and Control of Crisis: Case Study COVID-19. *SocioEconomic Challenges*. 2020. Vol. 4(2). P. 78-89.
369. Matos L., Kasztelnik K. Transformational Educational Leadership and the Innovative Strategies Engaging Online Faculty for the Excellent Teaching Performance in the United States. *Business Ethics and Leadership*. 2021. Vol. 5(1). P. 6-21.
370. Pettersson F. Understanding digitalization and educational change in school by means of activity theory and the levels of learning concept. *Education and Information Technologies*. 2021. Vol. 26. P. 187-204.
371. Ugur N.G. Digitalization in higher education: A qualitative approach. *International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)*. 2020. Vol. 4(1). P. 18-25.
372. Bardy R., Rubens A. The Public Good of Internet Usage and its Social Impact: A Business Ethics Approach. *Business Ethics and Leadership*. 2019. Vol. 3(2). P. 63-71.
373. Lopez B.S., Alcaide A.V. Blockchain, AI and IoT to Improve Governance, Financial Management and Control of Crisis: Case Study COVID-19. *SocioEconomic Challenges*. 2020. Vol. 4(2). P. 78-89.

374. Obeid H., Hillani F., Fakih R., Mozannar K. Artificial Intelligence: Serving American Security and Chinese Ambitions. *Financial Markets, Institutions and Risks*. 2020. Vol. 4(3). P. 42-52.

375. Yarovenko H., Kuzmenko O., Stumpo M. Strategy for Determining Country Ranking by Level of Cybersecurity. *Financial Markets, Institutions and Risks*. 2020. Vol. 4(3). P. 124-137.

376. Dickey D. A., Fuller W. A. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time series with A Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*. 1979. №74. pp. 427-431. <https://doi.org/10.2307/2286348>.

377. John Dunlosky, Katherine A. Rawson, Elizabeth J. Marsh, Mitchell J. Nathan, and Daniel T. Willingham. Improving Students' Learning with Effective Learning Techniques: Promising Directions from Cognitive and Educational Psychology. (2013). *Psychological Science in the Public Interest* 14(1) 4–58. DOI: 10.1177/1529100612453266. [Electronic resource] – Access mode: <https://pcl.sitehost.iu.edu/rgoldsto/courses/dunloskyimprovinglearning.pdf>.

378. MES of Ukraine. HIGHER EDUCATION DEVELOPMENT STRATEGY IN UKRAINE for 2021–2031. Kiev. (2020). [Electronic resource] – Access mode: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2020/09/25/rozvitku-vishchoi-osviti-vukraini-02-10-2020.pdf>.

379. Vitrenko, Yu. M., & Vorona, V. O. (2020). Higher education development strategy in Ukraine for 2021-2031: economic aspect. *Bulletin of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine*, 2 (2). <https://doi.org/10.37472/2707305X-2020-2-2-11-6>.

380. Study in Ukraine. Country profile [EB / OL]. (2017-10-21). Sohu Education. [Electronic resource] – Access mode: [http://www.sohu.com/a/120405044\\_243003](http://www.sohu.com/a/120405044_243003).

381. Zaikina T. S., Kravchun P. G., Tytova G. Yu., Rynchak P. I., Saprychova L.V. «Education of international students in Ukraine: current challenges and ways to solve them». *Bulletin of problems biology and medicine*. Issue 1 (159) // (2021). 168-170 pages, index UDK 378.091.212–054.6(477). DOI: 10.29254/2077-42142021-1-159-168-170.



382. Bakhrushyn, V., 2013. What is the quality of higher education and how is it measured? [Electronic resource] – Access mode: <http://educationua.org/ru/articles/100-shcho-take-yakist-vishchoji-osviti-i-yak-jiji-vimiryuyut>.

383. Askerov, Sh., 2018. The Dependence of Human Development on the Degree of Public Interest. *Philosophy Study*, 8(6), pp. 263–268. DOI: 10.17265/21595313/2018.06.002.

384. Grozny, I. S., 2015. Qualitative approach to monitoring of business processes of industrial enterprises. *Eko-nomika i upravlinnya*, 1(65), pp. 36–41.

385. Khamel, Khaldi, 2017. Quantitative, Qualitative or Mixed Research: Which Paradigm to Use? *Journal of Educational and Social Research*, 7(2), pp. 15–24. DOI: 10.5901/jesr.2017.v7n2p15.

386. Vitrenko, Yu. M., & Vorona, V. O. (2020). Higher education development strategy in Ukraine for 2021-2031: economic aspect. *Bulletin of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine*, 2 (2). <https://doi.org/10.37472/2707305X-2020-2-2-11-6>.

387. Paylab Ukraine. Salaries in the category: Education, Science & Research. [Electronic resource] – Access mode: <https://www.paylab.com/ua/salaryinfo/education-science-research>.

388. Aleksandrova O., Hroznyi I., Vinnikova N., Chuvasova N. CONTROL OF THE QUALITY ASSURANCE SYSTEM AT THE MODERN UKRAINIAN UNIVERSITY. (2019). *Economy and management*. ISSN 2071-2227, Naukovyi Visnyk NHU, 2019, № 2. DOI: 10.29202/nvngu/2019-2/18. [Electronic resource] – Access mode:

389. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "Some issues of introduction of indicative cost" from 03.03.2020 № 191. [Electronic resource] – Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/191-2020-%D0%BF#Text>.

390. Yeremenko, O.O. International aspects of ensuring and controlling the quality of educational services in higher education institutions : робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра : спец. 292 - міжнародні економічні відносини / наук. кер. Л.М. Таранюк. Суми : Сумський державний університет, 2021. 58 с.

391. Yeremenko O. O. The influence of education on international labor migration : master's qualification work : specialty 292 - international economic relations / head Yu. Petrushenko. Sumy : Sumy State University, 2022. 71 p.

392. Phillips P. C. B., Perron P. Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika* 1988. №75. p. 335–346. <https://doi.org/10.2307/2336182>.

393. Lutkepohl H. *Introduction to Multiple Time Series Analysis*. 2nd ed. New York: Sprin, 1993.

394. Johansen S. *Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*. Oxford: Oxford University Press, 1995.

395. Hamilton J. D. *Time Series Analysis*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1994.

396. Granger C. W. J. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*. 1969. №37: pp. 424–438. <https://doi.org/10.2307/1912791>.

397. Lutkepohl H. *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. New York: Springer, 2005.

398. Ward J. H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*. 1963. №58. p. 236–244. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>.

399. Lutkepohl H. *Introduction to Multiple Time Series Analysis*. 2nd ed. New York: Sprin, 1993.

400. Конвергенція економічних та освітніх трансформацій у цифровому суспільстві: моделювання впливу на регіональну та національну безпеку. Цифровізація освіти та цифрова інклюзія населення в системі формування міжсекторних економічних диспропорцій в контексті впливу на економічну, соціальну та інформаційну безпеку держави та регіонів : звіт про НДР (проміжний) / кер. Т. А. Васильєва. Суми : СумДУ, 2021. 271 с. № 0121U109553.

401. Конвергенція економічних та освітніх трансформацій у цифровому суспільстві: моделювання впливу на регіональну та національну безпеку. Моделювання патернів інституційного партнерства стейкхолдерів для

синхронізації економічних та освітніх трансформацій, підвищення резильєнтності, соціальної, економічної та інформаційної безпеки місцевих громад : звіт про НДР (проміжний) / кер. Т.А. Васильєва. Суми : СумДУ, 2022. 153 с. № 0121U109553.

## ДОДАТКИ

## Додаток А

## Інформаційні довідки про впровадження «Центр освіти впродовж життя»

ГО «ЦЕНТР ОСВІТИ ВПРОДОВЖ ЖИТТЯ»

NGO "LIFELONG LEARNING CENTRE"

КОД ЄДРПОУ 41983514  
40000, Україна, м. Суми,  
вул. Покровська 9/1, 213,  
тел. +38 (050) 973-65-25  
тел. +38 (050) 260-39-95



Registry code is 41983514  
9/1 Pokrovska street, app.213,  
Sumy, Ukraine, 40007  
Phone: +38 (050) 973-65-25  
Phone. +38 (050) 260-39-95

від 03.12.2021 №2

## ІНФОРМАЦІЙНА ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження  
на тему

**«Конвергенція економічних та освітніх трансформацій у цифровому суспільстві:  
моделювання впливу на регіональну та національну безпеку»**

Цією довідкою підтверджуємо використання результатів наукового дослідження «Конвергенція економічних та освітніх трансформацій у цифровому суспільстві: моделювання впливу на регіональну та національну безпеку» у діяльності громадської організації Центр освіти впродовж життя у 2021 році.

Так, зокрема, рекомендації дослідження щодо цифровізації освіти та цифрової інклюзії населення були використані при розробленні нових навчальних програм Центру освіти дорослих «Education for Life» у м. Суми.

Крім того, результати дослідження були використані при реалізації спільних з Сумським державним університетом навчальних курсів:

1. Запобігання та протидія булінгу у закладах освіти.
2. Відеоблоггерство як спосіб світової комунікації.
3. Медіаграмотність або чому вірити в сучасному інформаційному суспільстві.
4. Електронні засоби та дистанційні технології навчання.
5. Особливості застосування інструментів Microsoft Office 365 для організації дистанційного навчання.
6. Social media marketing: базовий курс викладача.
7. Використання безкоштовних онлайн-ресурсів для організації навчального процесу та роботи Запобігання та протидія булінгу у закладах освіти.
8. Змішане навчання в освіті: тенденції та виклики сьогодення.
9. Програма підвищення кваліфікації з інноваційної педагогічної діяльності.
10. Методи активізації навчального процесу: сучасні тренди.
11. Програма підвищення кваліфікації з електронних засобів та дистанційних технологій навчання.

Для розробки методичних матеріалів при реалізації зазначених курсів, спрямованих на цифрову освіту населення, були укладені відповідні господарчі договори.

Виконавчий директор

ГО «Центр освіти впродовж життя», проф.



Г.О. Швіндіна

КОД ЄДРПОУ 41983514  
40000, Україна, м. Суми,  
вул. Покровська 9/1, 213,  
тел. +38 (050) 973-65-25  
тел. +38 (050) 260-39-95



Registry code is 41983514  
9/1 Pokrovska street, app.213,  
Sumy, Ukraine, 40007  
Phone: +38 (050) 973-65-25  
Phone: +38 (050) 260-39-95

Від 08.12.2022 №1

### ІНФОРМАЦІЙНА ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження  
на тему

#### «Конвергенція економічних та освітніх трансформацій у цифровому суспільстві: модельовання впливу на регіональну та національну безпеку»

Цією довідкою підтверджуємо використання результатів наукового дослідження «Конвергенція економічних та освітніх трансформацій у цифровому суспільстві: модельовання впливу на регіональну та національну безпеку» у діяльності громадської організації Центр освіти впродовж життя у 2022 році.

Так, зокрема, рекомендації дослідження щодо цифровізації освіти та цифрової інклюзії населення були використані при розробленні нових навчальних програм Центру освіти дорослих «Education for Life» у м. Суми.

Крім того, результати дослідження були використані при реалізації спільних з Сумським державним університетом навчальних курсів:

1. Електронні засоби та дистанційні технології навчання.
2. Особливості застосування інструментів Microsoft Office 365 для організації дистанційного навчання.
3. Social media marketing: базовий курс викладача.
4. Використання безкоштовних онлайн-ресурсів для організації навчального процесу та роботи.
5. Запобігання та протидія булінгу у закладах освіти.
6. Програма підвищення кваліфікації з інноваційної педагогічної діяльності.
7. Методи активізації навчального процесу: сучасні тренди.
8. Програма підвищення кваліфікації з електронних засобів та дистанційних технологій навчання.
9. Дистанційне навчання за будь-яких умов.
10. Критичне мислення у кризових ситуаціях: педагогічні виміри.

Для розробки методичних матеріалів при реалізації зазначених курсів, спрямованих на цифрову освіту населення, були укладені відповідні господарчі договори.

Виконавчий директор

ГО «Центр освіти впродовж життя», проф.



Г.О. Швідіна

## Лист підтримки «European Marketing and Management Association»



### European Marketing and Management Association

5 Knezopoljska Street, 78000 Banja Luka, RS, Bosnia and Herzegovina

*...connecting leaders*

December 8, 2022

Science and Innovations Directorate  
Ministry of Education and Science of Ukraine

### LETTER OF SUPPORT

of the project «Convergence of Economic And Educational Transformations In The Digital Society: Modeling The Impact on Regional And National Security» (state registration number of the Ministry of Education and Science of Ukraine: 0121U109553).

Sumy State University has performed a project titled «Convergence of Economic And Educational Transformations In The Digital Society: Modeling The Impact on Regional And National Security». Its importance should be supported as the project is focused on the solution of modeling patterns of institutional partnership of stakeholders for synchronizing economic and educational transformations. That will increase social, economic and informational security of local communities, and it will resilience as well, it is important because of military, political and socioeconomic instability triggered by the war.

According to the results of the project, the methodology of forming a cooperative model of the implementation of the "smart city" concept based on the network principle was improved by highlighting its main directions, advantages and disadvantages, as well as the algorithm for evaluating the effectiveness of such interaction. In our opinion, it was important result to determine the effective patterns of interaction of stakeholders in the fulfillment of the third mission of universities. In addition, scientific and practical approaches to the use of immersive digital technologies as a tool for stimulating the transfer of innovations from educational institutions to the real sector of the economy were performed.

By this letter we, the European Marketing and Management Association, would like to express our interest in the project results regarding patterns of stakeholder interaction in the implementation of the third mission of universities; approaches to the use of immersive digital technologies to stimulate the transfer of innovations from educational institutions to the real sector of the economy; a pilot model of the implementation of the "smart city" concept.. The European Marketing and Management Association will support this project by disseminating the research results at conferences, webinars, and other activities organized by the Association.

  
Prof. Dr. Mile Vasic  
President



<https://eummas.net>

Додаток В

Лист підтримки «The London Academy of Science and Business»



## The London Academy of Science and Business

3rd Floor, 120 Baker Street, London, England, W1U 6TU

December 2, 2022

Science and Innovations Directorate  
Ministry of Education and Science of Ukraine

**Subject:** Support letter of the project "Convergence of Economic And Educational Transformations In The Digital Society: Modeling The Impact on Regional And National Security (state registration number of the Ministry of Education and Science of Ukraine: 0121U109553).

To Whom This May Concern,

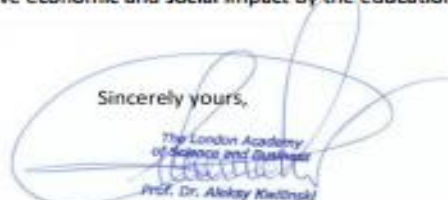
With this letter, *The London Academy of Science and Business* is pleased to inform you about our support of the Sumy State University research project titled: "Convergence of Economic And Educational Transformations In The Digital Society: Modeling The Impact on Regional And National Security" that is performed as fundamental scientific researches in accordance with the order of the Ministry of Education and Science of Ukraine № 278 from March 03, 2021. 03.03.2021.

The theme of the research is relevant because it solves significant problems of modeling patterns of institutional partnership of stakeholders for synchronizing economic and educational transformations, increasing resilience, social, economic and informational security of local communities. The issue of developing a roadmap of regulatory interventions for scaling the model of institutional partnership of providers of educational services, aimed at increasing the resilience of local/regional socio-economic development. This issue has not been resolved by the world science yet and currently is of a growing research interest. Therefore, the performed results are valuable for the scientific community, government, educational services providers, and business.

We believe that the project team members have secured their competences for the successful project implementation by previous participation in international research grant programs and close cooperation with representatives of the world scientific community for the implementation of joint research. Besides, the team has a powerful scientific background, which is proved by their publications in high ranked scientific journals indexed in Web of Science and Scopus.

Given the above, the "Convergence of Economic And Educational Transformations In The Digital Society: Modeling The Impact on Regional And National Security" project team has all the prospects to make a significant contribution to solving a complex and pressing scientific problem of the digital society: supporting the regional and national security and their key components via making a positive economic and social impact by the educational system.



Sincerely yours,  
  
The London Academy  
of Science and Business  
Prof. Dr. Aleksey Kvitinski



PUBLIC UNION  
«EASTERN EUROPEAN ASSOCIATION  
FOR CIVIC EDUCATION»

від 01.12.2022 №2

### **ІНФОРМАЦІЙНА ДОВІДКА**

про впровадження результатів науково-дослідної роботи  
на тему

**«Конвергенція економічних та освітніх трансформацій  
у цифровому суспільстві: моделювання впливу на регіональну та  
національну безпеку»**

Громадська спілка «Східноєвропейська асоціація громадянської освіти» підтверджує використання результатів наукового дослідження «Конвергенція економічних та освітніх трансформацій у цифровому суспільстві: моделювання впливу на регіональну та національну безпеку» у 2021 році.

Так, зокрема, наша громадська спілка, що об'єднує організації, які займаються громадянською освітою в регіоні Східного партнерства Європейського Союзу (України, Азербайджану, Вірменії, Грузії, Молдови) взяла участь у дослідженні освітніх потреб мігрантів, до дослідження було залучено більше 30 членів мережі EENCE. Використовуючи напрацювання наукового проєкту було здійснено аналіз проєктів громадянської онлайн освіти в країнах Східного партнерства Європейського Союзу, який був представлений на форумі EENCE «Переосмислення громадянської освіти» (Кишенів, Молдова, 21-22 жовтня 2022 року).

Результати дослідження використовуються Громадською спілкою «Східноєвропейська асоціація громадянської освіти» при реалізації в 2022 році міжнародних проєктів цифрової грамотності та забезпечення цифрової інклюзії населення у всій діяльності.

Заст. голови правління  
громадська спілки  
«Східноєвропейська асоціація  
громадянської освіти»

В.Л. Руднік





PUBLIC UNION  
«EASTERN EUROPEAN ASSOCIATION  
FOR CIVIC EDUCATION»

від 01.12.2021 №1

### ІНФОРМАЦІЙНА ДОВІДКА

про впровадження результатів науково-дослідної роботи  
на тему

#### **«Конвергенція економічних та освітніх трансформацій у цифровому суспільстві: моделювання впливу на регіональну та національну безпеку»**

Громадська спілка «Східноєвропейська асоціація громадянської освіти» підтверджує використання результатів наукового дослідження «Конвергенція економічних та освітніх трансформацій у цифровому суспільстві: моделювання впливу на регіональну та національну безпеку» у 2021 році.

Так, зокрема, наша громадська спілка, що об'єднує організації, які займаються громадянською освітою в регіоні Східного партнерства Європейського Союзу (України, Азербайджану, Білорусі, Вірменії, Грузії, Молдови) взяла участь у дослідженні потреб в громадянській освіті в онлайн-форматі, до дослідження було залучено більше 50 членів мережі EENCE. Використовуючи напрацювання наукового проєкту було здійснено аналіз проєктів громадянського онлайн освіти під час проведення Тижня громадянської освіти в регіоні Східного партнерства Європейського Союзу (11-18 жовтня 2021 року) та складено рейтинг кращих проєктів в досліджуваній сфері.

Результати дослідження використовуються Громадською спілкою «Східноєвропейська асоціація громадянської освіти» при плануванні нею міжнародних проєктів цифрової грамотності та забезпечення цифрової інклюзії населення у всій діяльності.

Заст. голови правління  
громадська спілки  
«Східноєвропейська асоціація  
громадянської освіти»

В.Л. Руднік

## Проміжні розрахунки при побудові композитної моделі оцінювання цифровізації освіти та суспільства

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

Рисунок Д.1 – Результати розрахунку коефіцієнта альфа Кронбаха при виключенні окремих індикаторів цифровізації освіти та суспільства (друга ітерація)

Test scale = mean(standardized items)

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

Command

Рисунок Д.2 – Результати розрахунку коефіцієнта альфа Кронбаха при виключенні окремих індикаторів цифровізації освіти та суспільства (третьа ітерація)

Test scale = mean(standardized items)

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

Command

Рисунок Д.3 – Результати розрахунку коефіцієнта альфа Кронбаха при виключенні окремих індикаторів цифровізації освіти та суспільства (четверта ітерація)

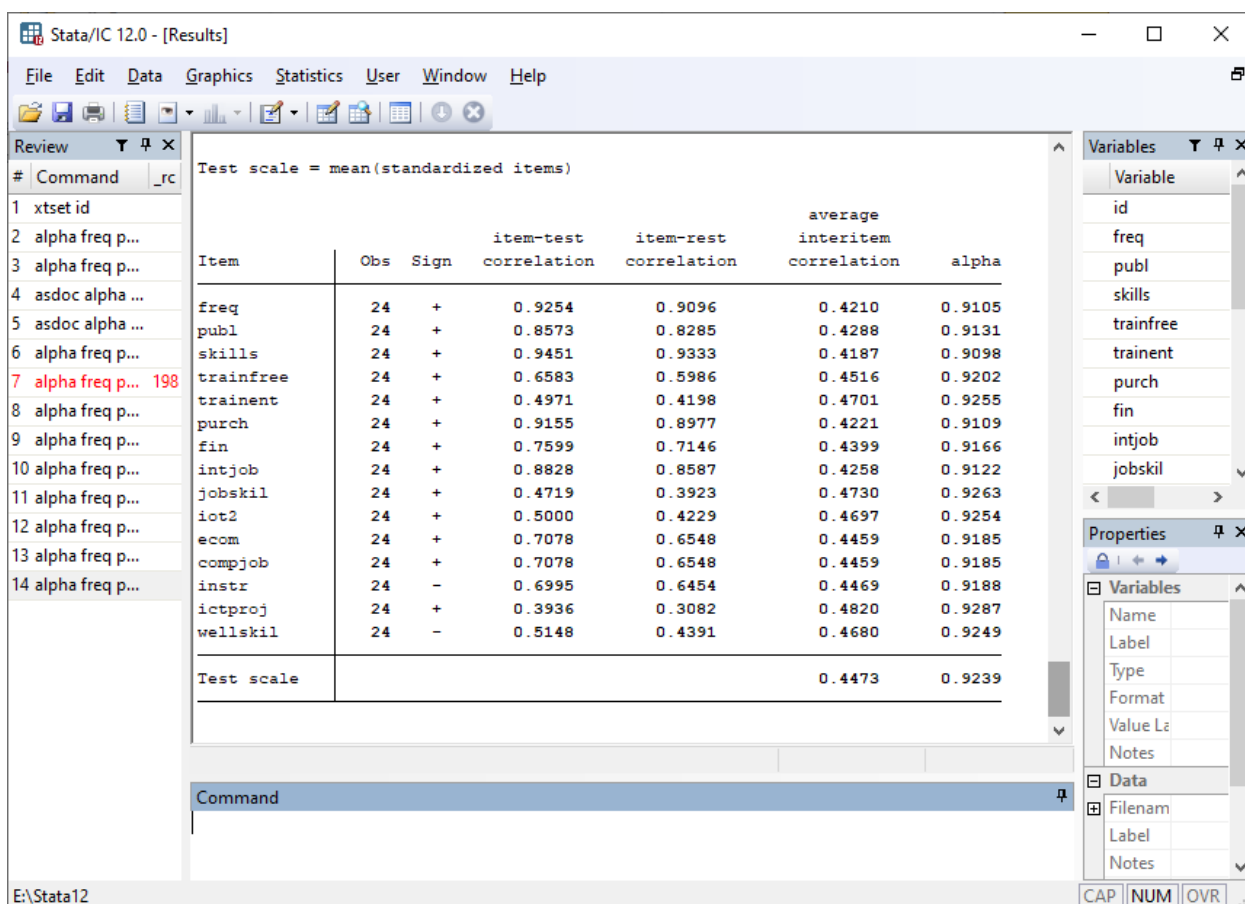


Рисунок Д.4 – Результати розрахунку коефіцієнта альфа Кронбаха при виключенні окремих індикаторів цифровізації освіти та суспільства (п'ята ітерація)

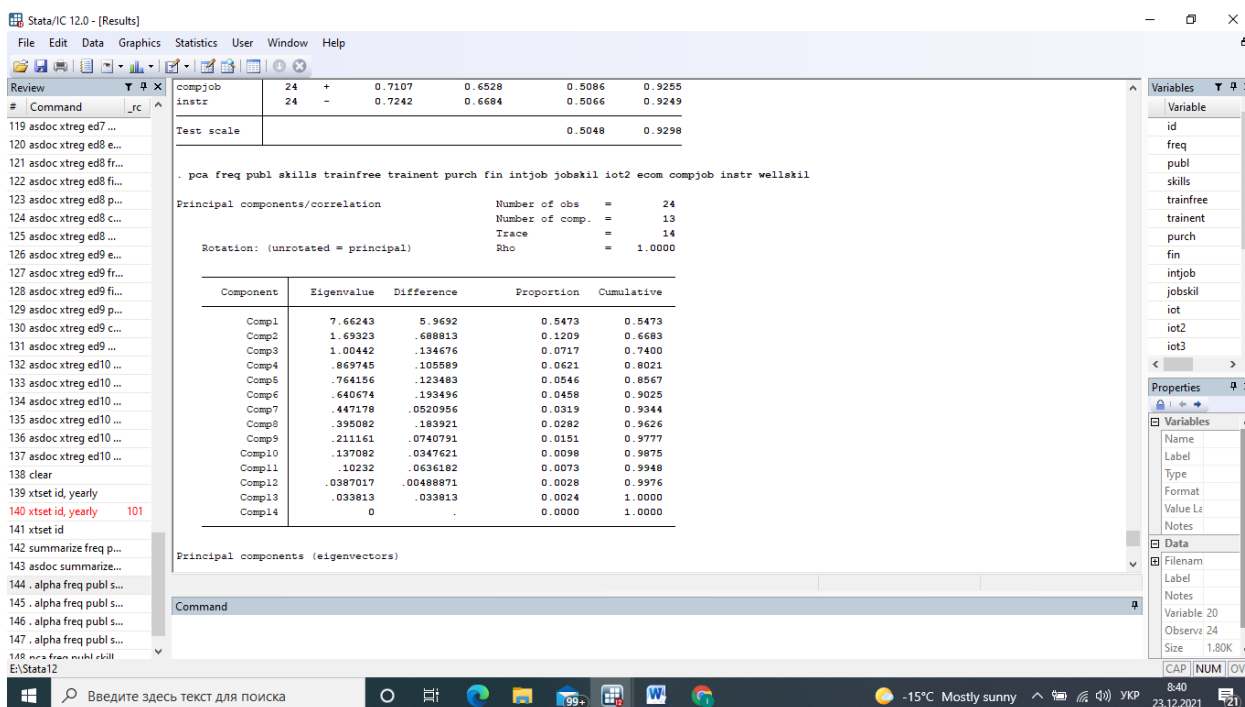


Рисунок Д.6 – Результати оцінювання параметрів цифровізації освіти та суспільства методом головних компонент

Таблиця Е.1 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	0.203	0.041	5.01	0.000	0.123	0.282	***
Constant	27.392	1.342	20.41	0.000	24.762	30.022	***
Mean dependent var	31.363		SD dependent var	5.993			
Overall r-squared	0.000		Number of obs	261.000			
Chi-square	25.071		Prob > chi2	0.000			
R-squared within	0.106		R-squared between	0.002			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.2 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	-0.045	0.009	-5.00	0.000	-0.063	-0.028	***
Constant	5.954	0.264	22.54	0.000	5.436	6.471	***
Mean dependent var	5.065		SD dependent var	1.280			
Overall r-squared	0.192		Number of obs	261.000			
Chi-square	25.045		Prob > chi2	0.000			
R-squared within	0.166		R-squared between	0.352			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.3 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	-0.020	0.005	-3.92	0.000	-0.030	-0.010	***
Constant	5.314	0.320	16.62	0.000	4.687	5.940	***
Mean dependent var	4.923		SD dependent var	1.696			
Overall r-squared	0.101		Number of obs	261.000			
Chi-square	15.355		Prob > chi2	0.000			
R-squared within	0.057		R-squared between	0.115			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.4 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	0.052	0.007	6.89	0.000	0.037	0.066	***
Constant	6.752	0.234	28.91	0.000	6.295	7.210	***
Mean dependent var	7.761		SD dependent var	1.256			
Overall r-squared	0.336		Number of obs	261.000			
Chi-square	47.452		Prob > chi2	0.000			
R-squared within	0.138		R-squared between	0.381			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.5 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	-0.216	0.036	-5.99	0.000	-0.286	-0.145	***
Constant	6.513	0.886	7.35	0.000	4.777	8.249	***
Mean dependent var	2.294		SD dependent var	3.891			
Overall r-squared	0.248		Number of obs	261.000			
Chi-square	35.918		Prob > chi2	0.000			
R-squared within	0.097		R-squared between	0.304			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.6 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	-0.345	0.040	-8.54	0.000	-0.424	-0.266	***
Constant	15.226	1.094	13.92	0.000	13.082	17.371	***
Mean dependent var	8.470		SD dependent var	4.769			
Overall r-squared	0.135		Number of obs	261.000			
Chi-square	72.854		Prob > chi2	0.000			
R-squared within	0.235		R-squared between	0.114			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.7 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	0.084	0.008	10.63	0.000	0.068	0.099	***
Constant	78.218	0.497	157.41	0.000	77.244	79.192	***
Mean dependent var	79.860		SD dependent var	2.760			
Overall r-squared	0.181		Number of obs	261.000			
Chi-square	112.953		Prob > chi2	0.000			
R-squared within	0.320		R-squared between	0.187			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.8 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	-0.001	0.002	-0.67	0.504	-0.004	0.002	
Constant	1.571	0.042	37.21	0.000	1.489	1.654	***
Mean dependent var	1.550		SD dependent var	0.185			
Overall r-squared	0.162		Number of obs	261.000			
Chi-square	0.447		Prob > chi2	0.504			
R-squared within	0.018		R-squared between	0.275			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.9 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	-0.022	0.006	-3.38	0.001	-0.034	-0.009	***
Constant	6.482	0.269	24.09	0.000	5.954	7.009	***
Mean dependent var	6.059		SD dependent var	1.720			
Overall r-squared	0.396		Number of obs	261.000			
Chi-square	11.435		Prob > chi2	0.001			
R-squared within	0.086		R-squared between	0.533			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.10 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	-0.337	0.030	-11.19	0.000	-0.396	-0.278	***
Constant	17.357	0.847	20.48	0.000	15.696	19.018	***
Mean dependent var	10.761		SD dependent var	4.358			
Overall r-squared	0.351		Number of obs	261.000			
Chi-square	125.212		Prob > chi2	0.000			
R-squared within	0.322		R-squared between	0.358			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.11 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.191	0.019	10.24	0.000	0.155	0.228	***
Constant	16.289	1.827	8.91	0.000	12.707	19.871	***
Mean dependent var	31.363		SD dependent var	5.993			
Overall r-squared	0.000		Number of obs	261.000			
Chi-square	104.896		Prob > chi2	0.000			
R-squared within	0.330		R-squared between	0.018			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.12 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	-0.024	0.005	-5.00	0.000	-0.034	-0.015	***
Constant	6.964	0.420	16.57	0.000	6.140	7.788	***
Mean dependent var	5.065		SD dependent var	1.280			
Overall r-squared	0.235		Number of obs	261.000			
Chi-square	24.999		Prob > chi2	0.000			
R-squared within	0.178		R-squared between	0.474			

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Таблиця Е.13 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	-0.011	0.003	-4.34	0.000	-0.017	-0.006	***
Constant	5.824	0.366	15.91	0.000	5.107	6.542	***
Mean dependent var							
		4.923	SD dependent var		1.696		
Overall r-squared		0.110	Number of obs		261.000		
Chi-square		18.811	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.070	R-squared between		0.131		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.14 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.034	0.004	9.26	0.000	0.027	0.041	***
Constant	5.079	0.347	14.65	0.000	4.400	5.758	***
Mean dependent var							
		7.761	SD dependent var		1.256		
Overall r-squared		0.293	Number of obs		261.000		
Chi-square		85.763	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.249	R-squared between		0.316		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.15 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	-0.196	0.017	-11.80	0.000	-0.228	-0.163	***
Constant	17.715	1.389	12.76	0.000	14.993	20.437	***
Mean dependent var							
		2.294	SD dependent var		3.891		
Overall r-squared		0.432	Number of obs		261.000		
Chi-square		139.220	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.333	R-squared between		0.467		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.16 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	-0.294	0.016	-18.35	0.000	-0.325	-0.262	***
Constant	31.590	1.456	21.70	0.000	28.736	34.444	***



Mean dependent var	8.470	SD dependent var	4.769
Overall r-squared	0.255	Number of obs	261.000
Chi-square	336.724	Prob > chi2	0.000
R-squared within	0.594	R-squared between	0.179
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$			

Таблиця Е.17 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.058	0.003	17.62	0.000	0.051	0.064	***
Constant	75.304	0.525	143.47	0.000	74.275	76.333	***
Mean dependent var	79.860	SD dependent var	2.760				
Overall r-squared	0.234	Number of obs	261.000				
Chi-square	310.319	Prob > chi2	0.000				
R-squared within	0.570	R-squared between	0.242				
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.18 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.001	0.001	1.74	0.081	0.000	0.003	*
Constant	1.433	0.073	19.56	0.000	1.289	1.576	***
Mean dependent var	1.550	SD dependent var	0.185				
Overall r-squared	0.132	Number of obs	261.000				
Chi-square	3.041	Prob > chi2	0.081				
R-squared within	0.004	R-squared between	0.199				
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.19 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	-0.005	0.003	-1.46	0.146	-0.011	0.002	
Constant	6.443	0.371	17.35	0.000	5.715	7.171	***
Mean dependent var	6.059	SD dependent var	1.720				
Overall r-squared	0.284	Number of obs	261.000				
Chi-square	2.119	Prob > chi2	0.146				
R-squared within	0.019	R-squared between	0.402				
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.20 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	-0.249	0.012	-21.43	0.000	-0.272	-0.226	***
Constant	30.351	1.039	29.21	0.000	28.315	32.387	***
Mean dependent var							
		10.761	SD dependent var		4.358		
Overall r-squared		0.589		Number of obs		261.000	
Chi-square		459.014		Prob > chi2		0.000	
R-squared within		0.646		R-squared between		0.579	
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.21 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.005	0.017	0.30	0.765	-0.028	0.038	
Constant	32.195	1.128	28.54	0.000	29.984	34.406	***
Mean dependent var							
		32.279	SD dependent var		5.916		
Overall r-squared		0.006		Number of obs		145.000	
Chi-square		0.089		Prob > chi2		0.765	
R-squared within		0.000		R-squared between		0.008	
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.22 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.002	0.003	-0.79	0.430	-0.009	0.004	
Constant	4.939	0.218	22.61	0.000	4.511	5.367	***
Mean dependent var							
		4.898	SD dependent var		1.272		
Overall r-squared		0.153		Number of obs		145.000	
Chi-square		0.622		Prob > chi2		0.430	
R-squared within		0.015		R-squared between		0.259	
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.23 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.001	0.002	0.70	0.484	-0.002	0.004	
Constant	4.806	0.285	16.87	0.000	4.248	5.364	***
Mean dependent var							
		4.824	SD dependent var		1.708		

Overall r-squared	0.193	Number of obs	145.000
Chi-square	0.490	Prob > chi2	0.484
R-squared within	0.008	R-squared between	0.299
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$			

Таблиця Е.24 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.011	0.003	3.47	0.001	0.005	0.017	***
Constant	7.689	0.236	32.52	0.000	7.225	8.152	***
Mean dependent var							
		7.866	SD dependent var		1.264		
Overall r-squared		0.042	Number of obs		145.000		
Chi-square		12.045	Prob > chi2		0.001		
R-squared within		0.088	R-squared between		0.044		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.25 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.046	0.013	-3.56	0.000	-0.072	-0.021	***
Constant	2.433	0.429	5.67	0.000	1.592	3.274	***
Mean dependent var							
		1.664	SD dependent var		2.418		
Overall r-squared		0.113	Number of obs		145.000		
Chi-square		12.666	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.073	R-squared between		0.134		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.26 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.050	0.013	-3.78	0.000	-0.075	-0.024	***
Constant	7.846	0.694	11.31	0.000	6.486	9.206	***
Mean dependent var							
		7.023	SD dependent var		3.782		
Overall r-squared		0.077	Number of obs		145.000		
Chi-square		14.289	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.097	R-squared between		0.082		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.27 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.005	0.003	1.73	0.084	-0.001	0.010	*
Constant	80.079	0.505	158.47	0.000	79.088	81.069	***
Mean dependent var							
		80.158	SD dependent var		2.701		
Overall r-squared		0.036	Number of obs		145.000		
Chi-square		2.987	Prob > chi2		0.084		
R-squared within		0.023	R-squared between		0.050		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.28 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.001	0.001	1.76	0.078	0.000	0.002	*
Constant	1.529	0.031	49.64	0.000	1.468	1.589	***
Mean dependent var							
		1.545	SD dependent var		0.172		
Overall r-squared		0.107	Number of obs		145.000		
Chi-square		3.097	Prob > chi2		0.078		
R-squared within		0.015	R-squared between		0.154		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.29 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.001	0.001	0.73	0.464	-0.002	0.004	
Constant	5.998	0.304	19.71	0.000	5.402	6.594	***
Mean dependent var							
		6.016	SD dependent var		1.728		
Overall r-squared		0.125	Number of obs		145.000		
Chi-square		0.537	Prob > chi2		0.464		
R-squared within		0.003	R-squared between		0.187		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.30 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.046	0.012	-3.83	0.000	-0.070	-0.023	***
Constant	10.408	0.618	16.84	0.000	9.197	11.620	***

Mean dependent var	9.640	SD dependent var	3.661
Overall r-squared	0.201	Number of obs	145.000
Chi-square	14.673	Prob > chi2	0.000
R-squared within	0.085	R-squared between	0.263
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$			

Таблиця Е.31 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.107	0.018	6.00	0.000	0.072	0.142	***
Constant	25.684	1.439	17.84	0.000	22.863	28.505	***
Mean dependent var 31.363 SD dependent var 5.993							
Overall r-squared 0.005 Number of obs 261.000							
Chi-square 36.043 Prob > chi2 0.000							
R-squared within 0.146 R-squared between 0.001							
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.32 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.020	0.004	-4.85	0.000	-0.028	-0.012	***
Constant	6.101	0.278	21.98	0.000	5.557	6.645	***
Mean dependent var 5.065 SD dependent var 1.280							
Overall r-squared 0.340 Number of obs 261.000							
Chi-square 23.520 Prob > chi2 0.000							
R-squared within 0.248 R-squared between 0.539							
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.33 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.019	0.002	-8.99	0.000	-0.023	-0.015	***
Constant	5.910	0.316	18.69	0.000	5.291	6.530	***
Mean dependent var 4.923 SD dependent var 1.696							
Overall r-squared 0.152 Number of obs 261.000							
Chi-square 80.903 Prob > chi2 0.000							
R-squared within 0.250 R-squared between 0.154							
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.34 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.024	0.003	7.11	0.000	0.017	0.030	***
Constant	6.509	0.260	25.06	0.000	6.000	7.018	***
Mean dependent var	7.761		SD dependent var		1.256		
Overall r-squared	0.289		Number of obs		261.000		
Chi-square	50.529		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.148		R-squared between		0.309		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.35 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.072	0.016	-4.63	0.000	-0.103	-0.042	***
Constant	6.115	0.967	6.32	0.000	4.220	8.011	***
Mean dependent var	2.294		SD dependent var		3.891		
Overall r-squared	0.293		Number of obs		261.000		
Chi-square	21.398		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.031		R-squared between		0.397		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.36 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.165	0.018	-9.42	0.000	-0.200	-0.131	***
Constant	17.210	1.220	14.10	0.000	14.818	19.602	***
Mean dependent var	8.470		SD dependent var		4.769		
Overall r-squared	0.075		Number of obs		261.000		
Chi-square	88.814		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.300		R-squared between		0.050		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.37 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.047	0.003	14.83	0.000	0.041	0.053	***
Constant	77.385	0.498	155.47	0.000	76.409	78.360	***
Mean dependent var	79.860		SD dependent var		2.760		
Overall r-squared	0.201		Number of obs		261.000		
Chi-square	219.819		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.480		R-squared between		0.195		

*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$
--

Таблиця Е.38 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.000	0.001	0.24	0.811	-0.001	0.002	
Constant	1.541	0.048	32.40	0.000	1.448	1.634	***
Mean dependent var		1.550		SD dependent var		0.185	
Overall r-squared		0.132		Number of obs		261.000	
Chi-square		0.057		Prob > chi2		0.811	
R-squared within		0.005		R-squared between		0.194	
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.39 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.003	0.003	-1.00	0.319	-0.009	0.003	
Constant	6.212	0.313	19.82	0.000	5.598	6.827	***
Mean dependent var		6.059		SD dependent var		1.720	
Overall r-squared		0.279		Number of obs		261.000	
Chi-square		0.993		Prob > chi2		0.319	
R-squared within		0.014		R-squared between		0.334	
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.40 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.155	0.013	-12.05	0.000	-0.181	-0.130	***
Constant	18.975	0.858	22.11	0.000	17.293	20.658	***
Mean dependent var		10.761		SD dependent var		4.358	
Overall r-squared		0.495		Number of obs		261.000	
Chi-square		145.096		Prob > chi2		0.000	
R-squared within		0.331		R-squared between		0.529	
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.41 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	0.197	0.029	6.82	0.000	0.140	0.254	***
Constant	21.724	1.785	12.17	0.000	18.225	25.223	***

Mean dependent var	31.363	SD dependent var	5.993
Overall r-squared	0.000	Number of obs	261.000
Chi-square	46.533	Prob > chi2	0.000
R-squared within	0.189	R-squared between	0.002
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$			

Таблиця Е.42 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.006	0.007	-0.90	0.367	-0.019	0.007	
Constant	5.365	0.366	14.68	0.000	4.648	6.081	***
Mean dependent var 5.065 SD dependent var 1.280							
Overall r-squared 0.469 Number of obs 261.000							
Chi-square 0.814 Prob > chi2 0.367							
R-squared within 0.137 R-squared between 0.676							
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.43 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.030	0.003	-8.61	0.000	-0.037	-0.023	***
Constant	6.391	0.327	19.53	0.000	5.749	7.032	***
Mean dependent var 4.923 SD dependent var 1.696							
Overall r-squared 0.245 Number of obs 261.000							
Chi-square 74.101 Prob > chi2 0.000							
R-squared within 0.229 R-squared between 0.254							
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.44 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	0.029	0.006	5.14	0.000	0.018	0.040	***
Constant	6.330	0.340	18.65	0.000	5.665	6.996	***
Mean dependent var 7.761 SD dependent var 1.256							
Overall r-squared 0.261 Number of obs 261.000							
Chi-square 26.384 Prob > chi2 0.000							
R-squared within 0.073 R-squared between 0.289							
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							



Таблиця Е.45 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.142	0.025	-5.66	0.000	-0.191	-0.093	***
Constant	9.233	1.332	6.93	0.000	6.623	11.844	***
Mean dependent var	2.294		SD dependent var		3.891		
Overall r-squared	0.275		Number of obs		261.000		
Chi-square	32.040		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.072		R-squared between		0.346		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.46 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.258	0.029	-8.91	0.000	-0.315	-0.201	***
Constant	21.094	1.619	13.03	0.000	17.920	24.267	***
Mean dependent var	8.470		SD dependent var		4.769		
Overall r-squared	0.089		Number of obs		261.000		
Chi-square	79.429		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.276		R-squared between		0.069		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.47 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	0.079	0.005	15.41	0.000	0.069	0.090	***
Constant	75.976	0.488	155.63	0.000	75.019	76.933	***
Mean dependent var	79.860		SD dependent var		2.760		
Overall r-squared	0.362		Number of obs		261.000		
Chi-square	237.364		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.495		R-squared between		0.366		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.48 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.002	0.001	-1.37	0.170	-0.004	0.001	
Constant	1.628	0.063	25.66	0.000	1.503	1.752	***

Mean dependent var	1.550	SD dependent var	0.185
Overall r-squared	0.145	Number of obs	261.000
Chi-square	1.882	Prob > chi2	0.170
R-squared within	0.041	R-squared between	0.229
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$			

Таблиця Е.49 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
comp	-0.001	0.005	-0.24	0.809	-0.011	0.009
Constant	6.118	0.325	18.84	0.000	5.481	6.754
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$						

Mean dependent var	6.059	SD dependent var	1.720
Overall r-squared	0.550	Number of obs	261.000
Chi-square	0.058	Prob > chi2	0.809
R-squared within	0.023	R-squared between	0.645
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$			

Таблиця Е.50 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
comp	-0.262	0.021	-12.42	0.000	-0.303	-0.221
Constant	23.571	1.196	19.71	0.000	21.227	25.916
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$						

Mean dependent var	10.761	SD dependent var	4.358
Overall r-squared	0.366	Number of obs	261.000
Chi-square	154.290	Prob > chi2	0.000
R-squared within	0.379	R-squared between	0.369
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$			

Таблиця Е.51 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

**Regression results**

sd1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig
web	0.136	0.044	3.10	0.002	0.050	0.222
Constant	21.170	3.462	6.12	0.000	14.385	27.956
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$						

Mean dependent var	31.363	SD dependent var	5.993
Overall r-squared	0.038	Number of obs	261.000
Chi-square	9.584	Prob > chi2	0.002
R-squared within	0.076	R-squared between	0.054
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$			

Таблиця Е.52 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	-0.014	0.009	-1.45	0.148	-0.032	0.005	
Constant	6.092	0.737	8.27	0.000	4.648	7.537	***
Mean dependent var							
		5.065	SD dependent var		1.280		
Overall r-squared		0.275	Number of obs		261.000		
Chi-square		2.090	Prob > chi2		0.148		
R-squared within		0.089	R-squared between		0.360		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.53 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	-0.030	0.006	-5.26	0.000	-0.041	-0.019	***
Constant	7.175	0.526	13.65	0.000	6.145	8.205	***
Mean dependent var							
		4.923	SD dependent var		1.696		
Overall r-squared		0.101	Number of obs		261.000		
Chi-square		27.665	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.097	R-squared between		0.102		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.54 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.032	0.008	3.99	0.000	0.016	0.048	***
Constant	5.356	0.627	8.54	0.000	4.127	6.584	***
Mean dependent var							
		7.761	SD dependent var		1.256		
Overall r-squared		0.416	Number of obs		261.000		
Chi-square		15.890	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.009	R-squared between		0.472		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.55 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	-0.216	0.027	-7.89	0.000	-0.270	-0.162	***
Constant	18.466	2.089	8.84	0.000	14.370	22.561	***
Mean dependent var							
		2.294	SD dependent var		3.891		
Overall r-squared		0.466	Number of obs		261.000		

Chi-square	62.275	Prob > chi2	0.000
R-squared within	0.087	R-squared between	0.597
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$			

Таблиця Е.56 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	-0.268	0.041	-6.57	0.000	-0.348	-0.188	***
Constant	28.540	3.151	9.06	0.000	22.365	34.715	***
Mean dependent var							
		8.470	SD dependent var		4.769		
Overall r-squared		0.107	Number of obs		261.000		
Chi-square		43.155	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.184	R-squared between		0.110		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.57 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.094	0.009	10.15	0.000	0.076	0.112	***
Constant	72.836	0.817	89.13	0.000	71.234	74.437	***
Mean dependent var							
		79.860	SD dependent var		2.760		
Overall r-squared		0.307	Number of obs		261.000		
Chi-square		103.084	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.284	R-squared between		0.308		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.58 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.000	0.002	0.14	0.892	-0.003	0.003	
Constant	1.534	0.123	12.45	0.000	1.293	1.776	***
Mean dependent var							
		1.550	SD dependent var		0.185		
Overall r-squared		0.035	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.018	Prob > chi2		0.892		
R-squared within		0.002	R-squared between		0.047		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.59 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.007	0.007	0.92	0.357	-0.008	0.021	
Constant	5.559	0.599	9.28	0.000	4.385	6.733	***
Mean dependent var							
		6.059	SD dependent var		1.720		
Overall r-squared		0.392	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.850	Prob > chi2		0.357		
R-squared within		0.002	R-squared between		0.425		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.60 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на соціальний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

sd10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	-0.276	0.030	-9.12	0.000	-0.335	-0.217	***
Constant	31.421	2.331	13.48	0.000	26.852	35.990	***
Mean dependent var							
		10.761	SD dependent var		4.358		
Overall r-squared		0.428	Number of obs		261.000		
Chi-square		83.215	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.210	R-squared between		0.478		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.61 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	-0.361	0.048	-7.46	0.000	-0.455	-0.266	***
Constant	80.988	1.779	45.52	0.000	77.501	84.475	***
Mean dependent var							
		73.931	SD dependent var		8.966		
Overall r-squared		0.163	Number of obs		261.000		
Chi-square		55.670	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.180	R-squared between		0.165		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.62 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	-0.741	0.345	-2.15	0.032	-1.417	-0.064	**
Constant	22.335	7.679	2.91	0.004	7.283	37.386	***
Mean dependent var							
		7.842	SD dependent var		28.328		
Overall r-squared		0.021	Number of obs		261.000		

Chi-square	4.606	Prob > chi2	0.032
R-squared within	0.018	R-squared between	0.028
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$			

Таблиця Е.63 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	-0.017	0.040	-0.43	0.667	-0.095	0.061	
Constant	1.884	0.844	2.23	0.026	0.230	3.539	**
Mean dependent var							
		1.548	SD dependent var		3.604		
Overall r-squared		0.001	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.185	Prob > chi2		0.667		
R-squared within		0.020	R-squared between		0.039		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.64 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	0.214	0.107	2.00	0.046	0.004	0.424	**
Constant	-1.423	2.240	-0.64	0.525	-5.814	2.968	
Mean dependent var							
		2.767	SD dependent var		11.735		
Overall r-squared		0.018	Number of obs		261.000		
Chi-square		3.993	Prob > chi2		0.046		
R-squared within		0.003	R-squared between		0.111		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.65 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	0.103	0.046	2.24	0.025	0.013	0.193	**
Constant	2.362	1.589	1.49	0.137	-0.753	5.477	
Mean dependent var							
		4.379	SD dependent var		7.378		
Overall r-squared		0.052	Number of obs		261.000		
Chi-square		5.000	Prob > chi2		0.025		
R-squared within		0.017	R-squared between		0.060		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.66 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	0.110	0.062	1.77	0.077	-0.012	0.232	*

Constant	-0.862	1.301	-0.66	0.508	-3.412	1.689	
Mean dependent var	1.291		SD dependent var		6.551		
Overall r-squared	0.015		Number of obs		261.000		
Chi-square	3.132		Prob > chi2		0.077		
R-squared within	0.002		R-squared between		0.087		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.67 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	0.003	0.014	0.19	0.853	-0.025	0.030	
Constant	1.133	0.294	3.85	0.000	0.557	1.709	***
Mean dependent var	1.183		SD dependent var		1.271		
Overall r-squared	0.001		Number of obs		261.000		
Chi-square	0.034		Prob > chi2		0.853		
R-squared within	0.000		R-squared between		0.007		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.68 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	0.135	0.029	4.69	0.000	0.079	0.192	***
Constant	4.160	1.133	3.67	0.000	1.939	6.381	***
Mean dependent var	6.809		SD dependent var		5.327		
Overall r-squared	0.002		Number of obs		261.000		
Chi-square	22.002		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.094		R-squared between		0.009		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.69 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	-11000000.0	67400000.0	-0.16	0.870	-143000000.0	121000000.0	
Constant	2160000000.0	1450000000.0	1.50	0.135	-672000000.0	5000000000.0	
Mean dependent var	1946221773.425		SD dependent var		5648494542.488		
Overall r-squared	0.000		Number of obs		261.000		
Chi-square	0.027		Prob > chi2		0.870		
R-squared within	0.001		R-squared between		0.002		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.70 – Результати оцінювання впливу поширення електронних продажів підприємств на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
ecom	0.090	0.037	2.41	0.016	0.017	0.163	**
Constant	-0.259	0.930	-0.28	0.781	-2.083	1.564	
Mean dependent var	1.496		SD dependent var	3.911			
Overall r-squared	0.156		Number of obs	261.000			
Chi-square	5.805		Prob > chi2	0.016			
R-squared within	0.008		R-squared between	0.228			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.71 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	-0.167	0.026	-6.43	0.000	-0.218	-0.116	***
Constant	87.112	2.521	34.56	0.000	82.172	92.052	***
Mean dependent var	73.931		SD dependent var	8.966			
Overall r-squared	0.192		Number of obs	261.000			
Chi-square	41.341		Prob > chi2	0.000			
R-squared within	0.137		R-squared between	0.215			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.72 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	-0.620	0.190	-3.27	0.001	-0.992	-0.248	***
Constant	56.648	15.391	3.68	0.000	26.482	86.814	***
Mean dependent var	7.842		SD dependent var	28.328			
Overall r-squared	0.016		Number of obs	261.000			
Chi-square	10.677		Prob > chi2	0.001			
R-squared within	0.054		R-squared between	0.006			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.73 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	-0.020	0.023	-0.86	0.388	-0.066	0.026	
Constant	3.131	1.861	1.68	0.092	-0.516	6.779	*
Mean dependent var	1.548		SD dependent var	3.604			
Overall r-squared	0.001		Number of obs	261.000			



Chi-square	0.746	Prob > chi2	0.388
R-squared within	0.009	R-squared between	0.000
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$			

Таблиця Е.74 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.079	0.066	1.20	0.232	-0.051	0.210	
Constant	-3.487	5.301	-0.66	0.511	-13.876	6.902	
Mean dependent var							
		2.767	SD dependent var		11.735		
Overall r-squared		0.005	Number of obs		261.000		
Chi-square		1.427	Prob > chi2		0.232		
R-squared within		0.012	R-squared between		0.004		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Г.75 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.045	0.024	1.85	0.064	-0.003	0.093	*
Constant	0.823	2.287	0.36	0.719	-3.659	5.306	
Mean dependent var							
		4.379	SD dependent var		7.378		
Overall r-squared		0.119	Number of obs		261.000		
Chi-square		3.435	Prob > chi2		0.064		
R-squared within		0.009	R-squared between		0.158		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.76 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.040	0.038	1.05	0.294	-0.034	0.114	
Constant	-1.842	3.022	-0.61	0.542	-7.765	4.081	
Mean dependent var							
		1.291	SD dependent var		6.551		
Overall r-squared		0.004	Number of obs		261.000		
Chi-square		1.103	Prob > chi2		0.294		
R-squared within		0.005	R-squared between		0.011		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.77 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
-----	-------	---------	---------	---------	-----------	-----------	-----

freq	0.004	0.008	0.49	0.624	-0.012	0.020	
Constant	0.873	0.642	1.36	0.174	-0.384	2.131	
Mean dependent var	1.183		SD dependent var		1.271		
Overall r-squared	0.004		Number of obs		261.000		
Chi-square	0.240		Prob > chi2		0.624		
R-squared within	0.001		R-squared between		0.036		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.78 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.101	0.014	6.98	0.000	0.072	0.129	***
Constant	-1.117	1.483	-0.75	0.451	-4.023	1.789	
Mean dependent var	6.809		SD dependent var		5.327		
Overall r-squared	0.067		Number of obs		261.000		
Chi-square	48.726		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.169		R-squared between		0.060		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.79 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	14500000.0	38400000.0	0.38	0.705	-60700000.0	89800000.0	
Constant	801000000.0	3080000000.0	0.26	0.795	-5230000000.0	6830000000.0	
Mean dependent var	1946221773.425		SD dependent var		5648494542.488		
Overall r-squared	0.000		Number of obs		261.000		
Chi-square	0.144		Prob > chi2		0.705		
R-squared within	0.004		R-squared between		0.011		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.80 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
freq	0.026	0.020	1.27	0.203	-0.014	0.065	
Constant	-0.517	1.684	-0.31	0.759	-3.818	2.783	
Mean dependent var	1.496		SD dependent var		3.911		
Overall r-squared	0.136		Number of obs		261.000		
Chi-square	1.623		Prob > chi2		0.203		
R-squared within	0.000		R-squared between		0.230		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.81 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.006	0.014	-0.41	0.683	-0.033	0.021	
Constant	73.166	1.731	42.27	0.000	69.773	76.558	***
Mean dependent var							
		73.072	SD dependent var		9.318		
Overall r-squared		0.046	Number of obs		145.000		
Chi-square		0.167	Prob > chi2		0.683		
R-squared within		0.001	R-squared between		0.070		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.82 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.134	0.112	-1.19	0.235	-0.354	0.087	
Constant	6.551	2.510	2.61	0.009	1.631	11.472	***
Mean dependent var							
		4.331	SD dependent var		16.608		
Overall r-squared		0.015	Number of obs		145.000		
Chi-square		1.413	Prob > chi2		0.235		
R-squared within		0.001	R-squared between		0.059		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.83 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.008	0.023	-0.32	0.748	-0.054	0.039	
Constant	1.650	0.502	3.29	0.001	0.666	2.634	***
Mean dependent var							
		1.525	SD dependent var		3.792		
Overall r-squared		0.001	Number of obs		145.000		
Chi-square		0.103	Prob > chi2		0.748		
R-squared within		0.005	R-squared between		0.001		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.84 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.025	0.073	0.34	0.737	-0.119	0.168	
Constant	2.858	1.565	1.83	0.068	-0.209	5.925	*
Mean dependent var							
		3.266	SD dependent var		11.815		
Overall r-squared		0.001	Number of obs		145.000		
Chi-square		0.113	Prob > chi2		0.737		
R-squared within		0.001	R-squared between		0.001		

*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$
--

Таблиця Е.85 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.037	0.025	-1.52	0.128	-0.086	0.011	
Constant	5.136	1.413	3.63	0.000	2.367	7.905	***
Mean dependent var		4.513	SD dependent var		7.420		
Overall r-squared		0.005	Number of obs		145.000		
Chi-square		2.320	Prob > chi2		0.128		
R-squared within		0.024	R-squared between		0.014		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.86 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-0.020	0.031	-0.65	0.514	-0.082	0.041	
Constant	1.852	0.673	2.75	0.006	0.533	3.172	***
Mean dependent var		1.513	SD dependent var		4.938		
Overall r-squared		0.003	Number of obs		145.000		
Chi-square		0.427	Prob > chi2		0.514		
R-squared within		0.010	R-squared between		0.000		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.87 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.019	0.008	2.42	0.015	0.004	0.035	**
Constant	0.962	0.186	5.18	0.000	0.598	1.327	***
Mean dependent var		1.285	SD dependent var		1.165		
Overall r-squared		0.035	Number of obs		145.000		
Chi-square		5.873	Prob > chi2		0.015		
R-squared within		0.050	R-squared between		0.029		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.88 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.011	0.010	1.19	0.235	-0.007	0.030	
Constant	7.147	1.039	6.88	0.000	5.110	9.184	***

Mean dependent var	7.337	SD dependent var	5.718
Overall r-squared	0.082	Number of obs	145.000
Chi-square	1.412	Prob > chi2	0.235
R-squared within	0.009	R-squared between	0.119
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$			

Таблиця Е.89 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	-27000000.0	42200000.0	-0.64	0.522	-110000000.0	55600000.0	
Constant	2600000000.0	972000000.0	2.67	0.008	694000000.0	4500000000.0	***
Mean dependent var							
		2150196848.007	SD dependent var		6041206324.700		
Overall r-squared		0.005		Number of obs		145.000	
Chi-square		0.410		Prob > chi2		0.522	
R-squared within		0.001		R-squared between		0.016	
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.90 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для здійснення фінансових операцій на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
fin	0.002	0.021	0.07	0.943	-0.039	0.042	
Constant	1.462	0.744	1.96	0.050	0.003	2.921	*
Mean dependent var							
		1.487	SD dependent var		3.988		
Overall r-squared		0.025		Number of obs		145.000	
Chi-square		0.005		Prob > chi2		0.943	
R-squared within		0.001		R-squared between		0.054	
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.91 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.103	0.023	-4.44	0.000	-0.149	-0.058	***
Constant	79.386	1.979	40.11	0.000	75.507	83.266	***
Mean dependent var							
		73.931	SD dependent var		8.966		
Overall r-squared		0.110		Number of obs		261.000	
Chi-square		19.679		Prob > chi2		0.000	
R-squared within		0.067		R-squared between		0.115	
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.92 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.253	0.141	-1.79	0.073	-0.529	0.024	*
Constant	21.203	8.319	2.55	0.011	4.898	37.509	**
Mean dependent var	7.842		SD dependent var	28.328			
Overall r-squared	0.014		Number of obs	261.000			
Chi-square	3.204		Prob > chi2	0.073			
R-squared within	0.014		R-squared between	0.020			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.93 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	-0.024	0.015	-1.55	0.121	-0.054	0.006	
Constant	2.803	0.872	3.21	0.001	1.093	4.513	***
Mean dependent var	1.548		SD dependent var	3.604			
Overall r-squared	0.006		Number of obs	261.000			
Chi-square	2.406		Prob > chi2	0.121			
R-squared within	0.030		R-squared between	0.003			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.94 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.020	0.041	0.48	0.629	-0.061	0.101	
Constant	1.710	2.343	0.73	0.465	-2.882	6.302	
Mean dependent var	2.767		SD dependent var	11.735			
Overall r-squared	0.001		Number of obs	261.000			
Chi-square	0.233		Prob > chi2	0.629			
R-squared within	0.002		R-squared between	0.003			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.95 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.011	0.021	0.53	0.597	-0.030	0.052	
Constant	3.792	1.715	2.21	0.027	0.430	7.153	**
Mean dependent var	4.379		SD dependent var	7.378			
Overall r-squared	0.051		Number of obs	261.000			

Chi-square	0.280	Prob > chi2	0.597
R-squared within	0.000	R-squared between	0.063
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$			

Таблиця Е.96 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.003	0.024	0.11	0.915	-0.044	0.049	
Constant	1.156	1.350	0.86	0.392	-1.489	3.801	
Mean dependent var							
		1.291	SD dependent var		6.551		
Overall r-squared		0.000		Number of obs		261.000	
Chi-square		0.011		Prob > chi2		0.915	
R-squared within		0.001		R-squared between		0.004	
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.97 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.001	0.005	0.18	0.858	-0.009	0.011	
Constant	1.133	0.300	3.78	0.000	0.545	1.721	***
Mean dependent var							
		1.183	SD dependent var		1.271		
Overall r-squared		0.000		Number of obs		261.000	
Chi-square		0.032		Prob > chi2		0.858	
R-squared within		0.000		R-squared between		0.001	
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.98 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.061	0.013	4.68	0.000	0.036	0.087	***
Constant	3.566	1.194	2.99	0.003	1.225	5.907	***
Mean dependent var							
		6.809	SD dependent var		5.327		
Overall r-squared		0.024		Number of obs		261.000	
Chi-square		21.946		Prob > chi2		0.000	
R-squared within		0.085		R-squared between		0.020	
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.99 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
-----	-------	---------	---------	---------	-----------	-----------	-----

publ	-28000000.0	25500000.0	-1.10	0.273	-77900000.0	22000000.00	
Constant	3420000000.0	1460000000.0	2.34	0.019	557000000.0	6290000000.0	**
Mean dependent var	1946221773.425		SD dependent var		5648494542.488		
Overall r-squared	0.020		Number of obs		261.000		
Chi-square	1.201		Prob > chi2		0.273		
R-squared within	0.001		R-squared between		0.086		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.100 – Результати оцінювання впливу поширення використання населенням мережі Інтернет для взаємодії з публічними органами на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
publ	0.028	0.016	1.73	0.085	-0.004	0.060	*
Constant	0.023	1.027	0.02	0.982	-1.989	2.036	
Mean dependent var	1.496		SD dependent var		3.911		
Overall r-squared	0.175		Number of obs		261.000		
Chi-square	2.974		Prob > chi2		0.085		
R-squared within	0.000		R-squared between		0.258		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.101 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.201	0.038	-5.36	0.000	-0.275	-0.128	***
Constant	83.782	2.438	34.37	0.000	79.005	88.560	***
Mean dependent var	73.931		SD dependent var		8.966		
Overall r-squared	0.061		Number of obs		261.000		
Chi-square	28.692		Prob > chi2		0.000		
R-squared within	0.105		R-squared between		0.057		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.102 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.518	0.225	-2.31	0.021	-0.958	-0.078	**
Constant	33.177	11.577	2.87	0.004	10.486	55.867	***
Mean dependent var	7.842		SD dependent var		28.328		
Overall r-squared	0.020		Number of obs		261.000		
Chi-square	5.324		Prob > chi2		0.021		
R-squared within	0.026		R-squared between		0.026		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							



Таблиця Е.103 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.061	0.024	-2.52	0.012	-0.108	-0.014	**
Constant	4.520	1.222	3.70	0.000	2.124	6.915	***
Mean dependent var	1.548		SD dependent var	3.604			
Overall r-squared	0.017		Number of obs	261.000			
Chi-square	6.373		Prob > chi2	0.012			
R-squared within	0.072		R-squared between	0.015			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.104 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.010	0.065	-0.15	0.883	-0.136	0.117	
Constant	3.234	3.268	0.99	0.322	-3.171	9.639	
Mean dependent var	2.767		SD dependent var	11.735			
Overall r-squared	0.000		Number of obs	261.000			
Chi-square	0.022		Prob > chi2	0.883			
R-squared within	0.001		R-squared between	0.000			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.105 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	0.016	0.034	0.45	0.651	-0.052	0.083	
Constant	3.615	2.149	1.68	0.093	-0.598	7.828	*
Mean dependent var	4.379		SD dependent var	7.378			
Overall r-squared	0.019		Number of obs	261.000			
Chi-square	0.205		Prob > chi2	0.651			
R-squared within	0.000		R-squared between	0.023			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.106 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-0.022	0.037	-0.59	0.553	-0.095	0.051	
Constant	2.372	1.888	1.26	0.209	-1.328	6.072	

Mean dependent var	1.291	SD dependent var	6.551
Overall r-squared	0.001	Number of obs	261.000
Chi-square	0.351	Prob > chi2	0.553
R-squared within	0.008	R-squared between	0.000
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$			

Таблиця Е.107 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	0.000	0.008	0.05	0.962	-0.016	0.017	
Constant	1.164	0.419	2.78	0.005	0.343	1.985	***
Mean dependent var 1.183 SD dependent var 1.271							
Overall r-squared 0.000 Number of obs 261.000							
Chi-square 0.002 Prob > chi2 0.962							
R-squared within 0.000 R-squared between 0.000							
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.108 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	0.133	0.021	6.37	0.000	0.092	0.174	***
Constant	0.312	1.420	0.22	0.826	-2.472	3.096	
Mean dependent var 6.809 SD dependent var 5.327							
Overall r-squared 0.000 Number of obs 261.000							
Chi-square 40.613 Prob > chi2 0.000							
R-squared within 0.160 R-squared between 0.000							
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.109 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	-27300000.0	40900000.0	-0.67	0.504	-107000000.0	52800000.0	
Constant	3280000000.0	2080000000.0	1.58	0.115	-797000000.0	7360000000.0	
Mean dependent var 1946221773.425 SD dependent var 5648494542.488							
Overall r-squared 0.008 Number of obs 261.000							
Chi-square 0.447 Prob > chi2 0.504							
R-squared within 0.000 R-squared between 0.035							
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.110 – Результати оцінювання впливу поширення використання комп'ютерів з доступом до мережі Інтернет найманими працівниками на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
comp	0.046	0.026	1.75	0.081	-0.006	0.097	*
Constant	-0.737	1.400	-0.53	0.599	-3.480	2.007	
Mean dependent var	1.496		SD dependent var	3.911			
Overall r-squared	0.181		Number of obs	261.000			
Chi-square	3.046		Prob > chi2	0.081			
R-squared within	0.000		R-squared between	0.264			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.111 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed1	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	-0.354	0.054	-6.58	0.000	-0.459	-0.248	***
Constant	100.393	4.309	23.30	0.000	91.948	108.839	***
Mean dependent var	73.931		SD dependent var	8.966			
Overall r-squared	0.122		Number of obs	261.000			
Chi-square	43.293		Prob > chi2	0.000			
R-squared within	0.149		R-squared between	0.121			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.112 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed2	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	-0.574	0.265	-2.17	0.030	-1.092	-0.055	**
Constant	50.782	20.154	2.52	0.012	11.281	90.282	**
Mean dependent var	7.842		SD dependent var	28.328			
Overall r-squared	0.008		Number of obs	261.000			
Chi-square	4.702		Prob > chi2	0.030			
R-squared within	0.052		R-squared between	0.007			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.113 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed3	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.009	0.025	0.37	0.710	-0.040	0.059	
Constant	0.840	1.931	0.44	0.663	-2.945	4.626	
Mean dependent var	1.548		SD dependent var	3.604			
Overall r-squared	0.000		Number of obs	261.000			
Chi-square	0.138		Prob > chi2	0.710			

R-squared within	0.014	R-squared between	0.002
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$			

Таблиця Е.114 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed4	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.079	0.069	1.15	0.249	-0.055	0.213	
Constant	-3.146	5.203	-0.60	0.545	-13.343	7.052	
Mean dependent var							
		2.767	SD dependent var		11.735		
Overall r-squared		0.004	Number of obs		261.000		
Chi-square		1.328	Prob > chi2		0.249		
R-squared within		0.070	R-squared between		0.001		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.115 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed5	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.215	0.048	4.47	0.000	0.121	0.310	***
Constant	-11.736	3.819	-3.07	0.002	-19.220	-4.252	***
Mean dependent var							
		4.379	SD dependent var		7.378		
Overall r-squared		0.107	Number of obs		261.000		
Chi-square		20.027	Prob > chi2		0.000		
R-squared within		0.067	R-squared between		0.112		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.116 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed6	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.032	0.039	0.83	0.407	-0.044	0.108	
Constant	-1.117	2.945	-0.38	0.705	-6.889	4.656	
Mean dependent var							
		1.291	SD dependent var		6.551		
Overall r-squared		0.002	Number of obs		261.000		
Chi-square		0.687	Prob > chi2		0.407		
R-squared within		0.021	R-squared between		0.003		
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.117 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed7	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
-----	-------	---------	---------	---------	-----------	-----------	-----

web	-0.005	0.009	-0.60	0.549	-0.023	0.012	
Constant	1.578	0.668	2.36	0.018	0.268	2.888	**
Mean dependent var	1.183		SD dependent var	1.271			
Overall r-squared	0.000		Number of obs	261.000			
Chi-square	0.360		Prob > chi2	0.549			
R-squared within	0.024		R-squared between	0.001			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.118 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed8	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.075	0.033	2.30	0.022	0.011	0.139	**
Constant	1.181	2.640	0.45	0.655	-3.993	6.356	
Mean dependent var	6.809		SD dependent var	5.327			
Overall r-squared	0.000		Number of obs	261.000			
Chi-square	5.277		Prob > chi2	0.022			
R-squared within	0.026		R-squared between	0.000			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.119 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed9	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	-7690000.000	44900000.000	-0.17	0.864	-95600000.000	80300000.000	
Constant	2520000000.000	3410000000.000	0.74	0.460	-4160000000.000	9210000000.000	
Mean dependent var	1946221773.425		SD dependent var	5648494542.488			
Overall r-squared	0.002		Number of obs	261.000			
Chi-square	0.029		Prob > chi2	0.864			
R-squared within	0.004		R-squared between	0.012			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

Таблиця Е.120 – Результати оцінювання впливу поширення використання підприємствами власних веб-сайтів на економічний розвиток країн Європи у 2012–2020 роках

ed10	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
web	0.145	0.033	4.38	0.000	0.080	0.210	***
Constant	-9.362	2.542	-3.68	0.000	-14.343	-4.380	***
Mean dependent var	1.496		SD dependent var	3.911			
Overall r-squared	0.200		Number of obs	261.000			
Chi-square	19.204		Prob > chi2	0.000			
R-squared within	0.042		R-squared between	0.250			
*** $p < 0.01$ , ** $p < 0.05$ , * $p < 0.1$							

## Додаток Є

Таблиця Є.1 – Описові статистики для вхідних даних оцінки економічної, соціальної та інформаційної безпеки країни

Змінна		Середнє значення	Середньо-квадратичне відхилення	Мінімальне значення	Максимальне значення
A	1	2	3	4	5
<i>gdpс</i>	Загальне по вибірці значення – 1	12887.9	7484.808	918.5908	27447.78
	Значення між країнами – 2	7666.324	1094.663	24218.89	
	Значення між роками – 3	1505.654	8597.665	17332.69	
<i>infl</i>	1	3.727943	5.179152	-1.5448	48.69986
	2	3.336108	1.829418	13.47922	
	3	4.079717	-9.99023	38.94859	
<i>fdii</i>	1	5.86E+09	1.39E+10	-6.47E+10	9.22E+10
	2	6.06E+09	9.50E+08	1.86E+10	
	3	1.26E+10	-7.75E+10	7.94E+10	
<i>fdio</i>	1	2.80E+09	1.34E+10	-6.85E+10	9.19E+10
	2	4.77E+09	2.43E+08	1.61E+10	
	3	1.26E+10	-8.18E+10	7.87E+10	
<i>govdebt</i>	1	40.45489	21.02456	1.402547	83.12909
	2	17.73557	6.80109	70.58314	
	3	12.37118	8.38682	77.02215	
<i>govlend</i>	1	-2.66242	2.616466	-14.6	2.9
	2	1.177097	-3.86	0.153333	
	3	2.36191	-13.9558	1.537576	
<i>corrupt</i>	1	0.325655	0.548031	-1.132	1.542
	2	0.556876	-0.8966	1.274533	
	3	0.129227	-0.03721	0.604388	
<i>govef</i>	1	0.607952	0.517538	-0.83384	1.191938
	2	0.526697	-0.53053	1.086467	
	3	0.118814	0.259498	0.876488	
<i>regqual</i>	1	0.816994	0.503585	-0.62882	1.698142
	2	0.511657	-0.44986	1.529777	

	3	0.118965	0.596265	1.216854	
<i>exp</i>	1	61.15461	18.39463	24.53522	96.3755
	2	17.52744	34.80642	86.19067	
	3	7.574739	42.40804	73.92669	
<i>imp</i>	1	61.88797	14.91267	32.44922	94.48357
	2	14.61413	40.59441	84.85252	
	3	5.200646	44.78674	73.12506	
<i>patap</i>	1	879.8697	1137.424	20	4676
	2	1145.062	41.8	3505.933	
	3	307.4002	-598.064	2049.936	

## Продовження таблиці Є.1

A	1	2	3	4	5
<i>rdexp</i>	1	1.026901	0.506203	0.38225	2.5801
	2	0.47534	0.471235	1.984671	
	3	0.222669	0.454521	1.881573	
<i>res</i>	1	2342.063	970.0108	790.688	4854.567
	2	886.9841	909.653	3896.667	
	3	470.4688	1078.51	5758.239	
<i>tradm</i>	1	9579.328	8562.363	2152	40799
	2	8649.364	3075.933	31540	
	3	2211.09	1592.328	18838.33	
<i>enint</i>	1	5.900628	2.811414	3.483	18.07501
	2	2.798665	4.187462	13.94309	
	3	0.860321	3.750735	10.03254	
<i>enus</i>	1	2813.612	789.8449	1591.668	4623.279
	2	802.1256	1709.025	4155.79	
	3	188.0806	2306.8	3281.1	
<i>renenc~s</i>	1	18.52772	9.977366	1.251231	40.36562
	2	9.912349	3.149986	36.98444	
	3	3.11139	10.74879	23.66047	
<i>edb</i>	1	68.62586	8.818524	37.72728	80.95864
	2	7.031021	51.02818	77.56245	
	3	5.705364	55.32495	86.67154	
<i>gini</i>	1	30.70071	4.411274	23.7	39.92
	2	4.377931	24.85213	36.5168	
	3	1.388959	27.46824	35.53251	
<i>incsh_h</i>	1	23.90118	2.471701	19.164	30
	2	2.294273	20.7622	27.2616	
	3	1.137961	21.13958	28.46765	
<i>incsh_l</i>	1	2.982436	0.781195	1.5	4.5
	2	0.787293	1.733333	4.186667	
	3	0.208202	2.445503	3.445503	
<i>labforc</i>	1	56.99467	3.281606	49.98	63.83
	2	3.148724	52.16333	61.588	
	3	1.304159	53.94134	61.15867	
<i>unempl</i>	1	8.667697	3.578448	2.01	19.48

	2	2.176967	5.441333	12.17933	
	3	2.910441	2.868364	17.69503	
<i>vempl</i>	1	13.19673	6.754594	4.54	33.85
	2	6.754653	5.437333	29.816	
	3	1.973335	6.470727	19.74739	

Продовження таблиці Є.1

A	1	2	3	4	5
<i>lprodu~v</i>	1	63931.57	13389.27	26446.62	84681.48
	2	12786.93	30283.04	77008.25	
	3	5452.032	49521.29	79995.27	
<i>tiniz</i>	1	20.52606	4.304421	11.7	31
	2	4.230977	12.74	25.92	
	3	1.467997	17.70606	26.18606	
<i>hdi</i>	1	0.838606	0.037919	0.739	0.917
	2	0.035353	0.760733	0.8918	
	3	0.017166	0.796939	0.872739	
<i>adrate</i>	1	24.78209	3.683423	16.267	32.302
	2	2.919225	18.8236	28.16573	
	3	2.402749	20.11436	31.10736	
<i>pop65</i>	1	2061045	2281131	226994	7508668
	2	2374517	241161.1	7263674	
	3	215750.8	1422769	3309988	
<i>brate</i>	1	10.18541	0.710709	8.1	12
	2	0.469602	9.392867	10.98	
	3	0.550824	8.058746	11.35875	
<i>drate</i>	1	12.10845	1.937	9.1	16.6
	2	1.979589	9.4	15.19333	
	3	0.40954	11.32979	13.51512	
<i>popgr</i>	1	-0.32952	0.57537	-2.258	0.904
	2	0.522552	-1.26313	0.3034	
	3	0.285133	-1.32438	0.668618	
<i>edexp</i>	1	4.691642	0.835931	2.924	7.318
	2	0.720927	3.389867	6.061133	
	3	0.472666	3.640509	6.529709	
<i>hexp</i>	1	980.1088	478.0596	116.331	2247.259
	2	456.7204	201.6961	1953.468	
	3	194.3046	399.8873	1599.523	
<i>hospbed</i>	1	6.411479	1.080685	4.401	9.4
	2	1.016558	4.5834	8.2356	
	3	0.471917	5.092879	7.990346	
<i>army</i>	1	1.022345	0.444521	0.408	2.685
	2	0.414487	0.4806	1.870133	
	3	0.201159	0.474412	1.876012	
<i>homic</i>	1	2.681182	2.302093	0.481	11.124
	2	2.204318	0.722	6.836333	



	3	0.924884	0.065382	6.968848	
<i>polsta~l</i>	1	0.542564	0.624874	-2.021	1.148
	2	0.591873	-1.12333	0.998933	
	3	0.264686	-0.3551	1.707897	

Продовження таблиці Є.1

<i>ecom</i>	1	0.933879	1.50438	0.03	8.59
	2	1.192308	0.115333	4.024	
	3	0.981284	-1.99012	5.499879	
<i>egov</i>	1	0.657758	0.079888	0.5	0.9
	2	0.061228	0.566667	0.789333	
	3	0.054345	0.539091	0.821091	
<i>epart</i>	1	0.455394	0.244893	0.05	0.96
	2	0.124799	0.311333	0.762667	
	3	0.213839	-0.00594	0.918061	
<i>fbs</i>	1	1911851	1959535	60770	7851422
	2	1769955	345543.8	5995463	
	3	987151	-3138453	4415742	
<i>fts</i>	1	3069339	3453545	227616	1.32E+07
	2	3451797	427122.5	1.06E+07	
	3	1014493	-3299487	6357641	
<i>ictgexp</i>	1	7.678182	6.252891	0.51	26
	2	5.992497	0.936	18.03467	
	3	2.500824	0.823515	15.64351	
<i>ictgimp</i>	1	8.623636	4.503256	1.9	21.2
	2	4.412757	3.742	16.034	
	3	1.57136	3.519636	13.78964	
<i>ictsexp</i>	1	8.225273	4.336728	1.5	19.7
	2	2.996992	3.790667	14.62533	
	3	3.254535	0.225273	18.22527	
<i>intuser</i>	1	62.75733	17.86362	3.75	89.53
	2	12.5718	34.006	78.00667	
	3	13.21176	30.29133	97.34133	
<i>mobss</i>	1	1.54E+07	1.82E+07	1445300	6.25E+07
	2	1.87E+07	1789696	5.46E+07	
	3	3323889	-9168814	2.47E+07	
<i>ictempl</i>	1	2.457991	0.768871	1.25	4.52
	2	0.654045	1.547231	3.554667	
	3	0.447108	1.177991	4.317991	
<i>ictsect</i>	1	4.113273	2.049042	1.93	17.56
	2	1.298634	2.528	6.866667	
	3	1.629751	1.146606	14.80661	
<i>pressfr</i>	1	16.74588	9.705494	0.5	46.83
	2	6.865967	7.694667	33.188	
	3	7.146985	1.509212	30.40854	
<i>secint</i>	1	64572.32	150117.3	325.7974	954351
	2	59568.63	9547.135	188402	
	3	138887.4	-119802	830521.3	



## Результати факторного аналізу блоку соціальної безпеки

Factor	Variance	Difference	Proportion	Cumulative
Factor1	5.69127	1.52321	0.2846	0.2846
Factor2	4.16806	1.90344	0.2084	0.4930
Factor3	2.26463	0.16628	0.1132	0.6062
Factor4	2.09834	0.37203	0.1049	0.7111
Factor5	1.72632	.	0.0863	0.7974

Factor analysis/correlation  
Method: principal-component factors  
Rotation: orthogonal varimax (kaiser off)

Number of obs = 165  
Retained factors = 5  
Number of params = 90

LR test: independent vs. saturated:  $\chi^2(190) = 4062.83$  Prob> $\chi^2 = 0.0000$

Rotated factor loadings (pattern matrix) and unique variances

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Uniqueness
gini	0.0783	0.9607	-0.0515	0.0628	0.0171	0.0641
incsh_h	0.1215	0.9050	-0.0348	-0.0436	-0.0709	0.1581
incsh_l	-0.0979	0.9405	0.0579	0.1191	0.0778	0.0824
labforc	0.3637	0.0053	0.2201	0.2392	0.7490	0.2010
unempl	0.0267	0.2469	0.5154	-0.5362	0.2366	0.3292
vempl	0.2922	0.1352	0.1814	0.8271	0.0656	0.1750
lproductv	0.9541	0.0483	0.0830	-0.0025	-0.0063	0.0805
tiniz	0.1446	0.0276	0.7991	0.1508	0.2020	0.2763
hdi	0.8680	0.1424	0.2862	0.0714	0.1863	0.1046
adrate	-0.2498	0.2350	-0.7259	-0.2255	0.1978	0.2655
pop65	0.7360	-0.2796	0.0492	0.4004	0.0488	0.2150
brate	-0.0161	0.0686	-0.0713	-0.0693	0.8987	0.1775
drate	0.6970	0.3942	-0.3385	-0.2761	0.1369	0.1493
popgr	-0.3837	-0.7114	0.1274	0.3317	-0.1618	0.1942
edexp	-0.4204	0.3556	0.2170	0.5423	0.1567	0.3311
hexp	0.8426	0.3754	0.1840	0.0680	0.0983	0.1009
hospbed	-0.7550	-0.0387	-0.2735	-0.0716	0.0126	0.3484
army	-0.2005	-0.4767	0.4479	-0.3453	-0.2024	0.3718
homic	0.5739	0.3355	-0.3171	-0.4397	-0.2156	0.2177
polstav_viol	0.8332	-0.1755	-0.2469	0.0547	0.0472	0.2088

Рисунок Ж.1 – Результати факторного аналізу блоку соціальної безпеки після ротації: вижимка з програми STATA/SE 11.1

Factor analysis/correlation  
 Method: principal-component factors  
 Rotation: orthogonal varimax (Kaiser off)

Number of obs = 165  
 Retained factors = 3  
 Number of params = 39

Factor	Variance	Difference	Proportion	Cumulative
Factor1	3.98664	0.30296	0.2848	0.2848
Factor2	3.68368	1.10142	0.2631	0.5479
Factor3	2.58226	.	0.1844	0.7323

LR test: independent vs. saturated:  $\chi^2(91) = 2542.18$  Prob> $\chi^2 = 0.0000$

Rotated factor loadings (pattern matrix) and unique variances

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Uniqueness
ecom	0.8572	0.3192	0.1703	0.1343
egov	-0.0330	0.8485	-0.0304	0.2780
epart	0.1921	0.8317	-0.1135	0.2585
fbs	0.9285	0.0580	0.1265	0.1185
fts	0.7134	-0.5318	-0.0246	0.2076
ictgexp	0.1366	-0.1066	0.8931	0.1724
ictgimp	0.1327	0.0903	0.9225	0.1233
ictsexp	0.4602	0.4524	0.3631	0.4517
intuser	-0.1044	0.8475	0.1691	0.2422
mobss	0.9087	-0.2612	0.0963	0.0967
ictempl	-0.0206	0.6718	0.6467	0.1301
ictsect	0.2754	0.1247	0.4803	0.6779
pressfr	0.5095	0.3273	-0.1854	0.5989
secint	0.6498	0.5471	0.1461	0.2571

Рисунок Ж.2 – Результати факторного аналізу блоку інформаційної безпеки після ротації: вижимка з програми STATA/SE 11.1