

УДК 338.1; 330.34/.35; 338.26/.27; 338.12, 338
УКПП
№ державної реєстрації 0122U000772
Інв. №

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

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

_____ А.М.Чорноус

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
Коопетиція «бізнес – освіта – наука»: інституційно-економічні моделі
трансферу інновацій для національної безпеки та сталого розвитку

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ЗАСАД КООПЕТИЦІЙНОЇ
ВЗАЄМОДІЇ В СФЕРІ ТРАНСФЕРУ ІННОВАЦІЙ: МЕТОДОЛОГІЯ,
СВІТОВИЙ ДОСВІД, ЕМПІРИЧНИЙ АНАЛІЗ
(проміжний)

Керівник НДР
канд. екон. наук, доц.

Т.М. Майборода

2022

Рукопис закінчено 21 грудня 2022 р.

Результати роботи розглянуто науковою радою СумДУ, протокол від 22 грудня 2022 р. № 7

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР старший науковий співробітник, канд. екон. наук, доц.	21.12.2022	Т.М. Майборода (вступ, підрозділ 1.1, висновки)
Відповідальний виконавець старший науковий співробітник, канд. екон. наук	21.12.2022	А.В. Самойлікова (підрозділи 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.4)
Провідний науковий співробітник, докт. екон. наук, проф.	21.12.2022	Г.О. Швіндіна (вступ, висновки)
Провідний науковий співробітник, докт. екон. наук, проф.	21.12.2022	О.В. Шкарупа (підрозділ 1.2)
Виконавець за договором підряду, канд. техн. наук., доц.	21.12.2022	А.Є. Артюхов (підрозділ 2.5)
Виконавець за договором підряду, канд. екон. наук, доц.	21.12.2022	В.В. Койбічук (підрозділи 1.1, 1.2, 1.3)
Виконавець за договором підряду, канд. екон. наук, доц.	21.12.2022	О.А. Криклій (підрозділ 1.1)
Виконавець за договором підряду, канд. екон. наук, доц.	21.12.2022	І.Б. Дегтярьова (підрозділ 1.2)
Виконавець за договором підряду, канд. екон. наук, доц.	21.12.2022	Ю.А. Опанасюк (підрозділ 1.2)
Виконавець за договором підряду, канд. екон. наук	21.12.2022	А.С. Воронцова (підрозділ 1.1)
Виконавець за договором підряду, аспірант	21.12.2022	О.В. Скринник (підрозділ 1.1)

Виконавець за договором
підряду, студент

21.12.2022

М.М. Габенко
(підрозділ 1.2, 1.3)

Виконавець за договором
підряду, студент

21.12.2022

В.В. Герасименко
(підрозділ 1.1, 2.3)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 96 с., 20 табл., 40 рис., 66 джерел, 3 додатки.

КООПЕТИЦІЙНА ВЗАЄМОДІЯ, КООПЕТИЦІЯ, МОДЕЛЮВАННЯ РЕАКЦІЙ, СИСТЕМА «БІЗНЕС–ОСВІТА–НАУКА», СТАЛИЙ РОЗВИТОК, ТРАНСФЕР ІННОВАЦІЙ

Об’єкт дослідження – система коопетиційної взаємодії між бізнесом та освітньо-науковою спільнотою в процесі створення та трансферу інновацій, їх матеріалізації та комерціалізації в реальному секторі економіки для нівелювання загроз національній безпеці та забезпечення сталого розвитку.

Мета роботи полягає у розробленні фундаментальних засад нової теорії коопетиційної акселерації ефективного трансферу інновацій для переходу до економіки знань на основі моделювання мультиаспектних відносин та коопетиційної взаємодії в системі «бізнес – освіта – наука» задля національної безпеки та сталого розвитку.

Методи дослідження: бібліометричний, аналітичний, графічний, компаративний, статистичний, факторний, кластерний, регресійний та кореляційний аналіз; моделювання; метод Уорда; тести Шапіро-Вілка, Грейнджера, Кайзера-Майєра-Олкіна та Бартлетта; діаграма Санкі. Використано інструментарій Google Trends, VosViewer, Bibliometrix, мови програмування R, STATA, Statgraphics Centurion.

Результатом роботи є сформовані кластери міждисциплінарних досліджень, знайдені їх точки перетину та альтернативи розвитку; проаналізовані існуючі проблемні вузли трансферу інновацій та коопетиційної акселерації у системі «бізнес-освіта-наука»; виявлені казуальні зв’язки та реакції з урахуванням конгруентності цілей сталого розвитку; модель оцінки впливу коопетиції «бізнес – освіта – наука» на сталий розвиток; удосконалені методологічні підходи до ідентифікації технологічних розривів, визначення сценаріїв керування та тригерів підвищення ступеня керованості трансфером інновацій; модель оцінки впровадження нових наукових продуктів.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ, МЕТОДИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ТА ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ КООПЕТИЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ «БІЗНЕС – ОСВІТА – НАУКА»	9
1.1 Формування кластерів і тенденцій міждисциплінарних досліджень з коопетиційної взаємодії, трансферу інновацій і сталого розвитку	9
1.2 Компаративний динамічний аналіз розвитку коопетиції «бізнес – освіта – наука»: вітчизняний і світовий досвід	23
1.3 Кластеризація країн за ефективністю зайнятості населення у високотехнологічних та наукомістких сферах бізнесу	32
2 НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЯВЛЕННЯ РЕАКЦІЙ, ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗРИВІВ І ТРИГЕРІВ В СИСТЕМІ «БІЗНЕС – ОСВІТА – НАУКА» З УРАХУВАННЯМ КОНГРУЕНТНОСТІ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	43
2.1 Методологічні підходи до виявлення прямих та зворотних реакцій, і казуальних зв’язків в системі «бізнес-освіта-наука» з урахуванням рівня детінізації економіки для сталого розвитку країни	43
2.2 Формалізація та оцінка впливу коопетиції «бізнес – освіта – наука» на сталий розвиток	50
2.3 З’ясування тригерів в системі «бізнес – освіта – наука» на основі багатофакторного аналізу та множинної регресії	53
2.4 Методологія визначення технологічних розривів та критичних точок на основі MAR-splines	62
2.5 Факторний аналіз, тригери покращення керованості системи та сценарії реалізації процесу трансферу інновацій	69
ВИСНОВКИ.....	82
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	84
ДОДАТКИ.....	91

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. В реаліях сьогодення втрата наукового потенціалу, міграція вчених, зменшення інноваційної активності, недостатній рівень проривних технологій та вплив інших негативних факторів ставить під загрозу питання інноваційного розвитку, сталого розвитку, національної безпеки та стійкості країни. Тим більш, в Україні порівняно з іншими країнами Європи та світу, індикатори рівнів сталого та інноваційного розвитку не є високими. Це актуалізує проблематику обґрунтування концептуальних та методологічних засад коопетиційної взаємодії між бізнесом, освітніми та науковими інституціями, що має суттєвий потенціал у створенні принципово нового ландшафту для трансферу інновацій.

Не зважаючи на наявний науковий доробок вітчизняних та іноземних вчених з питань коопетиції бізнесу, освіти та науки, фундаментальні засади коопетиційної взаємодії в сфері трансферу інновацій досліджені фрагментарно, подальшого розвитку та вдосконалення потребують методологічні підходи, що базуватимуться на емпіричному аналізі світового досвіду, виявленні існуючих проблем і причинно-наслідкових зв'язків в системі «бізнес – освіта – наука», та тригерів покращення керованості процесом трансферу інновацій загалом.

Предметом дослідження є методологічні та методичні засади формування теорії коопетиційної акселерації в системі «бізнес – освіта – наука» як фундаментального концепту формування інституційних коридорів для подолання інноваційних розривів, трансферу знань та технологій.

Об'єктом дослідження є система коопетиційної взаємодії між бізнесом та освітньо-науковою спільнотою в процесі створення та трансферу інновацій, їх матеріалізації та комерціалізації в реальному секторі економіки для нівелювання загроз національній безпеці та забезпечення сталого розвитку.

Мета роботи полягає у розробленні фундаментальних засад нової теорії коопетиційної акселерації ефективного трансферу інновацій для переходу до

економіки знань на основі моделювання мультиаспектних відносин та коопетиційної взаємодії в системі «бізнес – освіта – наука» задля національної безпеки та сталого розвитку.

Методами дослідження є: бібліометричний, аналітичний, графічний, компаративний, статистичний, факторний, кластерний, регресійний та кореляційний аналіз; моделювання; метод Уорда; тести Шапіро-Вілка, Грейнджера, Кайзера-Майєра-Олкіна та Бартлетта; діаграма Санкі. Використано інструментарій Google Trends, VosViewer, Bibliometrix, мови програмування R, STATA, Statgraphics Centurion.

Основними завданнями, які визначені на етапі дослідження фундаментальних засад коопетиційної взаємодії в сфері трансферу інновацій (методологія, світовий досвід, емпіричний аналіз), є наступні:

- дослідити методологічні засади, методичний інструментарій та підходи до формування коопетиційної взаємодії елементів системи «бізнес–освіта–наука» в процесі трансферу інновацій для національної безпеки та сталого розвитку;

- проаналізувати існуючі проблемні вузли трансферу інновацій та коопетиційної акселерації з урахуванням відкритості системи «бізнес–освіта–наука» до інновацій;

- виявити закономірності прямих та зворотних реакцій в коопетиційній взаємодії «бізнес–освіта–наука» з урахуванням конгруентності цілей сталого розвитку;

- сформулювати методологічні засади ідентифікації технологічних розривів та розробити науково-методичні підходи до визначення базових тригерів підвищення ступеня керованості процесом трансферу інновацій.

Результати роботи та їх новизна. За результатами роботи було:

- удосконалено методологічні засади формування коопетиційної взаємодії в системі «бізнес–освіта–наука» в процесі трансферу інновацій для національної безпеки та сталого розвитку, що на відміну від існуючих базуються на поєднанні бібліометричного аналізу попередніх досліджень (з

використанням VosViewer, Bibliometrix та мови програмування R) та аналітичного аналізу (Google Trends). Це дозволило сформувати кластери міждисциплінарних досліджень, знайти точки перетину та альтернативи розвитку;

– удосконалено методологічний підхід до аналізу існуючих проблемних вузлів трансферу інновацій та коопетиційної акселерації з урахуванням відкритості системи «бізнес – освіта – наука», що відрізняється від існуючих поєднанням компаративного, статистичного та кластерного аналізу за методом Уорда. Це дозволило визначити тригери та потенційні можливості підвищення трансферу інновацій та коопетиційної акселерації;

– уперше виявлені закономірності прямих та зворотних реакцій, встановленні казуальні зв'язки в коопетиційній взаємодії «бізнес – освіта – наука» з урахуванням конгруентності цілей сталого розвитку, що на відміну від існуючих формалізовані за допомогою економетричних моделей на основі множинної регресії, векторної авторегресії, факторного аналізу, тестувань Кайзера-Майєра-Олкіна, Бартлетта, Грейнджера. Оцінено вплив коопетиції «бізнес – освіта – наука» на сталий розвиток на основі регресійної моделі системної динамічної оцінки панельних даних;

– удосконалено методологічні засади ідентифікації технологічних розривів та визначення тригерів підвищення ступеня керованості трансфером інновацій на основі моделювання та багатофакторного аналізу, що відрізняється від існуючих визначенням критичних точок та точок розриву за допомогою MAR-splines, сценаріїв керування процесом трансферу інновацій. Запропоновано комбіновану модель SPACE-RL оцінки впровадження нових наукових продуктів з огляду на зовнішні та внутрішні фактори впливу. Це дозволило знизити ризики інноваційної діяльності на прогностичній основі.

1 МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ, МЕТОДИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ТА ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ КООПЕТИЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ «БІЗНЕС – ОСВІТА – НАУКА»

1.1 Формування кластерів і тенденцій міждисциплінарних досліджень з коопетиційної взаємодії, трансферу інновацій і сталого розвитку

Одним із головних мейнстрімів сьогодення є досягнення цілей сталого розвитку, що є важливим для кожної країни та нації, для кожної економіки та бізнес-структури, для установ та організацій, для кожної сім'ї та людини й для людства загалом. На цьому шляху коопетиція «бізнес – освіта – наука» та трансфер інновацій є важливими рушійними силами, джерелами потенційних конкурентних переваг і передумовами одержання соціально-економічних ефектів.

Більше того, четверта ціль сталого розвитку проголошує курс на якісну освіту та навчання впродовж життя. Восьма ціль сталого розвитку – це стійке та інклюзивне економічне зростання, підприємництво та інновації. І дев'ята ціль сталого розвитку передбачає сталу та інклюзивну індустріалізацію та інновації, наукові дослідження, модернізацію технологічних можливостей промисловості, розширення доступу до інформаційних та комунікаційних технологій, сприяння збільшенню витрат на дослідження та розробки, а також кількості наукових працівників [1, 2]. Досягнення всіх цих цілей потребує тісної взаємодії бізнесу, освіти та науки, швидкого трансферу інновацій. Водночас не всі країни світу демонструють достатній рівень як сталого розвитку, так і інноваційного розвитку. Наприклад, за Індексом сталого розвитку [3] Україна посіла лише 37 місце серед 163 країн (36 місце минулого року), і 49 місце серед 132 країн (45 місце минулого року) за Глобальним індексом інновацій [4].

Тому питання міждисциплінарних досліджень з коопетиційної взаємодії, трансферу інновацій і сталого розвитку, формування кластерів, виявлення точок перетину та альтернатив розвитку є актуальним і своєчасним.

Актуальність теми дослідження підтверджується і великою кількістю публікацій вчених світу. Так, у бібліографічно-реферативній базі даних Scopus [5], у базі даних Web of Science [6], де розміщено наукову літературу та патентні бази, було виявлено відповідно 26242679 та 114193 публікацій щодо освіти та бізнесу за 2017-2022 роки. І в програмному забезпеченні для керування бібліографічною інформацією Mendeley [7] – наукові статті та журнали за точною фразою «бізнес і освіта» за період з 2017 по 2022 роки.

Бібліометричний аналіз проводився за допомогою потужного сучасного програмного забезпечення Bibliometrix, мови програмування R та пакету RStudio [8] на вибірці перших 2000 публікацій із 2161 (за запитом «зв'язок між освітою та бізнесом») проіндексованих базою даних Scopus за період з 2017 по 2022 роки. У додатку А (табл. А1) наведено основні функції пакету Bibliometrix, які будуть використовуватися під час бібліометричного аналізу в цьому дослідженні.

На рисунку 1.1 побудовано трипольний графік (діаграму Санкі) по країнам, ключовим словам та року публікації цитованих посилань, щоб відобразити пропорцію тем досліджень у взаємозв'язку між освітою та бізнесом для кожної країни та «свіжість» цитованих статей.

Рисунок 1.2 відображає топ 30 джерел за кількістю опублікованих в них досліджень щодо взаємозв'язку між освітою та бізнесом. Для виявлення найкращих журналів як для публікації власних досліджень так і пошуку найбільш актуальної наукової інформації в розрізі інституційно-економічних моделей трансферу інновацій щодо освіти та бізнесу в умовах коопетиції було використано закон розсіювання Бредфорда [9].

Результати кластеризації джерел через закон розсіювання Бредфорда наведені в додатку Б, таблиці Б.1.

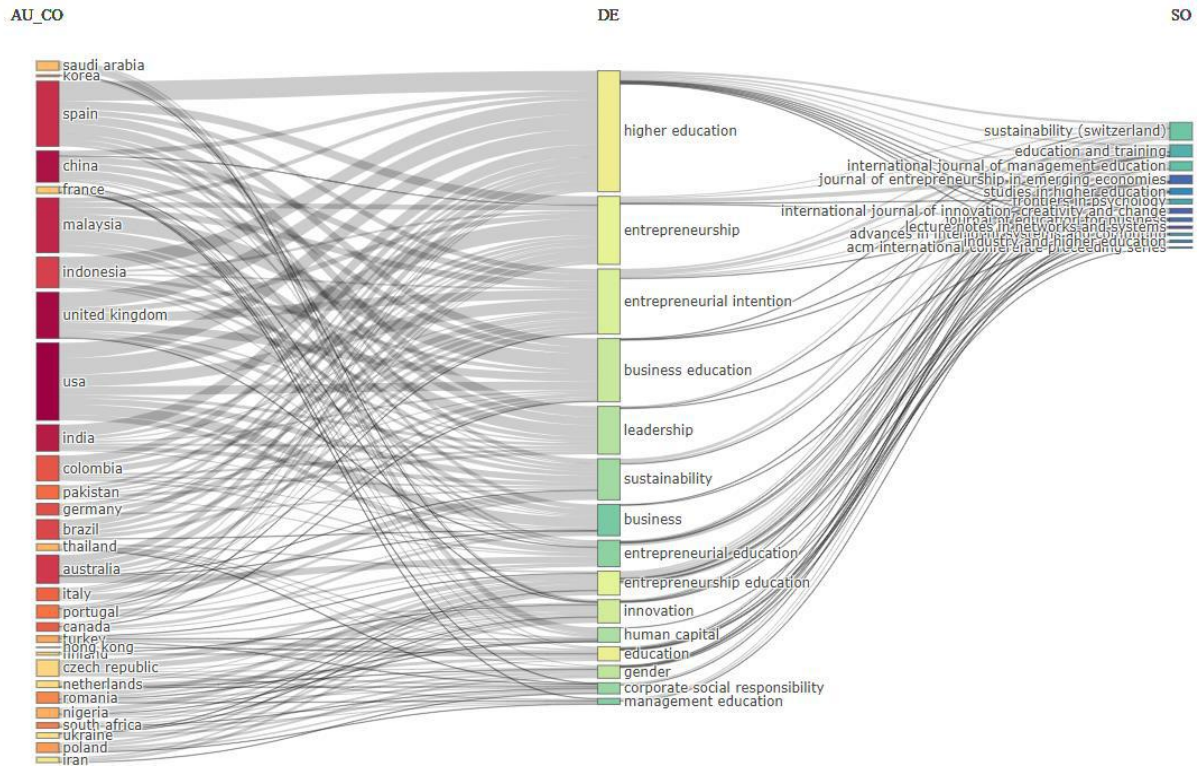


Рисунок 1.1 – Діаграма Санкі. Джерело: побудовано авторами засобами RStudio та програмного забезпечення Bibliometrix

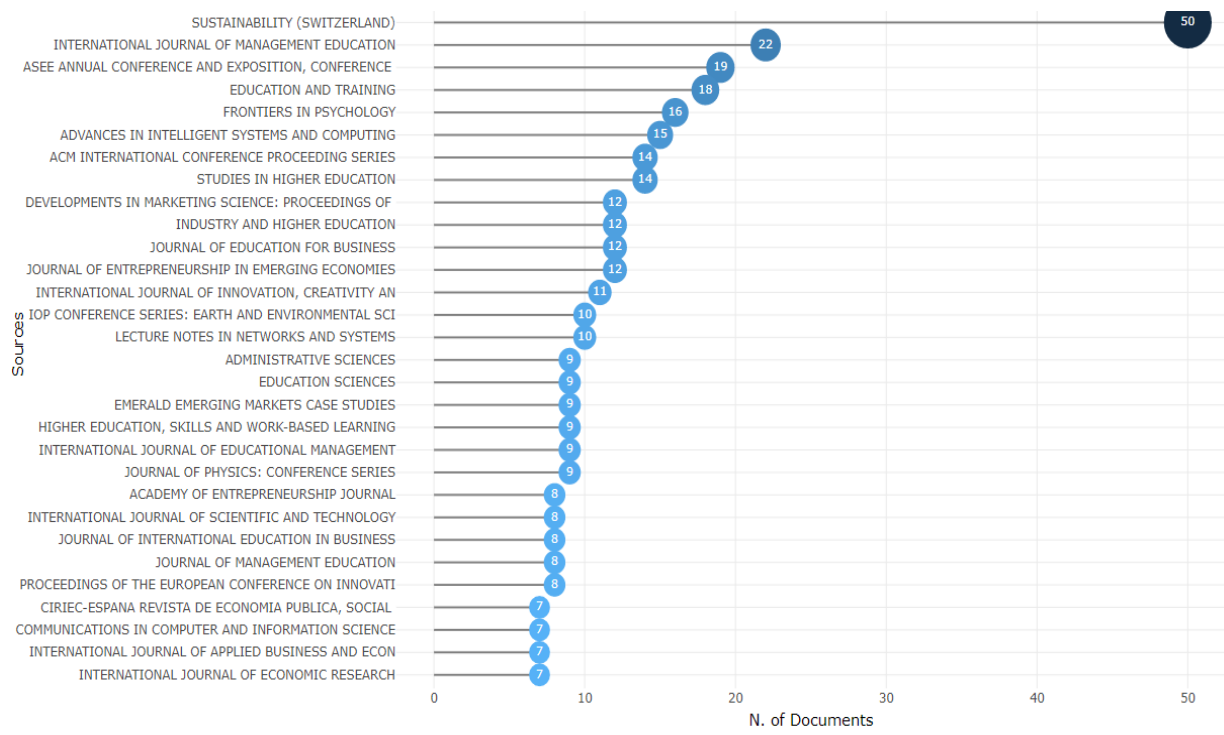


Рисунок 1.2 – Топ 30 журналів за кількістю опублікованих матеріалів у розрізі кореляції понять «освіта – бізнес». Джерело: побудовано авторами засобами RStudio та програмного забезпечення Bibliometrix

Одне з формулювань закону Бредфорда полягає в тому що, якщо журнали певної галузі за кількістю статей розділити на три зони (групи) таким чином, щоб в кожній зоні знаходилася одна третя всіх статей за кількістю публікацій в них, тоді кількість журналів кожної групи буде пропорційно визначатися за формулою:

$$1:n:n^2 \quad (1.1)$$

де n – кількість журналів у групі.

За формулою 1.1 та множника Бредфорда b_m можна визначити оптимальну кількість журналів, яку потрібно проаналізувати досліднику в напрямку своєї діяльності [9]. Тобто, якщо, наприклад, досліднику відома інформація про діяльність п'яти основних журналів своєї галузі дослідження, що разом опублікували 12 статей, які зацікавили дослідника, то для пошуку інших нових 12 статей досліднику потрібно переглянути вдвічі більше журналів, тобто множник Бредфорда $b_m = 10/5 = 2$. Тобто, для пошуку наступних нових статей досліднику потрібно проаналізувати у b_m разів більше журналів. Проаналізувавши 5, 10, 20, ..., 60, ... журналів дослідник усвідомлює, що йому немає потреби в подальшому аналізі, він виявив для своєї галузі дослідження топ релевантних журналів. Різні дослідники мають свою первинну базу основних журналів та мають різні множники Бредфорда, та визначають для себе основні галузі для публікацій.

Наступний індекс, за допомогою якого був проведений аналіз публікацій, це індекс Хірша, використовуваний для того, щоб отримати більш адекватну оцінку наукової продуктивності, ніж можуть дати такі прості характеристики, як загальна кількість публікацій або загальне число цитувань [10]. Результати аналізу Source Local Impact за індексом Гірша представлений на рисунку 1.3.

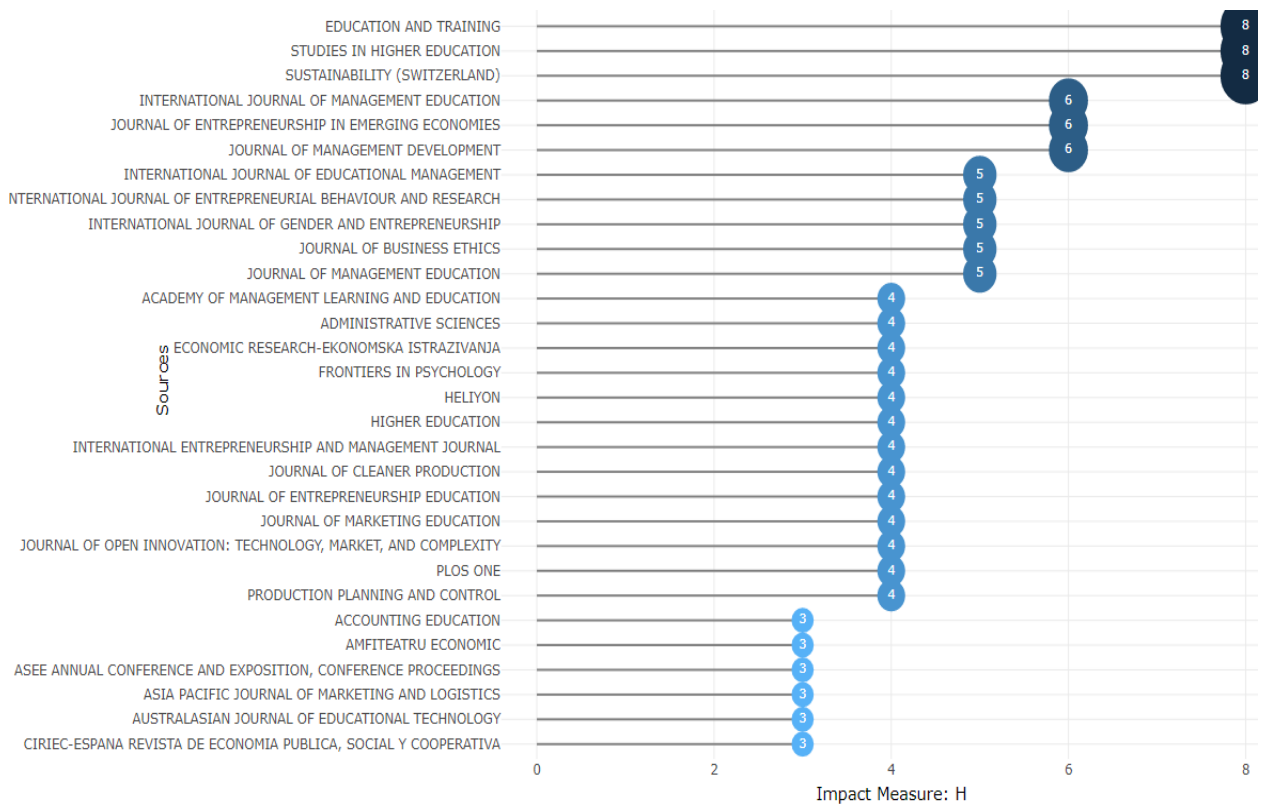


Рисунок 1.3 – Source Local Impact за індексом Гірша. Джерело: побудовано авторами засобами RStudio та програмного забезпечення Bibliometrix

Ще один індекс, який використовується для аналізу, – індекс Джині. Індекс Джині при аналізі бібліометрії вимірює розподіл конкретного ресурсу серед певної сукупності. Коефіцієнт коливається від 0 до 1, де 0 означає повну рівність серед осіб у вибірці, а 1 означає повну нерівність, або 1 особа володіє всіма ресурсами в межах вибірки. Результат аналізу за індексом Джині представлений на рисунку 1.4.

Також на рисунку 1.5 зображені результати аналізу загального цитування цих журналів. Відповідно на рисунку 1.6 відображено перелік найбільш цитованих країн, у яких автори зазначали свої афіліації.

Крім того, аналіз ключових слів (рисунку 1.7) за частотою використання в 2000 зазначених раніше обраних публікаціях однозначно свідчить про релевантність статей до пошукового запиту по темі «бізнес та освіта».

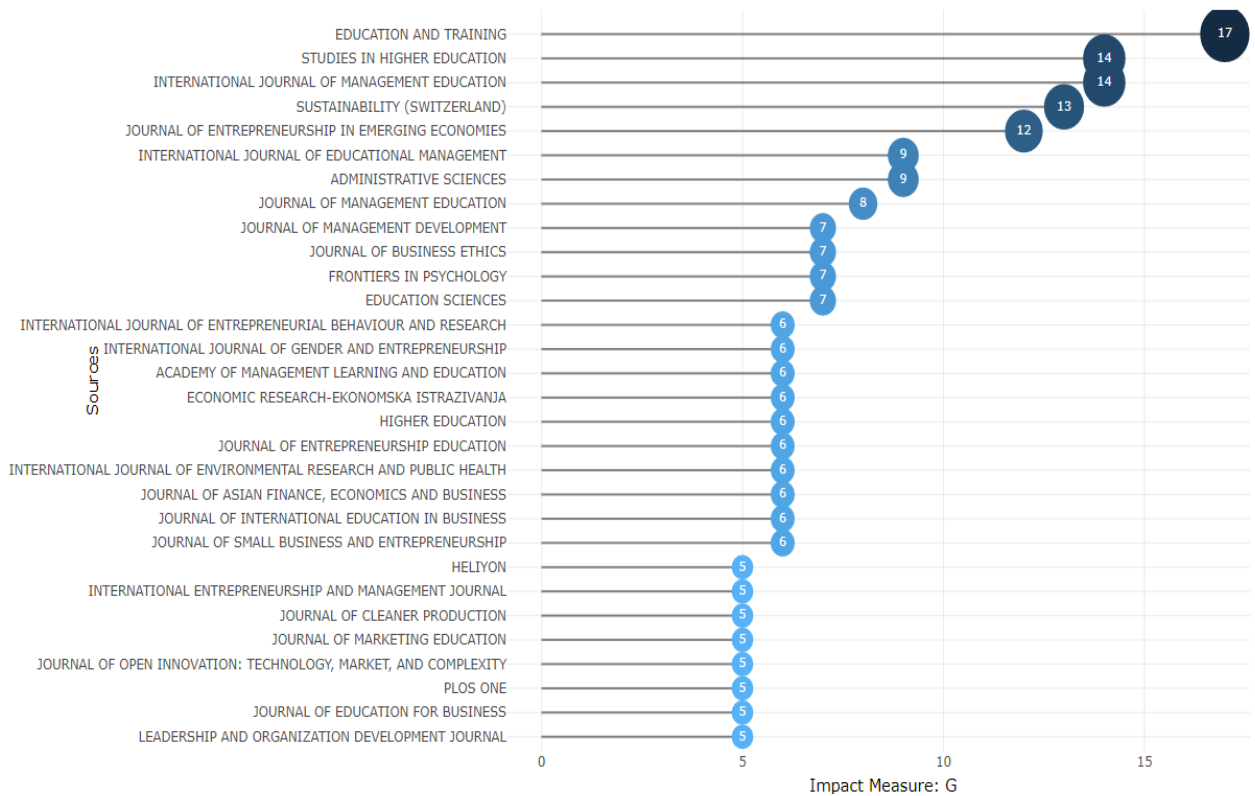


Рисунок 1.4 – Source Local Impact за індексом Джині. Джерело: побудовано авторами засобами RStudio та програмного забезпечення Bibliometrix

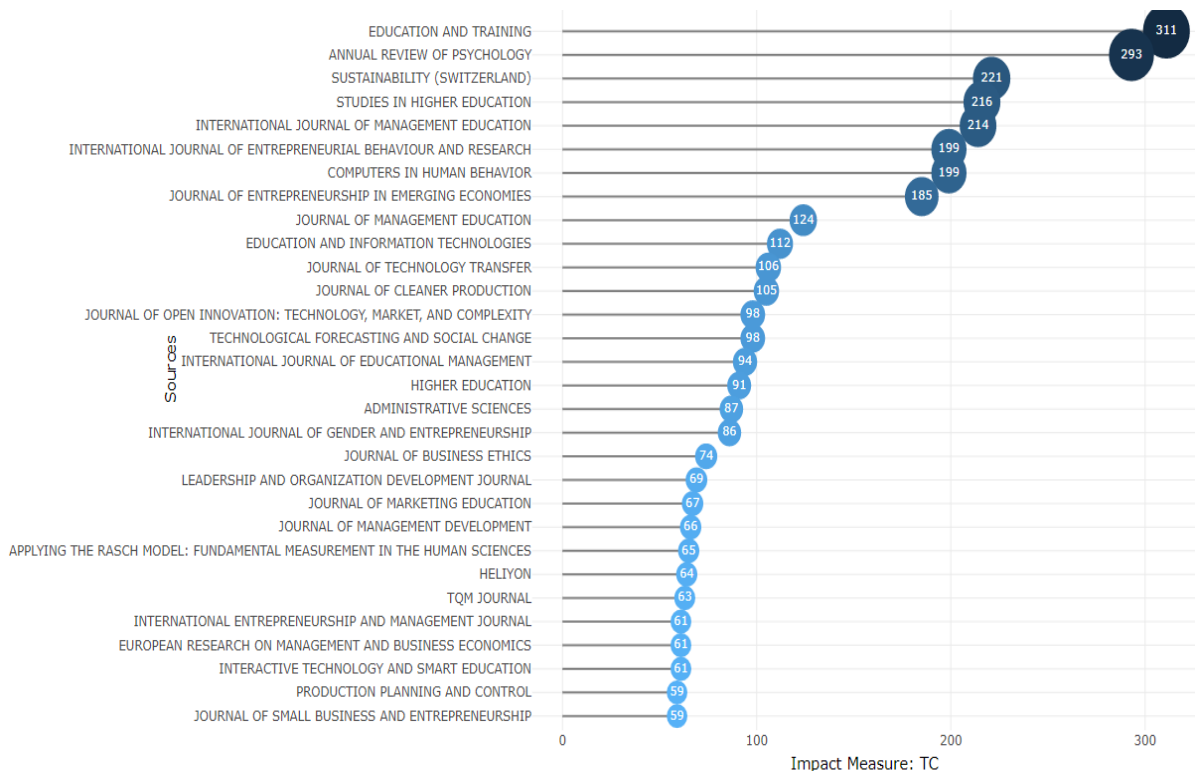


Рисунок 1.5 – Загальна кількість цитувань топ 30 журналів за тематикою взаємозв'язку між освітою та бізнесом. Джерело: побудовано авторами засобами RStudio та програмного забезпечення Bibliometrix

Частота використання ключових слів наведена у додатку В, таблиці В.3. Найбільш частовживані слова: освіта (education), людина (human), студенти (students), жінки (female), чоловіки (male) та люди (humans).

Проведений всібічний та комплексний бібліометричний аналіз підтверджує високий рівень кореляції понять якісної освіти та високоефективного бізнесу.

Варто зазначити, що питання про коопетицію «бізнес – освіта – наука» для сталого розвитку є досить новим в науці. Про це свідчить невелика кількість публікацій, проіндексованих у базі Scopus (лише шість у 2013-2021 роках згідно пошуковому запиту «business, and education and science and cooperation» за назвами статей, анотаціями, ключовими словами). Але багато аспектів міждисциплінарних досліджень з цього питання не є новими. Тому пошук інструментами бази даних Scopus за назвою статті, анотацією та ключовими словами має містити не лише вищевказаний запит, а й наступні:

- «cooperation and business, and science, and sustainable and development»;
- «cooperation, and business, and education, and sustainable and development»;
- «education, and business, and sustainable and development»;
- «business, and science, and sustainable and development»;
- “university, and business, and collaboration, and sustainable and development”;
- «education, and business, and partnership, and sustainable and development», тощо.

Сформована вибірка знайдених статей складається з 6035 документів за тридцять вісім років (1984-2021 роки) (рис. 1.8). Водночас, майже 60% статей про коопетицію «бізнес – освіта – наука» та трансфер інновацій для сталого розвитку були опубліковані та проіндексовані в базі даних Scopus лише за останні десять років (2012-2021 роки). Отже, питання про коопетицію «бізнес – освіта – наука» для сталого розвитку є особливо актуальним у наш час.

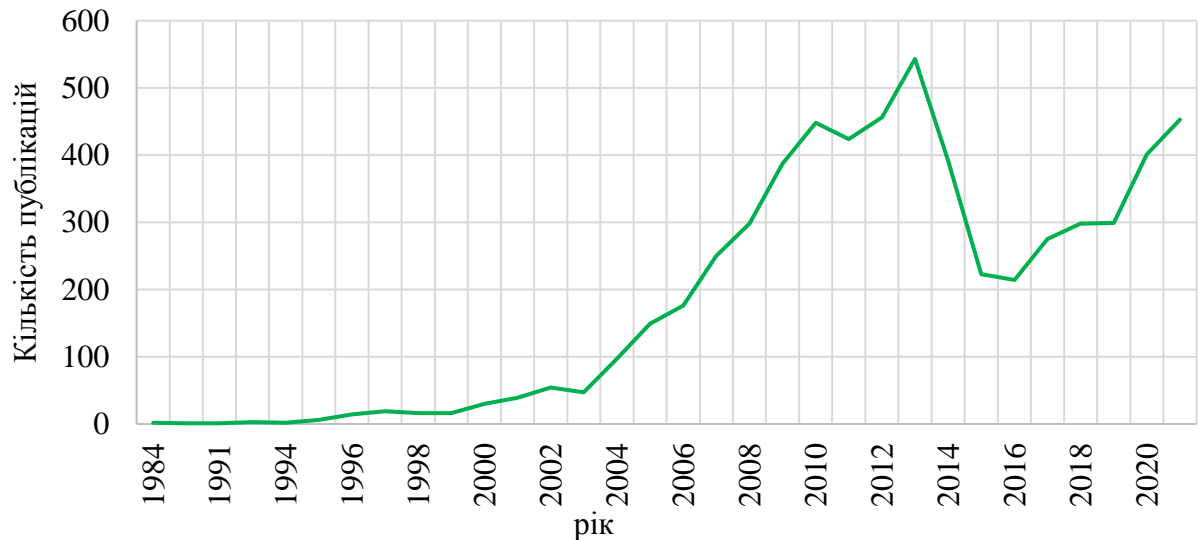


Рисунок 1.8 – Динаміка публікації статей про кооперацію «бізнес-освіта-наука» та трансфер інновацій для сталого розвитку. Джерело: побудовано авторами за допомогою засобів бази даних Scopus і програмного забезпечення Excel

Загалом графік показує позитивну динаміку публікації статей з даного дослідницького питання, але у 2014-2016 роках вона була негативною через рецесію (зростання курсу долара, ослаблення на ринках, що розвиваються, падіння цін на нафту та інші товари, різке уповільнення в інвестування бізнесу тощо). Крім того, в Україні велися військові дії, на глобальному рівні мали місце економічний спад, російська фінансова криза, бразильська економічна криза та інші глобальні виклики. Але з 2017 року тенденція змінилася, і вона досі залишається позитивною.

Для візуалізації ключових напрямків мультидисциплінарного дослідження коопетиції «бізнес-освіта-наука» для сталого розвитку був проведений бібліометричний аналіз за допомогою програмного забезпечення VosViewer. Мінімальна кількість входжень ключового слова була встановлена на рівні 20, і було вибрано 616 ключових слів. Результати бібліометричного аналізу наведено на рисунку 1.9.

адаптація, міський розвиток, партисипативний підхід, участь споживача та місцевого населення;

– кластер 3 (синій колір): вища освіта та заклади, університетський сектор, наукові дослідження, освіта для сталого розвитку, бізнес-освіта, підприємницька освіта, екологічна освіта, інженерія, соціальне підприємництво, розробка навчальних програм, розвиток освіти, лідерство, співпраця, корпоративна соціальна відповідальність;

– кластер 4 (жовтий колір): глобалізація, міжнародне співробітництво, організаційне та програмне управління, управління, охорона навколишнього середовища, громадське здоров'я, охорона здоров'я, люди, управління відходами, біотехнології, нанотехнології;

– кластер 5 (фіолетовий колір): енергоменеджмент, енергоефективність, відновлювана енергетика, житло, парниковий ефект;

– кластер 6 (світло-блакитний колір): якість життя, споживча поведінка, розвиток екотуризму, сталий туризм;

– кластер 7 (помаранчевий колір): інженерна екологія та екологічні норми.

Побудовані візуалізаційні карти, сформовані вищезазначені кластери та інші результати проведеного бібліометричного аналізу з використанням широкого спектру методичного та програмного інструментарію дали змогу побачити наявні взаємозв'язки міждисциплінарних досліджень, їх точки перетину та альтернативи розвитку.

Також варті уваги результати аналітичного аналізу загального суспільного інтересу до проблематики коопетиції «бізнес – освіта – наука», проведеного за допомогою інструментарію Google Trends, що дозволяє проаналізувати динаміку популярності, виявити тенденції зміни суспільного інтересу та з'ясувати його піки.

Так, аналітичний аналіз динаміки зміни інтересу був здійснений за трьома пошуковими запитами в їх порівнянні: «business» (позначено блакитним кольором), «education» (позначено червоним кольором) та

«science» (позначено помаранчевим кольором) по всьому світу, з 2004 по 2022 рік, за всіма сферами суспільних інтересів та за всіма категоріям веб-пошуку (новини, ютуб, картинки, товари тощо). Результати наведені на рисунку 1.10.

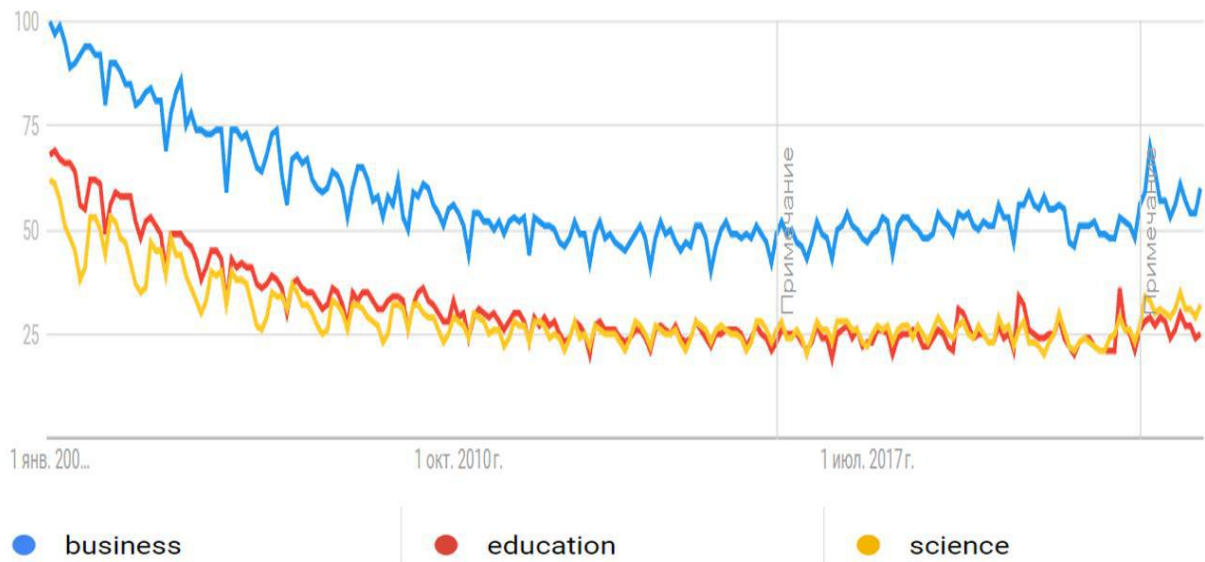


Рисунок 1.10 – Аналіз популярності пошукових запитів та суспільного інтересу до питань бізнесу, освіти і науки. Джерело: побудовано авторами за допомогою інструментарію Google Trends

Як видно з рисунку, зокрема, кривих і їх піків, тенденції щодо популярності всіх трьох пошукових запитів є подібними. Інтерес до питань бізнесу є вищим (більша кількість пошукових запитів – більше ніж на 50%), ніж до окремо взятих запитів щодо освіти і науки, їх обсяг є приблизно однаковим. З 2004 до 2010 року спостерігається спадна динаміка, з 2010 по 2020 – приблизно незмінна, а у 2019-2022 спостерігається зростання інтересу до досліджуваних питань серед користувачів мережі Інтернет, що можна пояснити впливом наслідків пандемії covid-19, її негативних наслідків і проблемних питань у всіх цих трьох секторах, пошуку можливостей їх вирішення в контексті цифровізації й відповідно електронної комерції, електронного навчання і т.д.

На рисунку 1.11-1.13 можна мапи популярності за пошуковими запитами «business» (блакитна заливка), «education» (червона заливка) та «science» (помаранчева заливка) за географічною ознакою (більш насичений колір відповідає більшій популярності пошукового запиту). Також наводяться приклади п'яти найбільш популярних запитів у користувачів мережі Інтернет за кожною дослідницькою категорією.



Рисунок 1.11 – Аналіз мапи популярності за географічною ознакою за пошуковим запитом «business». Джерело: побудовано авторами за допомогою інструментарію Google Trends

Наразі найвищий рівень інтересу за пошуковим запитом «business» має місце в Румунії, Італії, Німеччині, Нідерландах і Бразилії.

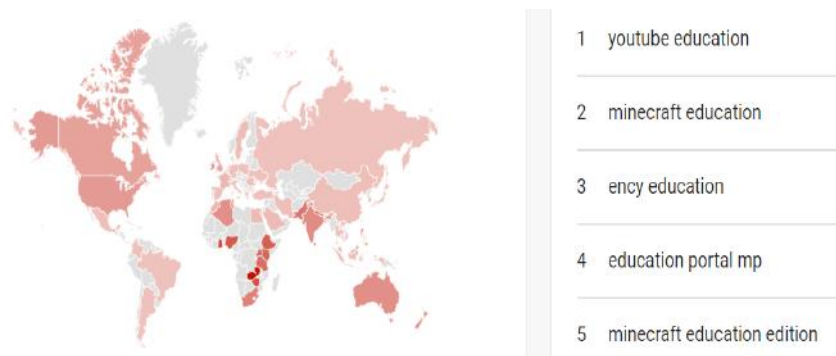


Рисунок 1.12 – Аналіз мапи популярності за географічною ознакою за пошуковим запитом «education». Джерело: побудовано авторами за допомогою інструментарію Google Trends

Найвищий рівень інтересу за пошуковим запитом «education» має місце в Бангладеш, Шрі-Ланці, Пакистані, Гані, Непалі.

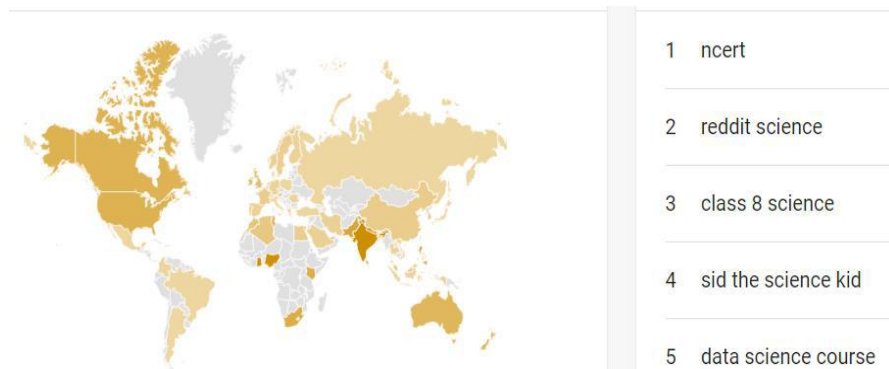


Рисунок 1.13 – Аналіз мапи популярності за географічною ознакою за пошуковим запитом «science». Джерело: побудовано авторами за допомогою інструментарію Google Trends

Відповідно найвищий рівень інтересу за пошуковим запитом «science» зафіксовано в Марокко, Індії, Ірані, Китаї та Корейській Республіці.

При цьому в Румунії частка запиту щодо бізнесу від загальної кількості запитів щодо бізнесу – освіти – науки становить 74%, щодо освіти – 12%, науки 14 %, у Німеччині: щодо бізнесу – 71%, щодо освіти – 10%, щодо науки – 19% тощо. Натомість, у Бангладеш частка запиту щодо бізнесу від загальної кількості запитів щодо бізнесу – освіти – науки становить 33%, щодо освіти – 45%, науки 22%, на Шрі-Ланці – 36%, 39% та 25% відповідно. У свою чергу, на прикладі країни за третім пошуковим напрямком, у Марокко частка запиту щодо бізнесу від загальної кількості запитів щодо бізнесу – освіти – науки становить 38%, щодо освіти – 22%, науки 40%, в Індії – 33%, 28% та 39% відповідно. На нашу думку, високі та низькі показники інтересу до того чи іншого дослідницького сектору в окремих країнах свідчать про стан розвитку того чи іншого сектору економіки, є впливом здійснюваних урядами стратегічних заходів і реформ чи навпаки обумовлені проблемними питаннями, що є на часі в тій чи іншій країні.

1.2 Компаративний динамічний аналіз розвитку коопетиції «бізнес – освіта – наука»: вітчизняний і світовий досвід

Сьогодні в світі, незважаючи на певний прогрес у досягненні Цілей 7 та 8 Декларації розвитку Тисячоліття, які є орієнтиром перетворень для сталого розвитку на глобальному рівні (напрацьовано понад 500 міжнародних угод та конвенцій, розроблені стандарти управління інноваційними проектами тощо), залишаються невідпрацьованими економічні механізми створення ефективного трансферу інновацій, їх масштабування, обміну кращими практиками їх впровадження, стимулювання дифузії інновацій.

При неправильному управлінні в сфері конкуренції між освітньо-науковим та підприємницьким середовищем за проривні ідеї та розробки створюються природні бар'єри для трансферу інновацій, які посилюють існуючі «інноваційні розриви» на макрорівні, що гальмує перехід від сировинної економіки до економіки знань.

Щодо наукових продуктів, то в цьому напрямку університети мають більш жорсткі правила конкуренції, бо окрім інших навчальних закладів і наукових установ на цьому ринку знаходиться бізнес, який несприйнятливий ні до чого, окрім показників соціально-економічної ефективності і ризиків її недосягнення. На шляху від ідеї до її комерціалізації слід виокремити ряд існуючі проблемні вузли трансферу інновацій та коопетиційної акселерації з урахуванням відкритості системи «бізнес-освіта-наука» до інновацій:

- відсутність спільної мови між авторами винаходу та інвесторами, бо автори пропонують опис унікальності розробки, а інвестори з'ясовують фінансові умови та ризики впровадження;

- складність для вченого одночасно бути вченим та бізнесменом, що спричиняє нерозуміння деталей трансферу;

- намагання вчених опублікувати прикладні результати досліджень до того, як вони захистили право інтелектуальної власності на винахід. Наслідком цього є оприлюднення інформації про винахід, яка в подальшому не дає автору можливості запатентувати свою ідею;

– низький рівень мотивації вчених займатись процесом трансформації винаходу в інновацію внаслідок недостатнього фінансування, володіння даними про низький відсоток комерціалізації винаходів тощо;

– егоїзм вченого, який не має змоги самостійно розробити дорожню карту комерціалізації його винаходу, однак не звертається до спеціалістів із трансферу через те, що за свої послуги вони мають отримати винагороду;

– винахід не доведений до рівня комерціалізації та не може отримати позитивний висновок від замовника через відсутність результатів технологічного аудиту, плану комерціалізації тощо;

– винаходи (при будь-якій стратегії їх комерціалізації, «ринкової тяги» чи «технологічного поштовху») створюються без урахування попиту ринку;

– університети і наукові установи не готові до діяти в умовах конкуренції між собою і конкуренції з боку науково-дослідницьких центрів промислових підприємств;

– університети і наукові установи неохоче створюють кластери для вирішення міждисциплінарних завдань та розробки проєктів «під ключ»;

– для майбутньої комерціалізації винаходу та перетворення його в інновацію потрібне додаткове фінансування, яким не завжди володіє університет чи наукова установа;

– через брак даних аналізу ринку винахід не може бути впроваджений ні як відповідь на запит («ринкова тяга»), ні як пропозиція («технологічний поштовх»).

Зв'язок між сталим розвитком, національною безпекою та якістю співпраці науково-освітньої спільноти та бізнесу закріплено у декларації Тисячоліття ООН. Найбільш поширеною формою масштабування інновацій через співпрацю освіти, науки та бізнесу є технополіси та наукові (технологічні) парки, більшість з яких зосереджено в США (140 парків), Фінляндії (17 парків), Китаї (53 національних парків та понад 50 провінційних), але вони на сьогоднішній день не забезпечують повною мірою трансмісію та якість трансферних механізмів. Зокрема, в Україні їх функціонування та

ефективність стримується через невирішеність питань їх інституційного та ресурсного забезпечення. Це гальмує процеси якісної трансформації економіки країни, створює перепони виконання науково-освітньою спільнотою своїх конструктивних функцій. Розрив інноваційного розвитку України із розвиненими країнами продовжує збільшуватися, що зумовлює необхідність проведення додаткових досліджень.

За Індексом сталого розвитку 2022 Україна посіла 37 місце в загальному рейтингу [3]. Порівняльний аналіз рівня сталого розвитку України та 10 країн-лідерів цього рейтингу представлено на рисунку 1.14.

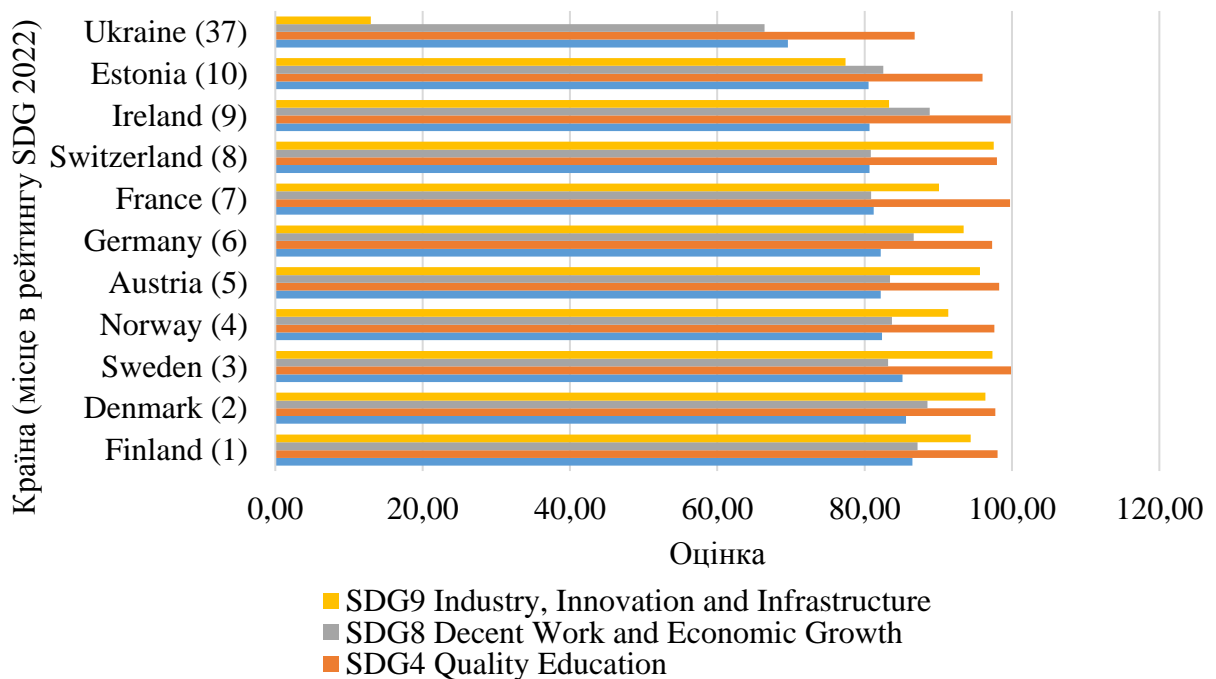


Рисунок 1.14 – Результати порівняльного аналізу України та 10 кращих країн за рівнем сталого розвитку. Джерело: складено авторами на основі [11]

Спостерігається значне відставання від провідних країн, що викликає занепокоєння особливо щодо показника досягнення 9-ї цілі сталого розвитку. Ця ціль здебільшого пов'язана з інноваційним розвитком. Динамічний аналіз як сталого, так і інноваційного розвитку в Україні за 2012-2021 рр. показано на рисунку 1.15.

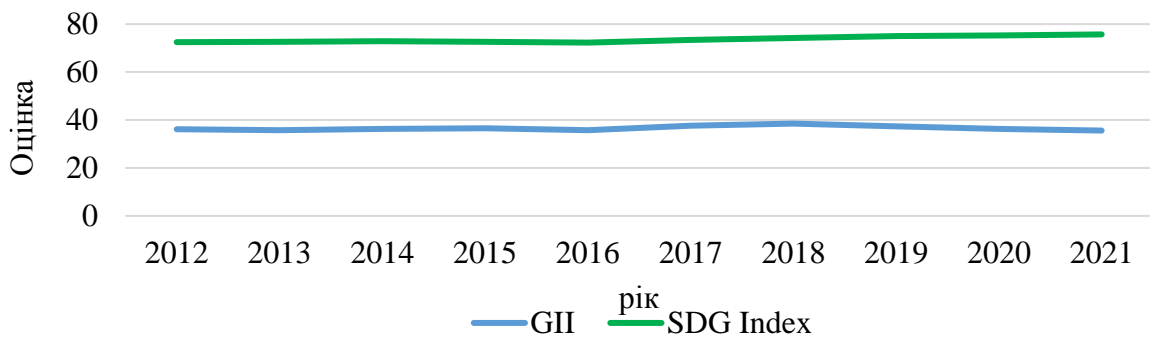


Рисунок 1.15 – Результати динамічного аналізу сталого та інноваційного розвитку в Україні за 2012-2021 рр. Джерело: побудовано авторами на основі [11, 12]

Тенденції сталого та інноваційного розвитку в Україні схожі. Отже, важливо заохочувати інноваційний розвиток для підвищення рівня сталого розвитку.

На рисунку 1.16 представлено результати порівняльного аналізу України та 10 кращих країн за рівнем розвитку інновацій та співробітництва «бізнес – освіта – наука». Україна відстає як за загальним рівнем інноваційного розвитку, так і за досліджуваним показником співпраці «бізнес – освіта – наука». Порівняння в динаміці наведено на рисунку 1.17, де Україна порівнюється з Фінляндією, Данією та Швецією, які входять до трійки найкращих країн за рівнем сталого розвитку.

Отже, компаративний аналіз рівня сталого розвитку України та першої десятки країн за рівнем сталого розвитку показав значне її відставання від країн-лідерів, що викликає занепокоєння особливо щодо показника досягнення 9-ї цілі сталого розвитку, яка здебільшого пов'язана з інноваційним розвитком. Обґрунтовано, що тенденції сталого та інноваційного розвитку в Україні схожі. Тому важливо заохочувати інноваційний розвиток для підвищення рівня сталого розвитку.

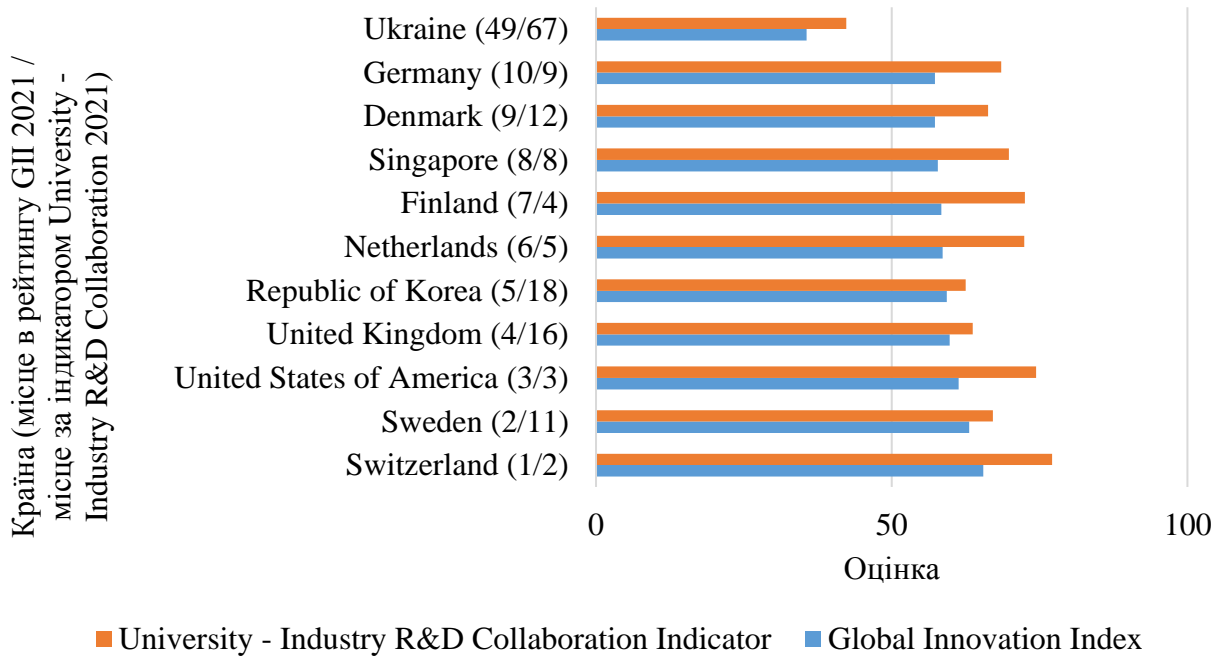


Рисунок 1.16 – Результати порівняльного аналізу України та 10 кращих країн за рівнем інноваційного розвитку та співробітництва «бізнес – освіта – наука». Джерело: складено авторами на основі [12, 13]

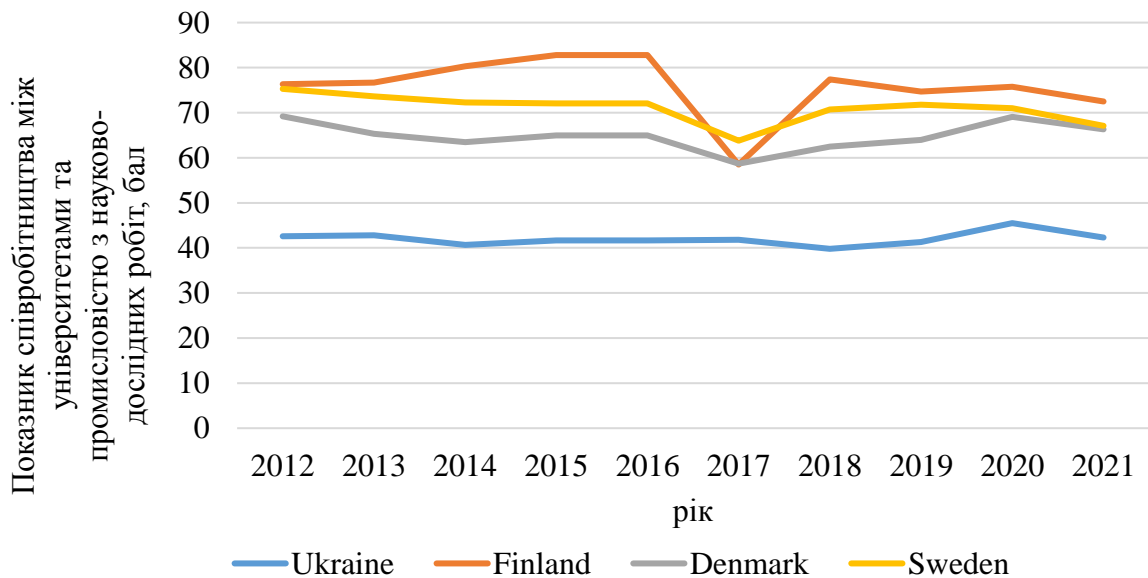


Рисунок 1.17 – Результати динамічного аналізу коопетиції «бізнес – освіта – наука» в Україні, Фінляндії, Данії та Швеції за 2012-2021 роки. Джерело: побудовано авторами на основі [13]

На даний момент основним вектором розвитку економіки має стати рух у бік економіки знань, яка ефективно використовує інновації для розвитку

економіки, при чому більшість галузей в такому разі стають «наукоємними». Інформаційні технології, комп'ютеризовані системи та високі виробничі технології є базовими системами економіки знань, яка формується в умовах найбільш ефективного механізму формування співробітництва між бізнесом, освітніми та науковими інституціями. Це сприяє створенню принципово нового ландшафту для генералізації та закріплення моделей трансферу інновацій, в процесі якого проявляється властивість емерджентності кожної складової системи «бізнес-освіта-наука».

Наука та бізнес, без перебільшення, є провідними складовими інноваційної системи України. Вони безпосередньо беруть участь у виробництві та комерціалізації інновацій, що дає змогу використовувати інтелектуальні ресурси як фактор економічного розвитку та підвищення вартості бізнесу. Однак питання співпраці між бізнесом і науковцями в Україні є досить складним. Вчені часто стикаються з проблемою нереалізованого потенціалу. Велика кількість ідей і проєктів часто залишається непоміченою оточуючими. Український бізнес, у свою чергу, більше схиляється до іноземних партнерів для розробки нового наукового продукту. На жаль, невелика кількість підприємців звертає увагу на українських науковців.

Тим не менш, Україна має великий потенціал для розвитку інновацій, але головне, щоб його помітили інші суб'єкти господарювання та партнери, які зможуть профінансувати та взяти продукт на впровадження. Також необхідно звернути увагу на співпрацю бізнесу та освіти. У розвинених країнах Європи роботодавці мають вплив на формування освітніх програм університетів, які, у свою чергу, готують і випускають студентів відповідно до потреб реального ринку праці. В Україні, на жаль, більше уваги приділяється теоретичним знанням, аніж практичному досвіду. Після закінчення вітчизняних вишів студенти не мають уявлення про подальше працевлаштування, а роботодавці не зацікавлені в таких молодих спеціалістах без досвіду роботи. Перш за все, варто зосередитися на тому, щоб студенти більше залучалися до дослідницьких проєктів. Серед роботодавців великий

попит на студентів, які мають креативне мислення та готові до перекваліфікації. Компанії, науковці та студенти (в коопетиції «бізнес – освіта – наука») повинні мати єдину онлайн-платформу, де вони зможуть співпрацювати.

Питання платформи для співпраці «бізнес-наука» не настільки поширене, як питання загалом співробітництва «бізнес-наука» (на основі аналізу бази даних Scopus). У першому випадку пошук у назвах, анотаціях та ключових словах індексованих видань показує лише 137 результатів за період з 2001 по 2022 роки, а в другому – 3659 результатів документів за період з 1931 по 2022 рік (рис. 1.18).

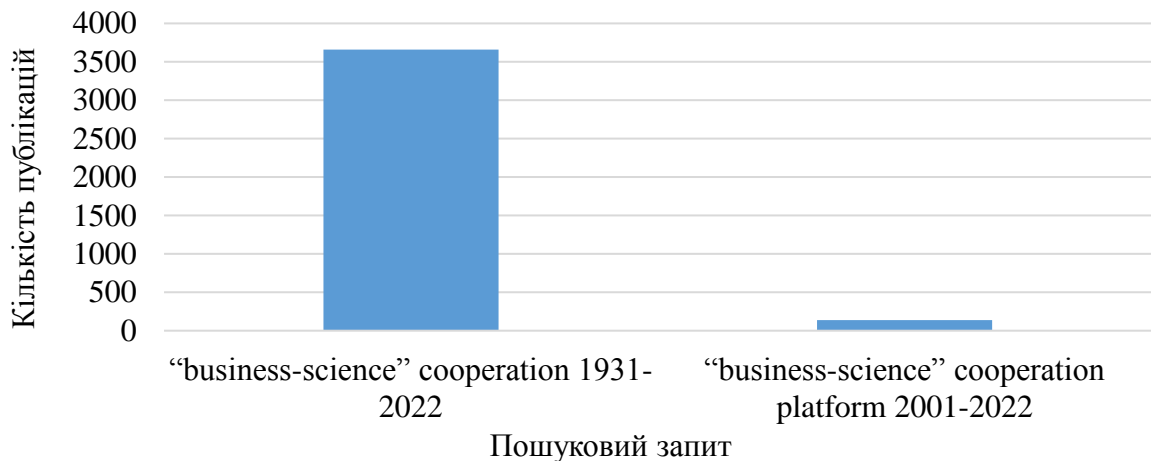


Рисунок 1.18 – Кількість публікацій, проіндексованих у базі даних Scopus.

Джерело: побудовано авторами на основі даних Scopus

Динамічний аналіз зацікавленості та публікаційної активності науковців щодо питання платформи для співпраці «бізнес-наука» наведено на рисунку 1.19. Загалом спостерігається позитивна динаміка з високим зростанням за останній період.

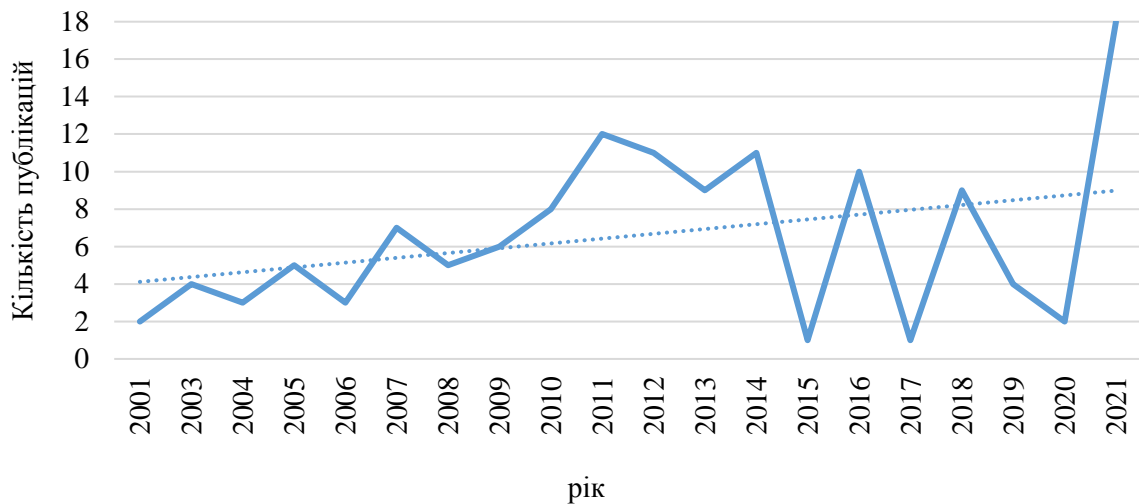


Рисунок 1.19 – Динамічний аналіз видавничої активності з питання щодо платформи для співпраці «бізнес-наука». Джерело: побудовано авторами на основі даних Scopus

Досліджуючи вітчизняний і світовий досвід щ цієї проблематики, слід звернути увагу на платформу «Science 2 Business» (S2BMM), що розроблена в Україні як онлайн-платформа для ефективною та плідною співпраці представників бізнесу та науковців, що дозволяє бізнесу знайти цікавий науковий проєкт, який був би корисний для нього, а вченим – запустити свій проєкт у реальну роботу. S2BMM створено в рамках проєкту «Консалтинговий фонд підтримки асоціації Україна-ЄС», який реалізує в Україні федеральна компанія Deutsche Gesellschaft for Internationale Zusammenarbeit GmbH за дорученням Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку.

Інтернет-сайт «Science 2 Business» має низку переваг (рис. 1.20), таких як:

- вчені можуть представити свої проєкти чи розробки;
- бізнесмени мають можливість розміщувати на сторінках платформи свої запити щодо наукових інновацій, які були б корисними для їх роботи;
- процес спілкування між партнерами відбувається онлайн;

- полегшує процес пошуку партнерів для впровадження та реалізації спільних проєктів;
- завдяки проєктам, представленим на платформі, бізнес може посилити свою конкурентоспроможність, використовуючи необхідні новітні проєкти та виготовляючи високотехнологічну продукцію;
- вчені отримують доступ до досліджень та новітньої інфраструктури;
- бізнес має доступ до наукових та інженерних рішень у конкретних сферах тощо.



Рисунок 1.20 – Можливості онлайн платформи для коопетиції «бізнес – освіта – наука» на прикладі «Science 2 Business» [14]

У сучасних реаліях платформа значно полегшує процес пошуку можливостей співпраці партнерів для реалізації нових проєктів. Новини Science & Business Startup Bootcamp і Science & Business Demo Day, та інші заходи сприяють об'єднанню наукового та інноваційного потенціалу вчених, стартапів, компаній, експертів, інвесторів, ЗМІ та пошуку інноваційних рішень, підвищення обізнаності про бізнес, маркетинг, продажі, інвестиції та інновації. У сервісі вже зареєстровано достатню кількість дослідницьких організацій. «Science 2 Business» допомагає їм на початкових етапах знайти

фінансування, а також більше зосередитися на дослідженнях і розробках, необхідних для сучасного ринку.

Подібні цифрові рішення сприяють формуванню у науковців орієнтованої на бізнес ролі. Науковці, викладачі університету матимуть змогу працювати над формуванням та покращенням взаємовідносин між університетом і бізнесом, адже це досить перспективна співпраця. Бізнес, у свою чергу, може формулювати свої запити в системі коопетиційної взаємодії, користуючись у тому числі онлайн перевагами таких платформ.

1.3 Кластеризація країн за ефективністю зайнятості населення у високотехнологічних та наукомістких сферах бізнесу

Достатній рівень зайнятості у високотехнологічних та наукомістких сферах бізнесу є рушієм сталого економічного розвитку країн, підвищення продуктивності праці, забезпечення лідерства на ринку та зниження собівартості виробництва [15]. Оцінка ефективності зайнятості населення у високотехнологічних та наукомістких сферах бізнесу на сьогодні є актуальною, оскільки є комплексною оцінкою розвитку країни, її поточного стану у сфері високих технологій та подальших перспектив роботи з ними.

Тому метою цього етапу дослідження є визначення максимального, найбільш ефективного значення індексу ефективності зайнятості населення у високотехнологічних та наукомістких сферах бізнесу країн світу з використанням кластеризації за методом Уорда та програмного забезпечення Statgraphics, оптимізації за допомогою Frontier Analyst, враховуючи рейтингове значення індексів зайнятості у високо- та середньо- технологічних виробничих секторах та наукомістких сферах; кількості підприємств, які проводили навчання для розвитку / підвищення навичок ІКТ свого персоналу; нових зареєстрованих підприємств. Це дозволить виявити еталонні країни, які мають високу зайнятість населення у високотехнологічних та наукомістких сферах бізнесу, а також визначити потенційні резерви для збільшення

таргетованого значення індексу зайнятості населення у високотехнологічних та наукомістких сферах бізнесу.

Ця сфера відома за кордоном як Knowledge Intensive Services (KIS) та є доволі новою та мало вивченою. У сфері послуг бізнесу ЄС працює близько 151297 тисяч осіб або 68,7% всього зайнятого населення, половина з яких працюють саме в сфері високотехнологічних послуг. Наприклад, в Люксембурзі, Данії, Норвегії та Ісландії більше 40% зайнятого населення працюють у цьому секторі (рис. 1.21). Решта населення цієї групи працевлаштована з менш інтенсивним використанням знань (Less Knowledge Intensive Service – LKIS) [16].

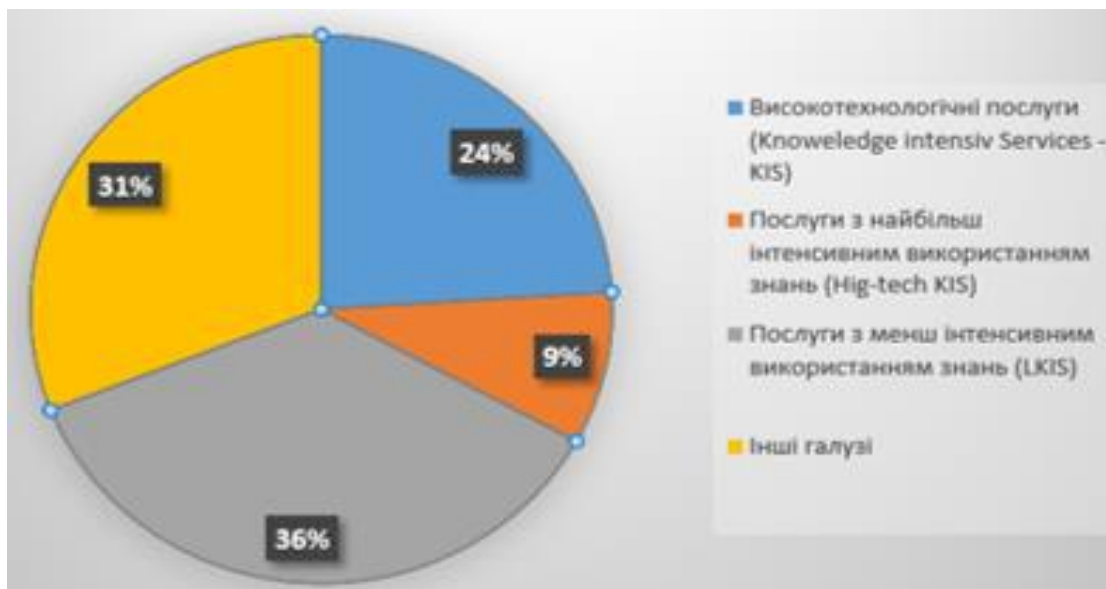


Рисунок 1.21 – Структура зайнятого населення бізнес сектору Європейського Союзу. Джерело: побудовано авторами

Для проведення дослідження було сформовано вибірку з 36 країн світу за 2021 рік і поділено її на 3 кластери з урахуванням рейтингового значення зазначених вище показників: зайнятість у високо- та середньовисокотехнологічних галузях виробництва та наукоємних сферах бізнес-послуг; підприємства, які проводили тренінги з розвитку / підвищення ІКТ-навичок свого персоналу; кількість нових зареєстрованих підприємств.

Для досягнення поставленої цілі проводився статистичний аналіз даних, кластерний аналіз за допомогою методу Уорда та програмного забезпечення Statgraphics, метод оптимізації за допомогою програмного забезпечення Frontier Analyst.

Зокрема, кластерний аналіз використовувався як багатовимірний метод статистичного дослідження, згідно з яким до колекції належать дані, що містять інформацію про вибіркові об'єкти, і впорядковується порівняння їх однорідних даних, подібних між групами. Під кластером розуміється група об'єктів, які розташовані в багатовимірних просторових змінних якомога ближче один до одного і в той же час якомога далі від об'єктів з інших груп. Центром кластера є найбільш типовий представник цього кластера (його геометричний центр). Відповідно за характеристиками центру кластера можна судити про всі кластери [17].

Алгоритм кластеризації був побудований як метод сортування кількості кластерів та визначення її оптимального значення в процесі сортування, і включав 5 основних кроків:

- відбір зразків для кластеризації;
- визначення ознак, за якими будуть оцінюватися об'єкти вибірки;
- обчислення значень тієї чи іншої міри подібності між об'єктами;
- застосування кластерного аналізу для створення схожих груп об'єктів;
- перевірка достовірності результатів кластерного рішення.

Загалом методи кластерного аналізу дозволяють вирішити такі проблеми, як:

- класифікація предметів з урахуванням відбивних ознак, сутності, природи предметів. Розв'язання такої задачі призводить до поглиблення знань про сукупності об'єктів, що підлягають класифікації;

- перевірка висунутих припущень про наявність певної структури в досліджуваній сукупності об'єктів;

– побудова нових класифікацій для маловивчених явищ, коли необхідно встановити наявність зв'язків усередині сукупності і спробувати структурувати її.

Узагальнену процедуру кластеризації можна описати наступними етапами:

– 1-й етап – у багатовимірному просторі початковими центрами кластерів вибираються випадкові об'єкти (або найбільш віддалені один від одного);

– 2-й етап – кожен об'єкт належить до кластера, до центру якого він найближче розташований;

– 3-й етап – коли всі об'єкти віднесені до того чи іншого кластера, перераховуються їх центри: обчислюється геометричний центр кластера;

– 1-й етап і 2-й етап повторюються: кожен об'єкт належить до того чи іншого кластера, і центри кластерів знову ітераційно перераховуються.

Процес повторюється до тих пір, поки зміни в центрах кластерів не стануть нульовими (досягнуто оптимального рішення) або перевищено допустиму кількість ітерацій.

Так, за допомогою пакета Statgraphics Centurion вибрані статистичні дані були розділені на 3 кластери за допомогою методу Уорда Цей метод є одним з ієрархічних агломеративних методів кластерного аналізу [18]. Процес базується на елементарних кроках:

– знаходження та об'єднання двох найбільш схожих об'єктів у матриці подібності;

– основою для розміщення об'єкта в кластері є мінімальна дисперсія всередині нього, яка бере участь у тому, що він має справу з кластерним класифікованим об'єктом;

– за деякою попередньою комбінацією в одному кластері відбувається врахування втрат з усередненими по кластеру параметрами;

– наступні два найбільш схожі об'єкти є наступними, і процедура повторюється з кроком 2, поки матриця подібності не буде вичерпана. Для оцінки методів використовується лише евклідова різниця.

Таблиця 1.1 містить вхідні дані для кластеризації країн за ефективністю зайнятості населення у високотехнологічних та наукомістких сферах бізнесу.

Таблиця 1.1 – Вхідні дані для кластеризації країн за ефективністю зайнятості населення у високотехнологічних та наукомістких сферах бізнесу

Країна	Підприємства, які проводили навчання для розвитку / підвищення навичок ІКТ свого персоналу	Зайнятість у високо- та середньо-високотехнологічних виробничих секторах та наукомістких сферах послуг	Нові зареєстровані підприємства (кількість)
Бельгія	18	4	27248
Болгарія	5	4,3	50753
Чехія	11	11,5	27881
Данія	18	4,9	36384
Німеччина	12	10,1	7072
Естонія	10	4,3	17696
Ірландія	12	4,2	2075
Греція	8	1,7	5761
Іспанія	9	4	99231
Франція	8	4,1	76276
Хорватія	11	3,6	13618
Італія	8	6,4	10135
Кіпр	12	0,9	13647
Латвія	7	2,2	10318
Литва	7	2,6	6352
Люксембург	13	0,7	6207
Угорщина	8	9,6	22328
Мальта	16	3,3	5166
Нідерланди	15	2,8	67127
Австрія	11	6,1	3486
Польща	8	5,4	43523
Португалія	10	3,3	33641
Румунія	4	6,3	73889
Словенія	11	10,4	4309
Словаччина	9	11,2	1359
Фінляндія	15	5,8	1359
Швеція	11	4,2	4996
Ісландія	8	1,7	2667

Продовження таблиці 1.1

Норвегія	14	2,4	2792
Великобританія	12	2,4	663616
Чорногорія	17	5,9	2818
Північна Македонія	6	4,7	5686
Сербія	9	5,1	8236
Туреччина	5	4,8	62674
Боснія і Герцеговина	9	4	2814
Україна	7	2,3	1259

Джерело: узагальнено авторами на основі [19, 20]

Для зручності було позначено показники «Підприємства, які проводили навчання для розвитку / підвищення навичок ІКТ свого персоналу» як К1, «Зайнятість у високо- та середньо- високотехнологічних виробничих секторах та наукомістких сферах послуг» – як К2, «Нові зареєстровані підприємства (кількість)» – як К3.

Далі дані показників за вибіркою країн було розбито на 3 кластери за допомогою методу Уорда (рис. 1.22).

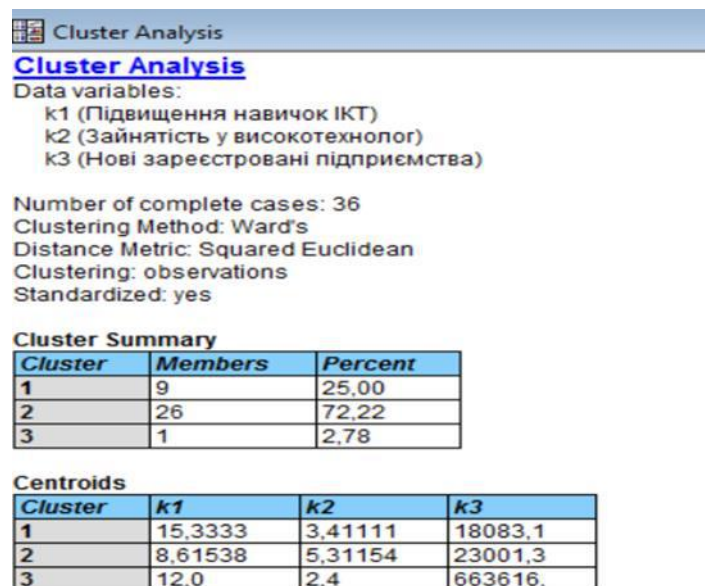


Рисунок 1.22 – Кластерний аналіз за методом Уорда. Джерело: розраховано авторами з використанням програмного пакету Statgraphics Centurion

З аналізу випливає, що до першого кластеру входять 9 країн, а саме: Бельгія, Данія, Кіпр, Люксембург, Мальта, Нідерланди, Фінляндія, Норвегія, Чорногорія. До другого кластеру увійшли 26 країн: Болгарія, Чехія, Німеччина, Естонія, Ірландія, Греція, Іспанія, Франція, Хорватія, Італія, Латвія, Литва, Угорщина, Австрія, Польща, Португалія, Румунія, Словенія, Словаччина, Швеція, Ісландія, Північна Македонія, Сербія, Туреччина, Боснія і Герцеговина, Україна. До третього класу увійшла лише одна країна Великобританія.

Відсутність розривів між етапами об'єднання елементів, які можна побачити на дендрограмі розподілу (рис. 1.23), свідчить про нормальний розподіл.

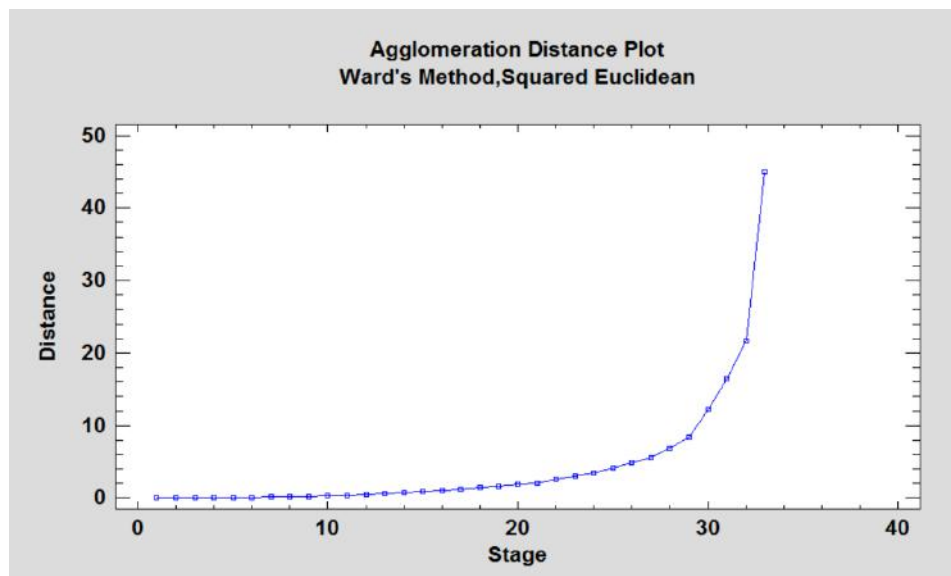


Рисунок 1.23 – Дендрограма розподілу. Джерело: побудовано авторами з використанням програмного пакету Statgraphics Centurion

Серед країн 1-го кластеру найбільш ефективними в розрізі зайнятості у високо- та середньо- високотехнологічних виробничих секторах та наукомістких сферах послуг є Фінляндія (табл. 1.2). Визнання країни ефективною (еталонною) досягається за умови досягнення нею 100% значення цільового параметра, середній рівень ефективності мають країни, які отримали від 90 до 99,99 балів. В іншому випадку вони є неефективними.

Таблиця 1.2. – Розподіл країн за рівнем нових зареєстрованих підприємств для 1-го кластеру

Країна	Кількість балів, %	Країна	Кількість балів, %	Країна	Кількість балів, %
Бельгія	57,5%	Люксембург	13,9%	Нідерланди	48,3%
Данія	70,4%	Мальта	53,3%	Норвегія	44,3%
Кіпр	19,4%	Чорногорія	89,8%	Фінляндія	100%

Джерело: розраховано авторами з використанням програмного пакету Statgraphics Centurion

Країни, що знаходяться на вертикальній або горизонтальній межі фронтір-графіка є «еталонними» за вихідним та вхідними параметрами дослідження (рис. 1.24).

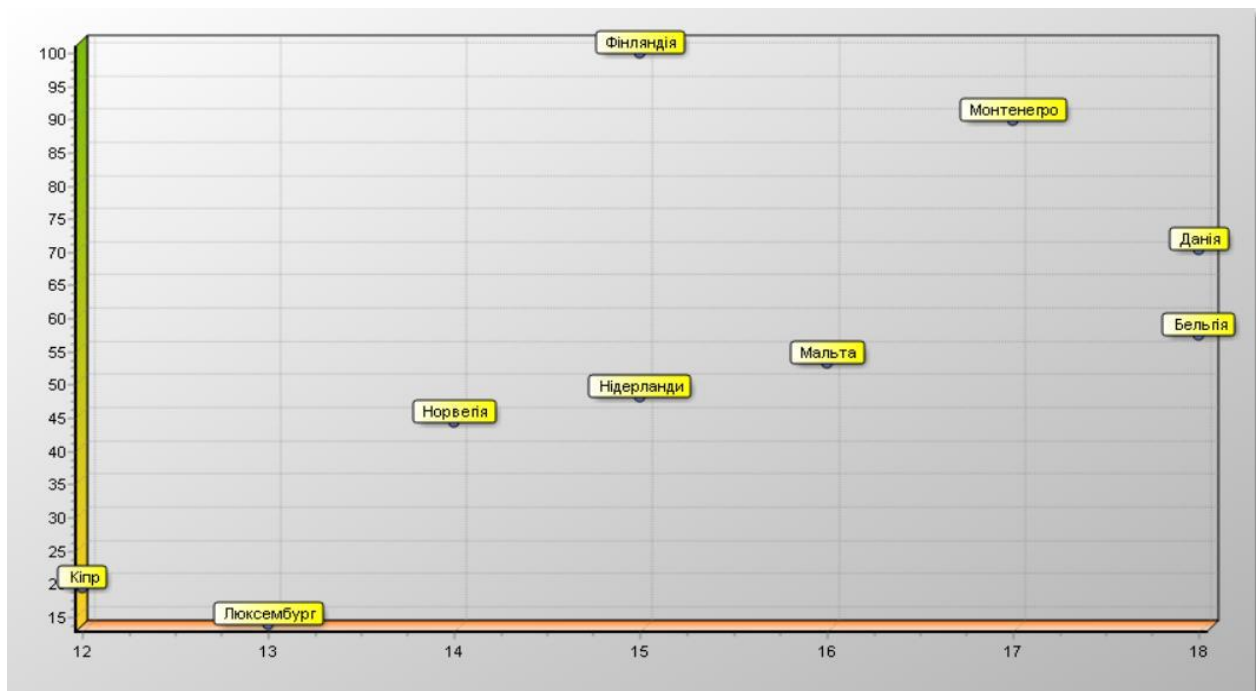


Рисунок 1.24 – Графік ефективності країн для 1-го кластеру. Джерело: побудовано авторами з використанням пакету Frontier Analyst

Аналогічні розрахунки були проведені для всіх інших країн, розподілених за кластерами. Узагальнений розподіл ефективності рівня національної кібербезпеки наведено в таблицях 1.3 – 1.4. Другий кластер було розділено на дві групи, у першу входить 12 країн, у другу – також 12.

Таблиця 1.3 – Розподіл країн за рівнем нових зареєстрованих підприємств для 1-ї групи 2 кластеру

Країна	Кількість балів, %	Країна	Кількість балів, %	Країна	Кількість балів, %
Іспанія	31,8%	Польща	53,4%	Угорщина	100%
Болгарія	62,5%	Португалія	27,2%	Франція	37,6%
Естонія	56,6%	Румунія	100%	Хорватія	61,5%
Латвія	49,6%	Туреччина	67%	Чехія	95,9%

Джерело: розраховано авторами з використанням програмного пакету Statgraphics Centurion

Серед країн 2-го кластеру першої групи найбільш ефективними в розрізі зайнятості у високо- та середньо- високотехнологічних виробничих секторах та наукомістких сферах послуг є Румунія та Угорщина, Чехія має також доволі високий показник (табл. 1.3). Країни, розташовані на вертикальній або горизонтальній межі граничного графіка, є «еталонними» за вихідними та вхідними параметрами дослідження (рис. 1.25).

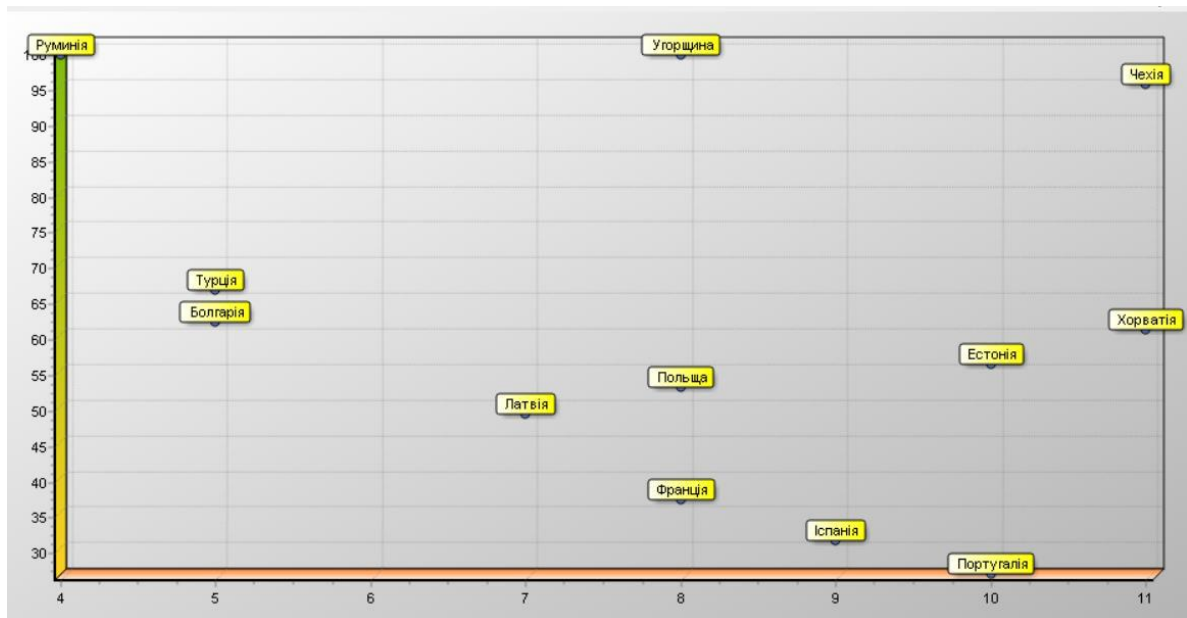


Рисунок 1.25 – Графік ефективності країн для 1-ї групи 2-го кластеру.

Джерело: побудовано авторами з використанням пакету Frontier Analyst

Серед країн 2-ї групи 2-го кластеру найбільш ефективними в розрізі зайнятості у високо- та середньо-високотехнологічних виробничих секторах

та наукомістких сферах послуг є Словенія (табл. 1.4). Країни, розташовані на вертикальній або горизонтальній межі граничного графіка, є «еталонними» за вихідними та вхідними параметрами дослідження (рис. 1.26).

Таблиця 1.4 – Розподіл країн за рівнем нових зареєстрованих підприємств для 2-ї групи 2-го кластеру

Країна	Кількість балів, %	Країна	Кількість балів, %	Країна	Кількість балів, %
Ірландія	28,1%	Литва	29,8%	Словаччина	100%
Ісландія	17,1%	Німеччина	67,6%	Словенія	76%
Австрія	44,6%	Північна Македонія	62,9%	Україна	26,4%
Греція	17,1%	Сербія	45,5%	Швеція	30,7%

Джерело: розраховано авторами з використанням програмного пакету Statgraphics Centurion

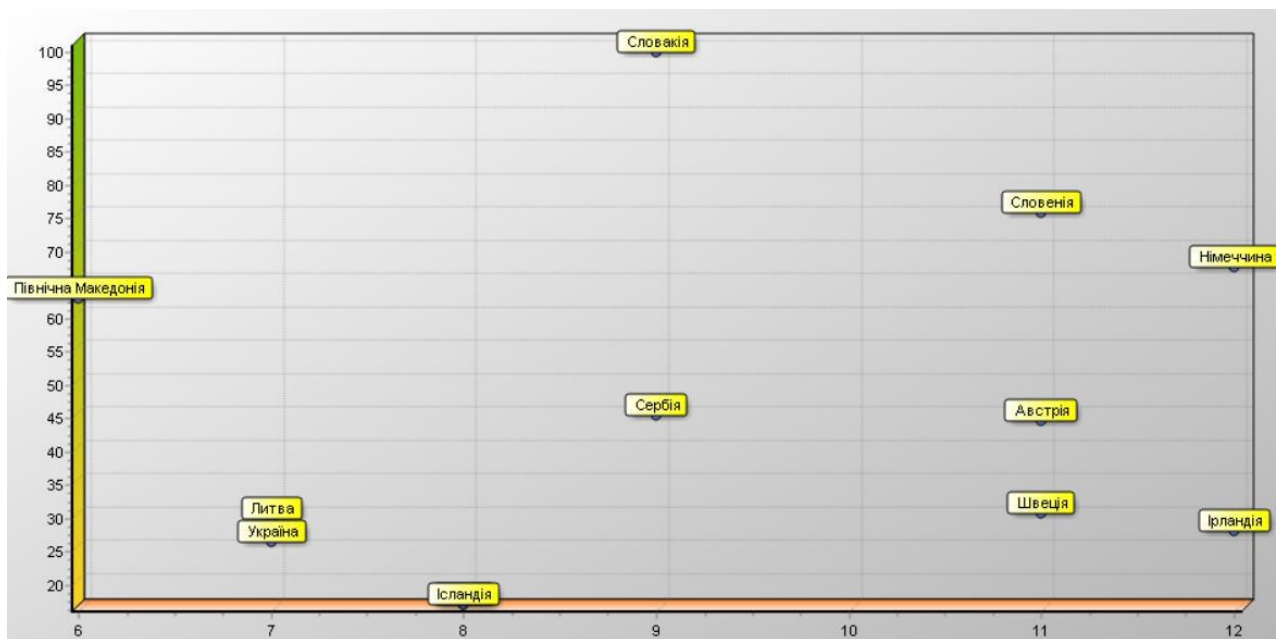
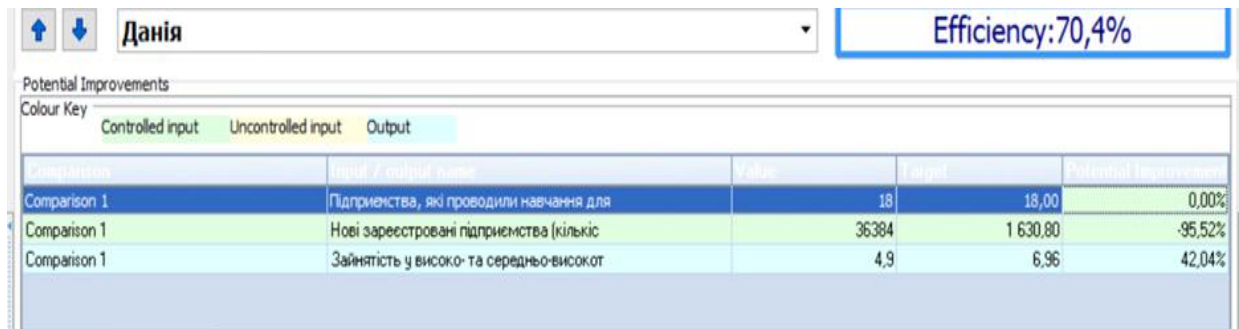


Рисунок 1.26 – Графік ефективності країн для 2-ї групи 2-го кластеру.

Джерело: побудовано авторами з використанням пакету Frontier Analyst

Для неефективних країн доцільним є застосування заходів щодо підвищення їхніх значень в розрізі зайнятості у високо- та середньо високотехнологічних виробничих секторах та наукомістких сферах послуг. Як приклад, у першому кластері значення індексу складає 70,4% для Данії, а

потенційне його значення (у порівнянні з «еталонною» країною Фінляндією) може бути покращеним до 112,04, тобто зрости на 42,04% (рис. 1.27).



Comparison	Input / output name	Value	Target	Potential Improvement
Comparison 1	Підприємства, які проводили навчання для	18	18,00	0,00%
Comparison 1	Нові зареєстровані підприємства (кількіс)	36384	1 630,80	-95,52%
Comparison 1	Зайнятість у високо- та середньо-високот	4,9	6,96	42,04%

Рисунок 1.27 – Графік ефективності країн на прикладі Данії. Джерело: побудовано авторами з використанням пакету Frontier Analyst

Третій кластер складається лише з однієї країни, тому в процесі дослідження аналіз 3-го кластера не проводиться.

Отже, проведені дослідження дозволили виявити найбільш ефективні країни в розрізі зайнятості населення у високотехнологічних та наукомістких сферах бізнесу за кожним із 3 кластерів та кількісно визначити можливий потенціал покращення результатів у порівнянні з еталонною країною. Отримані результати можуть бути корисними для керівників бізнес-структур, які можуть перейняти досвід ведення бізнесу у країнах, які мають більш ефективні показники, з метою розвитку працівників, надання їм нових навичок та знань, які в подальшому зможуть полегшити та покращити ведення бізнесу, і посилити його інноваційну здатність.

2 НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЯВЛЕННЯ РЕАКЦІЙ, ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗРИВІВ І ТРИГЕРІВ В СИСТЕМІ «БІЗНЕС-ОСВІТА-НАУКА» З УРАХУВАННЯМ КОНГРУЕНТНОСТІ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

2.1 Методологічні підходи до виявлення прямих та зворотних реакцій, і казуальних зв'язків в системі «бізнес-освіта-наука» з урахуванням рівня детінізації економіки для сталого розвитку країни

Інформаційною базою дослідження є статистичні дані Світового банку та відділу статистики Департаменту економічних і соціальних питань Організації Об'єднаних Націй (UNDESA), сформовані для вибірки країн цього дослідження, яку склали 10 країн-лідерів у рейтингу сталого розвитку за 2021 рік [2], а саме: Фінляндія, Данія, Швеція, Норвегія, Австрія, Німеччина, Франція, Швейцарія, Ірландія та Естонія) за 2011-2018 роки (обмеження 2018 роком обумовлені останнім роком представлених досліджуваних показників, а саме індикатора оцінки неформальної (тіньової економіки)).

Досліджувані показники:

- індикатор співпраці бізнесу-освіти-науки (University-industry collaboration in Research & Development Indicator) [21];
- індекс сталого розвитку, оцінка (Sustainable Development Index) [2, 11];
- індикатор оцінки неформальної (тіньової) економіки (Dynamic general equilibrium model-based estimates of informal output (% of official GDP)) [22; 23].

Для підтвердження взаємозв'язків та виявлення характеру впливу (прямий / зворотний) між досліджуваними індикаторами коопетиції в системі «бізнес-освіта-наука», детінізації економіки та сталого розвитку був проведений кореляційний аналіз за наступним алгоритмом.

1. Проведено тест Шапіро-Вілка для підтвердження або спростування нормального розподілу даних [24]. Результати тестування наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати тестування Шапіро-Вілка для підтвердження або спростування нормального розподілу даних

Країна	UI_RD	DGE	SDG
Австрія	0.60877*	0.65396*	0.60274*
Данія	0.09992*	0.78048*	0.67001*
Естонія	0.07206*	0.98301*	0.63581*
Фінляндія	0.51528*	0.98339*	0.64815*
Франція	0.54246*	0.90650*	0.82835*
Німеччина	0.28361*	0.15699*	0.06931*
Ірландія	0.97684*	0.07966*	0.23902*
Норвегія	0.28097*	0.61275*	0.98149*
Швеція	0.79633*	0.32466*	0.26314*
Швейцарія	0.30130*	0.19911*	0.16227*

Примітка: * - нормальний розподіл даних (Prob>z більше 0,05); UI_RD – індикатор співпраці бізнесу-освіти-науки (University-industry collaboration in Research & Development Indicator); SDG – індекс сталого розвитку (Sustainable Development Index); DGE – індикатор оцінки неформальної (тіньової) економіки (Dynamic general equilibrium model-based estimates of informal output).

Джерело: розраховано авторами на основі [11, 21, 25] за допомогою програмних інструментів STATA

2. На основі одержаних результатів тесту Шапіро-Вілка розраховано коефіцієнти кореляції за методом Пірсона (нормальний розподіл даних) або Спірмена (дані не підлягають нормального розподілу) з урахування часових лагів [28, 29]. Результати кореляційного аналізу наведені в таблиці 2.2.

Одержані значення коефіцієнтів кореляції надали змогу оцінити статистичну значущість, характер і силу взаємозв'язку між досліджуваними показниками. Їх аналіз свідчить, що:

– взаємозв'язок між співпрацею бізнесу-освіти-науки та сталим розвитком є статистично значущим у 9 із 10 країн вибірки, прямим – у 7 із 9 країн вибірки (з часовим лагом 1-2 роки), у т. ч. із високою силою впливу – у 3 із 7 країн та із середньою силою впливу – у 3 із 7 країн із прямим характером зв'язку. Тобто в більшості з досліджуваних країн встановлено прямий зв'язок із середнім або високим впливом;

Таблиця 2.2 – Результати кореляційного аналізу взаємозв'язків між досліджуваними індикаторами (коефіцієнт / лаг / характер: ↑ - прямий; ↓ - зворотний; сила взаємозв'язку: в – висока, с – середня, н - низька)

Країна	Взаємозв'язок між UI_RD та SDG	Взаємозв'язок між UI_RD та DGE	Взаємозв'язок між DGE та SDG
Австрія	-0.91* / 2 / ↓ / в	0.98* / 2 / ↑ / в	-0.96* / 1 / ↓ / в
Данія	-0.93* / 2 / ↓ / в	0.76* / 0 / ↑ / в	-0.65* / 0 / ↓ / с
Естонія	0.55* / 2 / ↑ / с	-0.53* / 0 / ↓ / с	-0.96* / 0 / ↓ / в
Фінляндія	0.23* / 0 / ↑ / н	-0.90* / 2 / ↓ / в	-0.39* / 0 / ↓ / с
Франція	0.85* / 2 / ↑ / в	-0.94* / 2 / ↓ / в	-0.96* / 0 / ↓ / в
Німеччина	0.87* / 1 / ↑ / в	-0.80* / 2 / ↓ / в	-0.90* / 0 / ↓ / в
Ірландія	0.06* / 2 / ↑ / **	-0.97* / 2 / ↓ / в	-0.51* / 2 / ↓ / с
Норвегія	0.60 / 2 / ↑ / с	-0.84* / 2 / ↓ / в	-0.91* / 0 / ↓ / в
Швеція	0.57* / 1 / ↑ / с	0.91* / 1 / ↑ / в	0.69* / 1 / ↑ / с
Швейцарія	0.75* / 2 / ↑ / в	0.14* / 0 / ↑ / **	-0.73* / 0 / ↓ / в

Примітки: * - коефіцієнт розраховано за методом Пірсона; ** - взаємозв'язок не є статистично значущим; UI_RD – індикатор співпраці бізнесу-освіти-науки (University-industry collaboration in Research & Development Indicator); SDG – індекс сталого розвитку (Sustainable Development Index); DGE – індикатор оцінки неформальної (тіньової) економіки (Dynamic general equilibrium model-based estimates of informal output).

Джерело: розраховано авторами на основі [11, 21, 25] за допомогою програмних інструментів STATA

– взаємозв'язок між співпрацею бізнесу-освіти-науки та рівнем неформальної (тіньової) економіки є статистично значущим у 9 із 10 країн вибірки, зворотним – у 6 із 9 країн вибірки (з часовим лагом 0-2 роки), у т. ч. із високою силою впливу – у 5 із 6 країн та із середньою силою впливу – у 1 із 6 країн із зворотним характером зв'язку. Тобто в більшості з досліджуваних країн встановлено обернений зв'язок із високим впливом;

– взаємозв'язок між рівнем неформальної (тіньової) економіки та сталим розвитком країни є статистично значущим у 10 із 10 країн вибірки, зворотним – у 9 із 10 країн вибірки (з часовим лагом 0-2 роки), у т. ч. із високою силою впливу – у 6 із 9 країн та із середньою силою впливу – у 3 із 9 країн із зворотним характером зв'язку. Тобто в більшості з досліджуваних країн встановлено зворотний зв'язок із високим впливом.

3. Для встановлення причинності та напрямку впливу досліджуваних показників в системі «бізнес-освіта-наука» з урахуванням рівня детінізації

економіки для сталого розвитку країни по кожній країні з вибірки було проведено дослідження за наступним алгоритмом:

1) позиціоновано мультиваріантивні часові ряди з використанням наступної команди в програмному забезпеченні STATA:

```
. tsset CODE YEAR, yearly
panel variable: CODE (strongly balanced)      (2.1)
time variable: YEAR, 2011 to 2018
delta: 1 year
```

2) побудовано векторну авторегресію, користуючись інструментом Multivariate Time Series – Vector Autoregression (VAR) в програмному забезпеченні STATA, або командно:

```
. var SDG UI_RD DGE, lags(1/1)              (2.2)
```

3) на основі результатів векторної авторегресії здійснюється тест Грейнджера [27, 28]:

```
Multivariate time series
VAR diagnostics and tests              (2.3)
Granger causality tests – Use active or svar results
```

Результати тестування Грейнджера на прикладі Австрії представлено на рисунку 2.1.

Отримані результати в першому блоці свідчать, що лагові значення показника UI_RD не спричинюють значення показника SDG, оскільки $\text{Prob} > \chi^2 = 0,639$, що більше 0,05. У свою чергу, лагові значення показника DGE спричинюють значення показника SDG, зважаючи на величину $\text{Prob} > \chi^2 = 0,001$, що не перевищує 0,05.

. vargranger

Granger causality Wald tests

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
SDG	UI_RD	.21971	1	0.639
SDG	DGE	11.69	1	0.001
SDG	ALL	12.595	2	0.002
UI_RD	SDG	31.158	1	0.000
UI_RD	DGE	25.931	1	0.000
UI_RD	ALL	31.273	2	0.000
DGE	SDG	.04198	1	0.838
DGE	UI_RD	1.996	1	0.158
DGE	ALL	2.0006	2	0.368

* Примітки: UI_RD – індикатор співпраці бізнесу-освіти-науки (University-industry collaboration in Research & Development Indicator); SDG – індекс сталого розвитку (Sustainable Development Index); DGE – індикатор оцінки неформальної (тіньової) економіки (Dynamic general equilibrium model-based estimates of informal output)

Рисунок 2.1 – Результати тесту Грейнджера для виявлення напрямку впливу показників в системі «бізнес-освіта-наука» (на прикладі Австрії). Джерело: розраховано авторами на основі [11, 21, 25] за допомогою програмних інструментів STATA

Результати другого блоку тесту Грейнджера показують, що лагові значення показника SDG є причиною значення показника UI_RD, оскільки $\text{Prob} > \text{chi}2$ менше 0,05. Аналогічно й лагові значення показника DGE спричинюють значення показника UI_RD, зважаючи на величину $\text{Prob} > \text{chi}2$, що не перевищує 0,05. У свою чергу, аналіз результатів третього блоку тесту свідчить, що лагові значення показників SDG та UI_RD не спричинюють значення показника DGE, оскільки величина $\text{Prob} > \text{chi}2$ в обох випадках перевищує 0,05.

Узагальнені результати тестування Грейнджера по всім країнам вибірки представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Встановлення причинності та напрямку впливу показників в системі «бізнес-освіта-наука» з урахуванням рівня детінізації економіки для сталого розвитку країни

Країна	Причинність та напрямки впливу показників UI_RD, DGE та SDG
Австрія	UI_RD ← SDG DGE → SDG UI_RD ← DGE
Данія	UI_RD ↔ SDG DGE → SDG UI_RD ← DGE
Естонія	UI_RD ↔ SDG DGE ↔ SDG UI_RD ← DGE
Фінляндія	UI_RD ← SDG
Франція	UI_RD ↔ SDG DGE ↔ SDG
Німеччина	UI_RD → SDG DGE → SDG UI_RD → DGE
Ірландія	DGE → SDG UI_RD ← SDG UI_RD ↔ DGE
Норвегія	UI_RD → SDG DGE ↔ SDG UI_RD ↔ DGE
Швеція	DGE ← SDG UI_RD → DGE
Швейцарія	UI_RD → SDG DGE ← SDG

Примітки: UI_RD – індикатор співпраці бізнесу-освіти-науки (University-industry collaboration in Research & Development Indicator); SDG – індекс сталого розвитку (Sustainable Development Index); DGE – індикатор оцінки неформальної (тіньової) економіки (Dynamic general equilibrium model-based estimates of informal output)

Джерело: розраховано авторами на основі [11, 21, 25] за допомогою програмних інструментів STATA

Результати тестування Грейнджера підтверджують наступні казуальні (причинні зв'язки), що:

– співпраця бізнесу-освіти-науки впливає (є причиною) на сталий розвиток в Данії, Естонії, Франції, Німеччині, Норвегії та Швейцарії, тобто в 6 із 10 країн вибірки. У свою чергу, сталий розвиток країни впливає на рівень

співпраці бізнесу-освіти-науки в Австрії, Данії, Естонії, Фінляндії, Франції та Швеції – у 6 із 10 країн вибірки. При цьому встановлено взаємний вплив між цими показниками в Данії, Естонії та Франції – у 3 із 10 країн вибірки;

- співпраця бізнесу-освіти-науки впливає на рівень неформальної (тіньової) економіки в Німеччині, Ірландії, Норвегії та Швеції – у 4 із 10 країн вибірки. У свою чергу, рівень неформальної (тіньової) економіки впливає на рівень співпраці бізнесу-економіки-науки в Австрії, Данії, Естонії, Ірландії та Норвегії – у 5 із 10 країн вибірки. При цьому встановлено взаємний вплив між цими показниками в Ірландії та Норвегії – у 2 із 10 країн вибірки;

- неформальна (тіньова) економіка впливає сталий розвиток країни в Австрії, Данії, Естонії, Франції, Німеччині, Ірландії та Норвегії – у 7 із 10 країн вибірки. У свою чергу, сталий розвиток країни впливає на рівень неформальної (тіньової) економіки в Естонії, Франції, Норвегії, Швеції та Швейцарії – у 5 із 10 країн вибірки. При цьому встановлено взаємний вплив між цими показниками в Естонії, Франції та Норвегії – у 3 із 10 країн вибірки.

Співставлення результатів кореляційного аналізу, векторної авторегресії та тесту Грейнджера підтверджує наступні гіпотези:

- посилення співпраці бізнесу-освіти-науки сприяє підвищенню рівня сталого розвитку, як і підвищення рівня сталого розвитку сприяє посиленню співпраці бізнесу-освіти і науки (пряма реакція);

- зростання рівня неформальної (тіньової) економіки призводить до зниження рівня співпраці бізнесу-економіки-науки (зворотна реакція);

- зростання рівня неформальної (тіньової) економіки обумовлює зниження рівня сталого розвитку країни, як і зростання рівня сталого розвитку країни призводить до зниження рівня неформальної (тіньової) економіки (зворотна реакція).

З наведеного вище випливає, що урядам країн, бізнес-структурам, установам освіти і науки доцільно налагоджувати та посилювати коопетицію для забезпечення сталого розвитку країни та зниження рівня її тінізації. Отримані результати можуть бути корисними для подальших наукових

досліджень і під час стратегічного публічного управління у сферах, дотичних до досліджуваної проблематики.

2.2 Формалізація та оцінка впливу коопетиції «бізнес – освіта – наука» на сталий розвиток

Щоб дослідити взаємозв'язок між рівнем коопетиції «бізнес – освіта – наука» та рівнем сталого розвитку, зокрема оцінками за індикатором співпраці між університетами та промисловістю щодо наукових досліджень і розробок (University – Industry R&D Collaboration) та індексом сталого розвитку, була сформована вибірка з першої десятки країн у рейтингу сталого розвитку в 2021 (Фінляндія, Данія, Швеція, Норвегія, Австрія, Німеччина, Франція, Швейцарія, Ірландія та Естонія) за період протягом десяти останніх років (2012-2021 роки) [11, 21].

На першому етапі емпіричного підтвердження гіпотези щодо впливу коопетиції «бізнес – освіта – наука» на сталий розвиток було проведено тест Шапіро-Вілка для нормального розподілу даних та кореляційний аналіз Пірсона / Спірмена. На другому етапі була побудована регресійна модель системної динамічної оцінки панельних даних (модель Ареллано–Бовера / Бланделла–Бонда) для формалізації та визначення цього впливу. Потім було зроблено тест Ареллано-Бонда на нульову автокореляцію в помилках першої різниці, щоб показати, що немає доказів того, що модель визначена неправильно.

Результати тесту Шапіро-Вілка для нормального розподілу даних і кореляційного аналізу Пірсона / Спірмена наведено в таблиці 2.4. Напрямок зв'язку між рівнем співробітництва «бізнес – освіта – наука» та рівнем сталого розвитку є прямим у п'яти країнах і зворотним також у п'яти країнах. Сила цього зв'язку є статистично значущою – дуже високою у двох країнах, високою – у чотирьох країнах і середньою – також у чотирьох країнах.

Таблиця 2.4 – Результати тесту Шапіро-Вілка для нормального розподілу даних та кореляційного аналізу Пірсона / Спірмена

Країна	Prob>z	r	t	Напрямок	Сила зв'язку
Австрія	0,83375 **	-0,7179	3	зворотний	високий
Данія	0,19452**	-0,8354	2	зворотний	високий
Естонія	0,04053*	-0,9190	0	зворотний	дуже високий
Фінляндія	0,80953**	0,4872	2	прямий	середній
Франція	0,34037**	0,3087	0	прямий	середній
Німеччина	0,09814**	0,9281	2	прямий	дуже високий
Ірландія	0,74973**	0,4254	3	прямий	середній
Норвегія	0,05056**	-0,7012	0	зворотний	високий
Швеція	0,85170**	0,3953	1	прямий	середній
Швейцарія	0,50157**	-0,7221	0	зворотний	високий

Примітки: * – не відповідає нормальному розподілу (Prob>z менше 0,05), використовується метод кореляції Спірмена; ** – відповідає нормальному розподілу (Prob>z більше 0,05), використовується метод кореляції Пірсона; r – максимальне значення коефіцієнта кореляції за період дослідження; t – часовий лаг найбільш статистично значущого коефіцієнта кореляції.

Джерело: розраховано авторами за допомогою програмного забезпечення STATA.

Саме тому для формалізації та визначення впливу коопетиції «бізнес – освіта – наука» на сталий розвиток (на основі оцінки індикатору співпраці між університетами та промисловістю щодо наукових досліджень і розробок та індексу сталого розвитку) була використана модель системної динамічної оцінки панельних даних [29, 30]. Оцінювач системи Ареллано–Бовера / Бланделла–Бонда відповідає лінійній динамічній моделі панельних даних, де неспостережувані ефекти на рівні панелі корелюють із затримками залежної змінної. Цей метод передбачає відсутність автокореляції в ідіосинкратичних помилках і вимагає, щоб ефекти на рівні панелі не були корельовані з першою різницею першого спостереження залежної змінної [31, 32].

Кількість лагів залежної змінної (оцінка індексу сталого розвитку), яка буде включена в модель, дорівнює одиниці (за замовчуванням). Для ендогенної змінної (оцінка індикатору співпраці між університетами та промисловістю щодо наукових досліджень і розробок) максимальна кількість лагів встановлена на рівні два (за замовчуванням). Розраховується однокрокова оцінка та використовуються надійні стандартні помилки (the

Arellano–Bond robust VCE estimator). Для отримання адекватних результатів були згенеровані натуральні логарифми змінних моделі.

Результати оцінки впливу коопетиції «бізнес – освіта – наука» на сталий розвиток наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Результати оцінки впливу кооперації «бізнес – освіта – наука» на сталий розвиток на основі системної динамічної моделі панелі даних

lnSDG	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>z	[95% Conf. Interval]
lnSDG					
L1.	.9151929	.0469308	19.50	0,000 *	.8232101 1,007176
lnUI_RD					
--	-.0313457	.016714	-1,88	0,061	-.0641045 .0014131
L1.	.0426966	.0207195	2.06	0,039 *	.0020871 .0833061
L2.	-.0019866	.011256	-0,18	0,860	-.024048 .0200747
_cons	.336381	.2068685	1.63	0,004 *	-.0690738 .7418359
Wald chi2(4) = 490.29					
Prob > chi2 = 0.0000					

Примітки: lnSDG – натуральний логарифм оцінки Індексу сталого розвитку; lnUI_RD – натуральний логарифм оцінки показника співпраці між університетами та промисловістю щодо наукових досліджень і розробок; L1, L2 – часові лаги відповідно 1 і 2 роки; cons – константа; Coef. – оцінки коефіцієнтів регресійної моделі; Robust Std. Err. – стандартні помилки, стандартні відхилення; z – критерії z-статистики; P – p-значення, рівень значущості; [95% Conf. Interval] – довірчий інтервал; * – p-значущість досліджуваних показників менше 5 %, тобто є статистично значущими.

Джерело: розраховано авторами за допомогою програмного забезпечення STATA.

Рівень значущості моделі (Prob > chi2 = 0,0000) і p-значення змінних моделі, позначених * (менше 5 %), підтверджують адекватність моделі. Крім того, тест Ареллано-Бонда на нульову автокореляцію в помилках першої різниці показує, що немає доказів того, що модель визначена неправильно [33] (табл. 2.6). Регресійна модель динамічної оцінки панельних даних впливу коопетиції «бізнес – освіта – наука» на сталий розвиток має наступний вигляд:

$$\ln\text{SDG} = 0,34 + 0,92\ln\text{SDG}_{t-1} + 0,04\ln\text{UI_RD}_{t-1} \quad (2.4)$$

де lnSDG – натуральний логарифм оцінки Індексу сталого розвитку;

$\ln UI_RD$ – натуральний логарифм оцінки показника співпраці між університетами та промисловістю щодо наукових досліджень і розробок;
 $t-1$ – часовий лаг 1 рік.

Таблиця 2.6 – Результати тесту Ареллано-Бонда для нульової автокореляції в помилках першої різниці

порядок	z	Prob > z
1	-2. 3118	0,02 08
2	1. 3822	0. 1669

H0: немає автокореляції

Джерело: розраховано авторами за допомогою програмного забезпечення STATA

Це означає, що якщо рівень коопетиції «бізнес – освіта – наука» (на прикладі оцінки індикатору співпраці університетів і промисловості щодо наукових досліджень і розробок) зросте на 1%, то рівень сталого розвитку (зокрема, оцінка Індексу сталого розвитку) зросте в середньому на 0,04%.

Отримані результати можуть бути корисними бізнесу, освіті, науковим інституціям та врядуванню для подальших досліджень та посилення рівня сталого та інноваційного розвитку.

2.3 З'ясування тригерів в системі «бізнес – освіта – наука» на основі багатофакторного аналізу та множинної регресії

Для обґрунтування наявності прямого і зворотного впливу реакцій в коопетиційній взаємодії «бізнес – освіта – наука», виявлення можливих позитивних і негативних тригерів було досліджено низку показників, що характеризують освіту та бізнес, на основі вибірки з 28 країн світу з використанням програми Statgraphics в межах чотирьох етапів:

1. Формування вибірки індикаторів.

Для оцінювання була сформована вибірка статистичних даних Світового банку (World Bank), Євростату (Eurostat) та Index Mundi для 28 країн за 2020 рік, зокрема вхідну вибірку дослідження склали наступні показники:

- k1 – легкість ведення бізнесу (Overall ease of doing business score as of current data) [34];
- k2 – зарахування до школи, початкова (School enrollment, primary) [35];
- k3 – зарахування до вищої освіти, всі програми (Enrolment in tertiary education, all programmes) [36];
- k4 – вища освіта, викладачі (Tertiary education, academic staff) [37];
- k5 – показник цифрового розвитку (Digital Evolution Score) [38];
- k6 – індекс людського розвитку (Human Development Index) [39];
- k7 – кількість зареєстрованого бізнесу (New businesses registered) [40];
- k8 – цифрова довіра (Digital Trust) [41];
- k9 – індекс фінансової грамотності (Financial literacy index) [42];
- k10 – державні витрати на освіту як % ВВП (%) (Government expenditure on education as % of GDP [43].

Країнами дослідження були: Австрія, Бразилія, Колумбія, Данія, Єгипет, Франція, Німеччина, Індонезія, Ізраїль, Італія, Малайзія, Нідерланди, Нова Зеландія, Філіппіни, Польща, Португалія, Румунія, Україна, Саудівська Аравія, Сінгапур, Іспанія, Швеція, Швейцарія, Таїланд, Туреччина, Об'єднані Арабські Емірати, Велика Британія, В'єтнам.

2. Опис статистичної значущості та якості ознакового простору. Дескриптивна статистика. Результати наведено у таблиці 2.7.

Коефіцієнт варіації інформує про відносну дисперсію набору даних. Показник значущий, якщо коефіцієнт варіації більше 5%, тому із отриманих результатів можна зробити висновок, що всі показники є статистично значущими і можна проводити з ними дослідження. Коефіцієнт асиметрії є числовою характеристикою розподілу ймовірностей дійсної випадкової величини, коефіцієнт ексцесу – характеризує стрімкість підвищення кривої розподілу у порівнянні з нормальною кривою.

Коефіцієнти ексцесу та асиметрії мають знаходитись в межах від -2 до 2, тому слід звернути увагу на індикатори, для яких значення стандартизованих коефіцієнтів асиметрії та ексцесу виходять за межі цього

інтервалу, оскільки в залежності від мети їх використання, наприклад, розроблення економетричних моделей та застосування певних методів багатовимірного статистичного аналізу інтерпретації отриманих результатів, вони можуть не задовольняти відповідні тести. У цьому випадку це показники k4 (вища освіта, викладачі) та k5 (показник розвитку).

Таблиця 2.7 – Результати аналізу показників дескриптивної статистики

Показник	Коефіцієнт варіації (Coeff. of variation)	Коефіцієнт ексцесу (Std. kurtosis)	Коефіцієнт асиметрії (Std. skewness)
k1	9,36595%	0,605458	-1,79414
k2	30,7039%	-0,984239	-1,09999
k3	24,4477%	-1,13488	0,1508
k4	152,413%	14,5156	7,49225
k5	8,49774%	4,80746	2,29197
k6	31,1825%	-0,121725	0,652495
k7	13,1771%	0,717654	0,875067
k8	9,90225%	-0,947547	-1,47752
k9	38,1504%	-1,56122	0,692392
k10	30,2502%	-0,0852232	0,988791

Джерело: розраховано авторами з використанням програми Statgraphics

На рисунку 2.2 наведений засіб візуалізації груп числових даних в описовій статистиці через їх квантілі – діаграма розмаху, коробковий графік або «ящик з вусами». Квантілі відсікають в межах ряду певну частину його членів. Коробковий графік може також мати лінії, які виходять вертикально з коробки («вуса»), що вказують величину мінливості поза верхньою та нижньою межами квантілю. Викиди може бути нанесено у вигляді точок.

По деяким показникам є аномальні значення (показані квадратами, що знаходяться поза лінією, що відповідають вхідному інтервалу значень), наприклад: по показнику k1 (легкість ведення бізнесу) аномальним є значення по країні Бразилія (59,10), оскільки це значення є найменшим серед всіх країн;

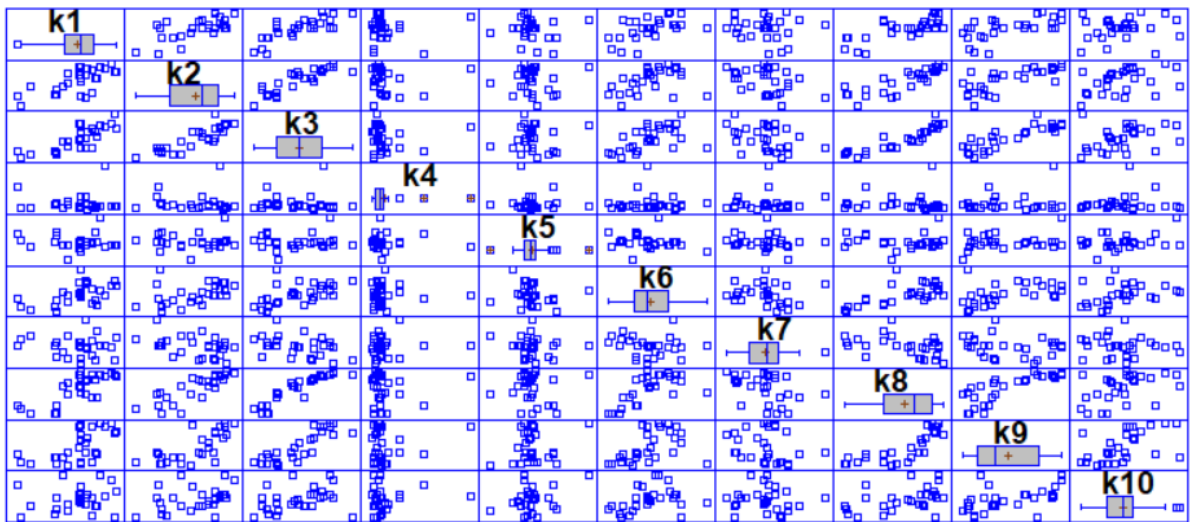


Рисунок 2.2 – Коробковий графік («ящик з вусами»). Джерело: побудовано авторами з використанням програми Statgraphics

для показника k5 (показник цифрового розвитку) є три аномальних значення для таких країн, як Швеція (133,86) та Румунія (82,85), де показники є найбільшим та найменшим серед усіх країн відповідно; для показника k10 (державні витрати на освіту як % ВВП (%)) аномальним є значення для країни Саудівська Аравія, оскільки даний показник для цієї країни є найбільшим, і т.п.

Наступний показник описової статистики, який необхідно розглянути, – це коефіцієнт кореляції Пірсона (рис. 2.3).

Із рисунку 2.3 можна зробити такі висновки, що високий рівень позитивної кореляції, прямий вплив (від 0,5 до 1,0) існує між показниками k1 та k2, k1 та k3, k1 та k6, k1 та k8, k1 та k9, k2 та k3, k2 та k8, k2 та k9, k3 та k6, k3 та k8, k3 та k9, k6 та k8, k8 та k9, k9 та k10; високий рівень негативної кореляції, зворотний вплив (від -1,0 до -0,5) не існує ні між якими показниками; середній рівень позитивної кореляції, прямий вплив (від 0,3 до 0,5) – між k2 та k6, k2 та k10, k3 та k10, k5 та k10, k6 та k9, k6 та k10, k8 та k10; середній рівень негативної кореляції, зворотний вплив (від -0,5 до -0,3) – між k2 та k7, k3 та k7, k7 та k8; низький рівень позитивної кореляції, прямий вплив (від 0,1 до 0,3) – між k1 та k10, k4 та k9, k4 та k10, k5 та k9; низький рівень негативної кореляції, зворотний вплив (від -0,3 до -0,1) – між k5 та k6, k5 та

k7, k6 та k7, k7 та k9. Кореляція відсутня взагалі (від -0,09 до 0; від 0 до 0,09) між показниками k1 та k4, k1 та k5, k1 та k7, k2 та k4, k2 та k5, k3 та k4, k3 та k5, k4 та k5, k4 та k6, k4 та k7, k4 та k8, k5 та k8, k7 та k10.

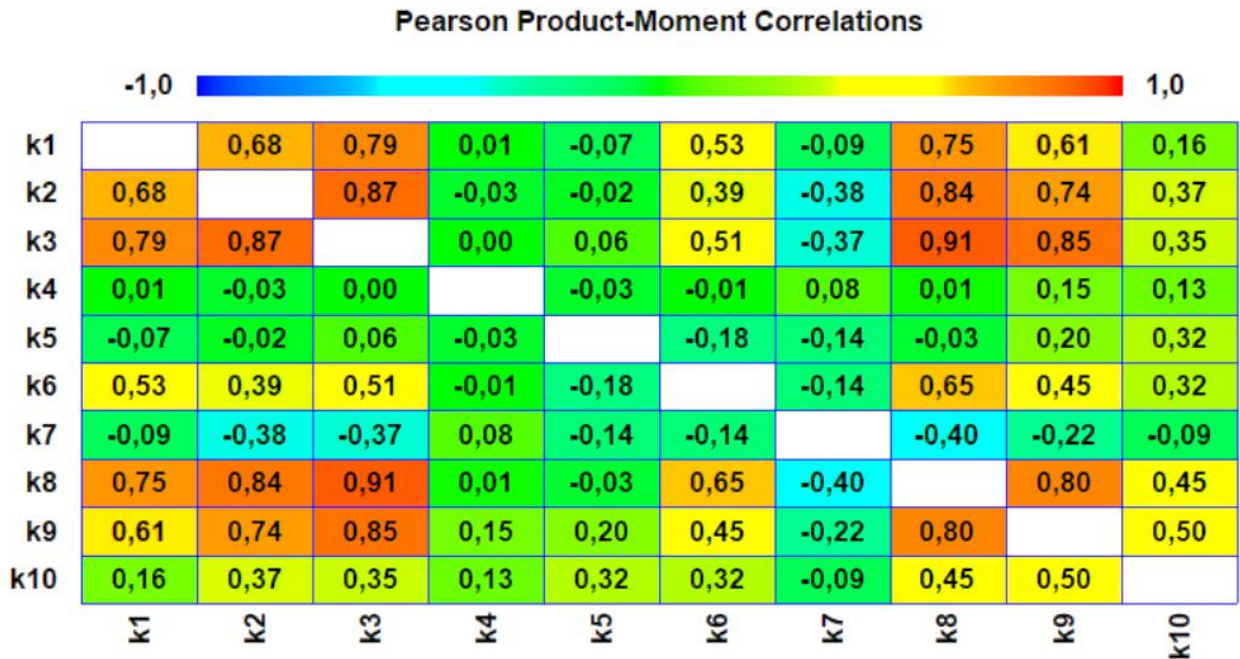


Рисунок 2.3 – Результати розрахунку коефіцієнту кореляції Пірсона.

Джерело: розраховано авторами з використанням програми Statgraphics

3. Стандартизація даних.

Оскільки вхідні дані виміряні в різних шкалах, що відображають як абсолютні величини ознак, так і відносні, то з метою точності та адекватності подальшого розроблення регресійних моделей необхідно було проведено процедуру їх нормалізації із застосуванням процедури стандартизації даних у програмному забезпеченні Statistica.

4. Аналіз головних компонент. Факторний аналіз.

За допомогою аналізу головних компонент було виокремлено найбільш впливові фактори. Фактор значущий, якщо статистика Кайзера (Eigenvalue) більше 1. Перші три фактори дають результат всієї вибірки. Результати факторного аналізу наведені в таблиці 2.8. Метою аналізу є отримання невеликої кількості факторів, які пояснюють більшу частину мінливості 10 змінних.

Таблиця 2.8 – Результати факторного аналізу

Factor Number	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percentage
1	4,84551	48,455	48,455
2	1,36566	13,657	62,112
3	1,14785	11,479	73,590
4	0,861498	8,615	82,205
5	0,736635	7,366	89,571
6	0,505188	5,052	94,623
7	0,257941	2,579	97,203
8	0,147966	1,480	98,682
9	0,078399	0,784	99,466
10	0,0533573	0,534	100,000

Джерело: розраховано авторами

У цьому випадку було виділено 3 фактори, оскільки вони мали власні значення, більші або рівні 1,0. Разом вони складають 73,59% мінливості вихідних даних. Оскільки був обраний метод головних компонентів, початкові оцінки спільності були налаштовані на припущення, що вся мінливість даних зумовлена загальними факторами.

Таблиця 2.9 демонструє матрицю навантаження факторів після обертань Varimax. Більш детально розглянуто фактор 1, що характеризує якість бізнесу та його розвиток від показників, і при цьому можна використати 3 моделі, що є значущими. У цій таблиці показано рівняння, які оцінюють загальні коефіцієнти після виконання обертання. Ротація виконується для того, щоб спростити пояснення факторів. Перший повернутий множник має рівняння:

$$\begin{aligned} \text{Factor 1} = & 0,84669*k_1 - 0,151642*k_2 + 0,70641*k_3 - \\ & - 0,278346*k_4 + 0,927061*k_5 + 0,95214*k_6 + 0,067033*k_7 + \\ & + 0,859829*k_8 + 0,818927*k_9 + 0,387844*k_{10}, \end{aligned} \quad (2.5)$$

Значення змінних у рівнянні стандартизовані шляхом віднімання їхніх середніх і ділення на стандартні відхилення. Також показано оцінені спільності, які можна інтерпретувати як оцінку частки мінливості в кожній змінній, що відноситься до виділених факторів.

Таблиця 2.9 – Матриця навантаження факторів після обертань Varimax

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Estimated Communalities	Specific Variance
k1	0,84669	-0,118381	-0,00703817	0,730948	0,269052
k2	-0,151642	0,860307	-0,151296	0,786013	0,213987
k3	0,70641	-0,154746	0,0928117	0,531576	0,468424
k4	-0,278346	-0,276233	0,629398	0,549924	0,450076
k5	0,927061	0,182366	-0,155342	0,91683	0,0831702
k6	0,95214	0,134842	-0,111442	0,937172	0,0628275
k7	0,067033	0,169059	0,774814	0,633411	0,366589
k8	0,859829	0,157759	-0,196094	0,802647	0,197353
k9	0,818927	0,388939	0,0782907	0,828045	0,171955
k10	0,387844	0,654283	0,252867	0,642451	0,357549

Джерело: розраховано авторами у програмному забезпеченні Statgraphics Centurion 19

Крім того, результати проведеного факторного аналізу, підтвержені результатами таких тестів: міра адекватності вибірки Кайзера-Майєра-Олкіна та тест Бартлетта на сферичність. Тест Кайзера – Мейєра – Олкіна (КМО-тест) дозволяє визначити, на скільки дані підходять для проведення факторного аналізу та вимірює адекватність вибірки для кожної змінної моделі та всієї моделі. Отримані значення за результатами КМО-тесту від 0,5 до 1 говорять про адекватність факторного аналізу, значення до 0,5 вказують на те, що факторний аналіз не може бути застосованим до вхідної вибірки. За допомогою критерію сферичності Бартлетта перевіряють, чи кореляції досліджуваних показників відрізняються від 0. Якщо значення коефіцієнта кореляції близьке до нуля, то обрана змінна не взаємопов'язана з іншими. Значимість менше 0,05 вказує, що проведення факторного аналізу є прийнятним.

Результати тесту (КМО = 0,768882; χ^2 -квадрат = 179 298; Д.Ф. = 45; P-value = 0,0) підтвердили якість проведено факторного аналізу.

Наступним кроком є розроблення множинної регресії, що описує вплив незалежних індикаторів на результативну ознаку – легкість ведення бізнесу. Для того, щоб визначити, які індикатори є найбільш впливовими, було проаналізовано накопичену дисперсію (Estimated Communalities), і відповідно

обрано 4 показники, у яких дисперсія найбільша, це: k5 (показник цифрового розвитку) – 0,91683, k6 (індекс людського розвитку) – 0,937172, k8 (цифрова довіра) – 0,802647, k9 (індекс фінансової грамотності) – 0,828045.

Будуємо множинну регресію із залежною змінною k1 (легкість ведення бізнесу), та незалежними змінними k5 (показник цифрового розвитку), k6 (індекс людського розвитку), k8 (цифрова довіра), k9 (індекс фінансової грамотності). У результаті побудови регресійної моделі отримали наступне рівняння:

$$k1 = 4,60422E-11 + 0,821542*k5 + 0,271888*k6 - \\ - 0,0761361*k8 - 0,252757*k9 \quad (2.6)$$

Показники k8 (цифрова довіра) та k9 (індекс фінансової грамотності) мають обернено пропорційну (зворотну) залежність з результативною ознакою k1 (легкість ведення бізнесу), але виходячи з логічного змісту індикаторів k8 (цифрова довіра) та k9 (індекс фінансової грамотності) очевидно, що залежність має бути прямо пропорційною, тому здійснимо перевірку на наявність мультиколінерності в регресійній моделі за допомогою процедури жорсткого відсіву Backward Stepwise Selection у програмному забезпеченні Statgraphics 19.

Між показниками k8 (цифрова довіра) та k9 (індекс фінансової грамотності) було виявлено мультиколінеарність, тому рівняння регресії для показника k1 (легкість ведення бізнесу) набуває наступного вигляду (табл. 2.10-2.13):

$$k1 = 2,8077E-11 + 0,786154*k5 \quad (2.7)$$

Таблиця 2.10 – Результати множинної регресії

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	2,8077E-11	0,119022	2,35898E-10	1,0000
k5	0,786154	0,121206	6,48611	0,0000

Джерело: розраховано авторами з використанням пакету Statgraphics 19

Таблиця 2.11 – Результати дисперсійного аналізу (ANOVA)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	16,687	1	16,687	42,07	0,0000
Residual	10,313	26	0,396653		
Total (Corr.)	27,0	27			

Джерело: розраховано авторами з використанням програмного пакету Statgraphics 19

Таблиця 2.12 – Статистичні характеристики параметрів моделі

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
k5	16,687	1	16,687	42,07	0,0000
Model	16,687	1			

Джерело: розраховано авторами з використанням програмного пакету Statgraphics 19

Таблиця 2.13 – 95,0% довірчий інтервал для оцінок коефіцієнтів

Parameter	Estimate	Standard Error	Lower Limit	Upper Limit
CONSTANT	2,8077E-11	0,119022	-0,244653	0,244653
k5	0,786154	0,121206	0,537012	1,0353

Джерело: розраховано авторами з використанням програмного пакету Statgraphics 19

Отже, при збільшенні значення індикатора k5 на 1% (показник цифрового розвитку) результативний показник k1 (легкість ведення бізнесу) також буде збільшуватись в середньому на 0,79%.

Коефіцієнт детермінації для моделі має значення 61,8038, тобто модель пояснює 61,80% мінливості залежного індикатора легкість ведення бізнесу. Розроблена модель добре узгоджується з вихідними даними. Крім того,

оскільки Р-значення в таблиці ANOVA менше 0,05, відповідно існує статистично значущий зв'язок між змінними на рівні довіри 95,0%.

Таким чином цифровий розвиток є найбільш важливим із розглянутих тригерів покращення процесу ведення бізнесу.

2.4 Методологія визначення технологічних розривів та критичних точок на основі MAR-splines

На наступному етапі дослідження було ідентифіковано технологічні розриви за найбільш суттєвими показниками, які на попередніх етапах дослідження були обґрунтовані як фактори / причини / наслідки / тригери, визначено критичні точки та точки розриву (вузли) за допомогою методу побудови сплайнів – MAR-splines з використанням програмного забезпечення STATA (Linear spline construction).

Для візуалізації MAR-splines та графічного представлення технологічних розривів був використаний інструментарій побудови двосторонніх медіанно-сплайнових графіків (Twoway median-spline plots). У відповідному програмному забезпеченні за реалізацію цього інструменту відповідає командне меню Graphics – Twoway graph (scatter, line, etc.) [44].

На рисунку 2.4 зображено двосторонній медіанно-сплайновий графік для оцінки наявних розривів та критичних точок у рівні коопетиції «бізнес – освіта – наука» (оціненого за показником співпраці університетів і промисловості щодо наукових досліджень і розробок) для забезпечення сталого розвитку (результуюча змінна – показник Індексу сталого розвитку). Як бачимо, у багатьох країнах вибірки (вибірка країн для дослідження цих показників була вже описана вище, у підрозділі 2.1) є суттєве відставання, і оцінки досліджуваних показників охоплюють 5 вузлів / критичних точок, які далі будуть кількісно конкретизовані.

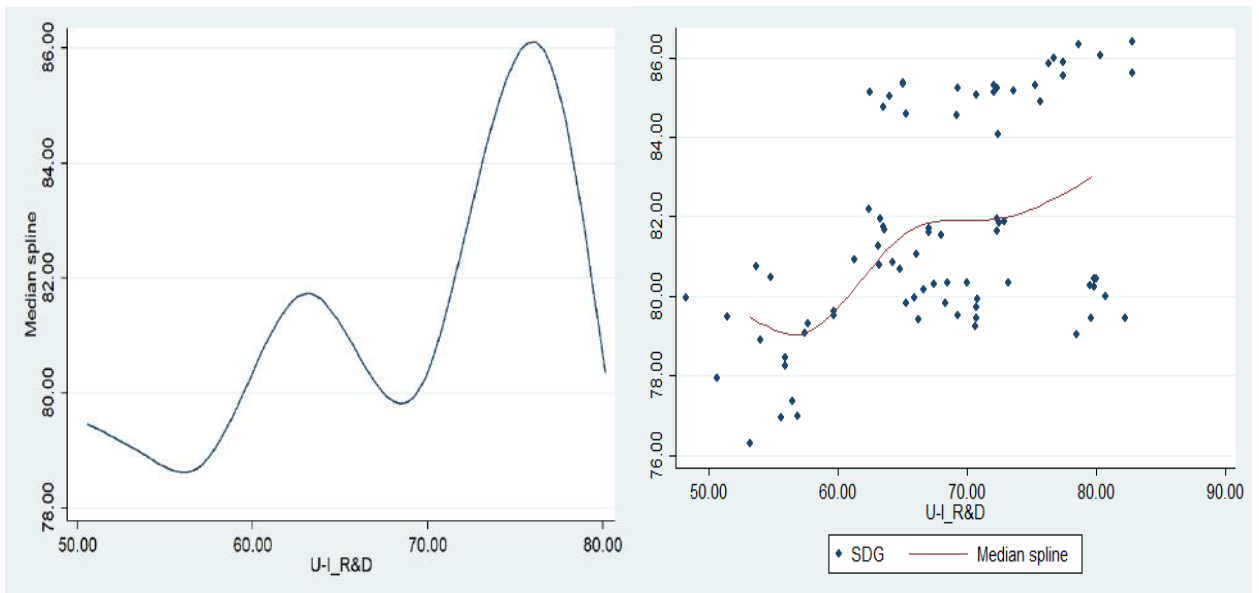


Рисунок 2.4 – Двосторонній медіанно-сплайновий графік для оцінки наявних розривів у рівні коопетиції «бізнес – освіта – наука» (UI-R&D) для забезпечення сталого розвитку (SDG) (зліва – розкид, справа – лінія).
Джерело: побудовано авторами з використанням інструментів пакету STATA

На рисунку 2.5 зображено двосторонній медіанно-сплайновий графік для оцінки наявних розривів та критичних точок у рівні загальних витрат на наукові дослідження та розробки, представлених бізнес-сектором (факторна змінна) [45] для забезпечення коопетиції «бізнес – освіта – наука» (оціненої за показником співпраці університетів і промисловості щодо наукових досліджень і розробок – результуюча функція).

Аналогічно при побудові було передбачено кількість 5 вузлів / критичних точок, які далі будуть кількісно оцінені. На рисунку 2.6 зображено двосторонній медіанно-сплайновий графік для оцінки наявних розривів та критичних точок у рівні загальних витрат на наукові дослідження та розробки, представлених сектором освіти (факторна змінна) [46] для забезпечення коопетиції «бізнес – освіта – наука» (оціненої за показником співпраці університетів і промисловості щодо наукових досліджень і розробок – результуюча функція).

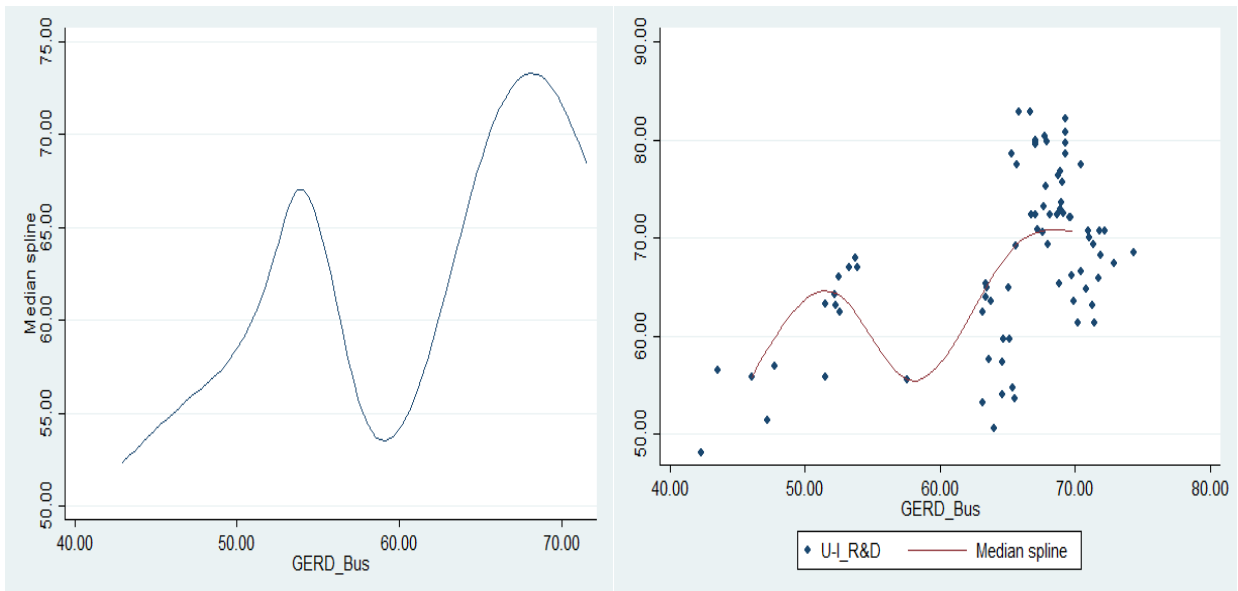


Рисунок 2.5 – Двосторонній медіанно-сплайновий графік для оцінки наявних розривів у рівні загальних витрат на наукові дослідження та розробки, представлених бізнес-сектором (GERD_Bus) для забезпечення коопетиції «бізнес – освіта – наука» (UI-R&D) (зліва – розкид, справа – лінія). Джерело: побудовано авторами з використанням інструментів пакету STATA

І відповідно на рисунку 2.7 зображено двосторонній медіанно-сплайновий графік для оцінки наявних розривів та критичних точок у рівні тінізації економіки (оціненого за показником індикатору оцінки неформальної (тіньової) економіки, детальніше йшлося вище в підрозділі 2.1) для забезпечення коопетиції «бізнес – освіта – наука» (оціненої за показником співпраці університетів і промисловості щодо наукових досліджень і розробок – результуюча функція).

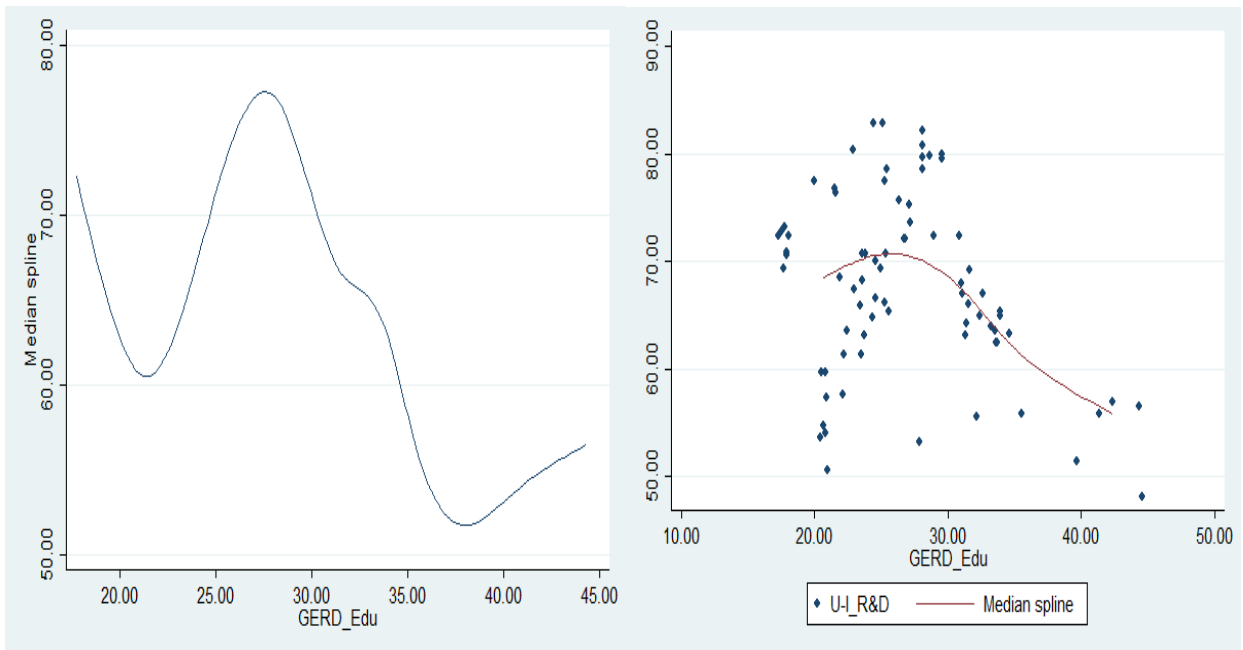


Рисунок 2.6 – Двосторонній медіанно-сплайновий графік для оцінки наявних розривів у рівні загальних витрат на наукові дослідження та розробки, представлених бізнес-сектором (GERD_Edu) для забезпечення коопетиції «бізнес – освіта – наука» (UI-R&D) (зліва – розкид, справа – лінія). Джерело: побудовано авторами з використанням інструментів пакету STATA

Відповідно для побудови лінійних MAR-splines було використано команди: Menu Data – Create or change data – Other variable-creation commands – Linear and cubic spline construction. Лінійні сплайни дозволяють оцінити зв'язок між результуючою змінною (y) і факторною змінною (x) як «кусково-лінійну» функцію (piecewise linear function), що складається з лінійних сегментів – прямих ліній. Один лінійний сегмент представляє функцію для значень x нижче x_0 , інший лінійний сегмент обробляє значення між x_0 і x_1 і так далі, і вони розташовані так, що з'єднуються в точках x_0, x_1, \dots , які називаються вузлами. Тобто метод MAR-splines дозволяє створити змінні, що містять лінійний сплайн: newvar1, . . . , newvar k , що, в свою чергу, включає лінійний сплайн oldvar із вузлами на вказаному №1, . . . , № $k-1$. Розташування та відстань між вузлами (критичними точками / розривами) визначається специфікацією параметрів nknots() і knots() [47].

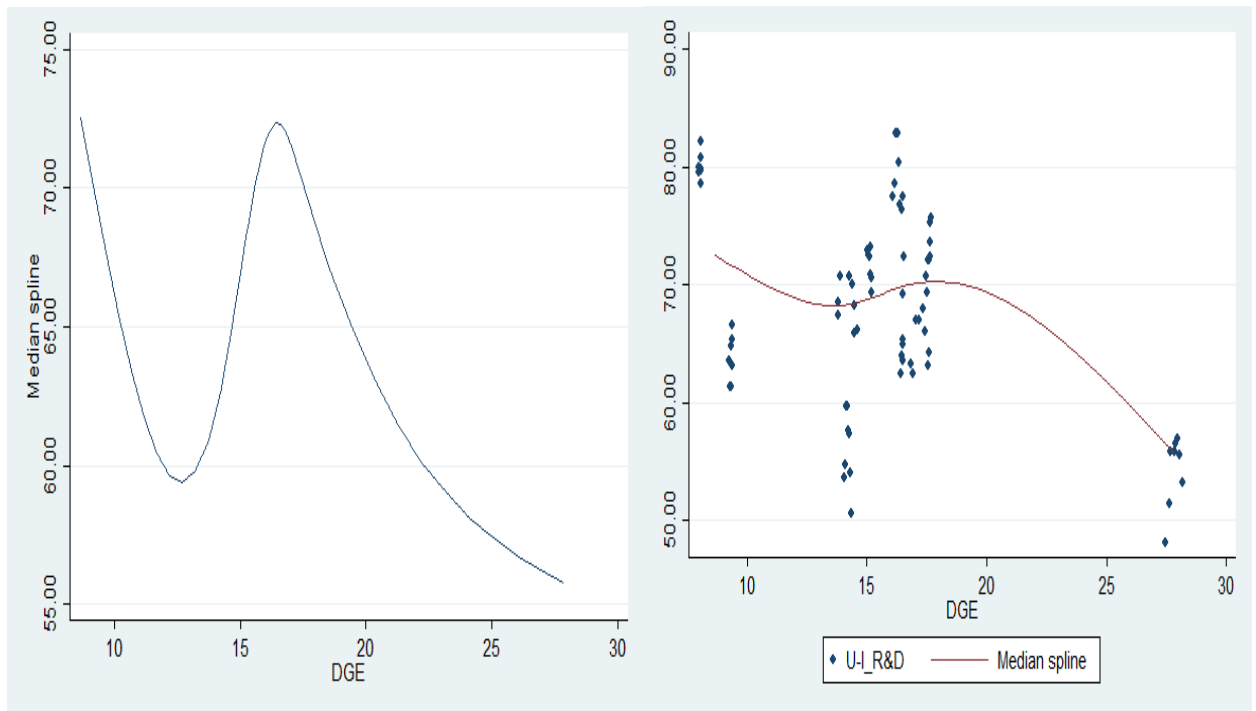


Рисунок 2.7 – Двосторонній медіанно-сплайновий графік для оцінки наявних розривів у рівні тінзації економіки (GERD_Edu) для забезпечення коопетиції «бізнес – освіта – наука» (DGE) (зліва – розкид, справа – лінія). Джерело: побудовано авторами з використанням інструментів пакету STATA

У таблиці 2.14 наведені узагальнені результати визначення вузлів / значень критичних точок сплайнів для кожного досліджуваного показника, для яких, у свою чергу, були створені по п'ять нових змінних ($k=5$), кількість вузлів становить чотири ($k-1$), як зазначалося вище згідно з методикою моделювання сплайнів.

Таблиця 2.14 – Результати визначення вузлів /критичних точок MAR-splines

Показник	Knot1 / вузел1	Knot2 / вузел2	Knot3 / вузел3	Knot4 / вузел4
SDG	78.32445	80.34556	82.36666	84.38777
UI_RD	55.12	62.04	68.96	75.88
GERD_Bus	48.74138	55.13509	61.5288	67.92252
GERD_Edu	22.73466	28.18627	33.63787	39.08947
DGE	12.01023	16.05361	20.09699	24.14037

Джерело: розраховано авторами з використанням інструментів пакету STATA

Далі для кожної пари результуючої – факторної змінної було побудовано лінійну регресійну модель з урахуванням впливу 5 новостворених змінних, що відповідають критичним точкам технологічних розривів / вузлам сплайнів. Усі моделі є статистично значущими і адекватними, що підтверджується одержаними показниками значущості $\text{Prob} > F$ (у всіх випадках 0.0000) та величиною коефіцієнтів детермінації (R-squared) (0.3803, 0.5471, 0.4381, 0.5978 відповідно). Після цього були перевірені одержані коефіцієнти моделей на статистичну значущість за оцінками р-значущості t-статистики ($P > |t|$) і відібрані ті, що не перевищують 0.05 (прийняття гіпотези достовірне на 95%), на підставі цього і було визначено критичні точки щодо значень досліджуваних показників. У таблиці 2.15 представлені узагальнені результати моделювання та оцінки наявних розривів та визначення критичних точок.

Таким чином, коопетиція бізнесу, освіти і науки (показник співпраці університетів з бізнес-промисловістю щодо наукових досліджень і розробок) сприяє підвищенню рівня сталого розвитку (зокрема, оцінці Індексу сталого розвитку) за умови, що значення показника співпраці університетів з бізнес-промисловістю щодо наукових досліджень і розробок буде в діапазоні критичних точок від 62.04 до 68.96 (при його зростанні на 1%, оцінка Індексу сталого розвитку в середньому зростає на 0,7%). У той же час, у діапазоні від 62.04 до 75.88 також має місце позитивний ефект, проте при переході через точку четвертого розриву / вузла знижується величина цього потенційно можливого зростання з 0,7% до 0,5%, що потребує додаткового дослідження одночасного впливу інших факторів та інших одержуваних ефектів. Тобто в цілому критичною точкою можна вважати значення – не менше 62.04.

У свою чергу, знайдені розриви й критичні точки і для факторів впливу на безпосередньо рівень коопетиції бізнесу, освіти і науки. Так, зростання рівня загальних витрат на наукові дослідження та розробки, представлених бізнес-сектором, на 1% позитивно впливає на рівень коопетиції бізнесу, освіти і науки, призводячи до його збільшення в середньому на 3,89%, якщо значення

показника загальних витрат на наукові дослідження та розробки, представлених бізнес-сектором, є не меншим за критичну позначку в 67.92.

Таблиця 2.15 – Матриця узагальнених результатів регресійного моделювання та оцінки наявних розривів і визначення критичних точок за допомогою MAR-splines

Показник: результуючий / факторний	Точка розриву 1 / значення коефіцієнту регресії	Точка розриву 2 / значення коефіцієнту регресії	Точка розриву 3 / значення коефіцієнту регресії	Точка розриву 4 / значення коефіцієнту регресії
SDG	55.12	62.04	68.96	75.88
UI_RD1				
UI_RD2		.6996585		
UI_RD3				
UI_RD4				.518114*
UI_RD5				
UI_RD	48.74138	55.13509	61.5288	67.92252
GERD_Bus1				
GERD_Bus2				
GERD_Bus3				
GERD_Bus4				3.889587
GERD_Bus5				
UI_RD	22.73466	28.18627	33.63787	39.08947
GERD_Edu1				
GERD_Edu2		2.474906		
GERD_Edu3				
GERD_Edu4				
GERD_Edu5				
UI_RD	12.01023	16.05361	20.09699	24.14037
DGE1	-7.831378			
DGE2				
DGE3			-4.510145*	
DGE4				
DGE5				

Джерело: розраховано авторами з використанням інструментів пакету STATA

Зростання рівня загальних витрат на наукові дослідження та розробки, представлених сектором освіти, на 1% також позитивно впливає на рівень коопетиції бізнесу, освіти і науки, призводячи до його збільшення в середньому на 2,47%, якщо значення показника загальних витрат на наукові

дослідження та розробки, представлених сектором освіти, належить діапазону критичних точок від 28.19 до 33.64.

Рівень тінізації економіки (за індикатором оцінки неформальної (тіньової) економіки) має зворотний вплив на впливає на рівень коопетиції бізнесу, освіти і науки. І відповідно детінізація економіки позитивно впливає на стимулювання коопетиції бізнесу, освіти і науки. Зокрема, зниження рівня тінізації на 1% призведе до зростання рівня коопетиції бізнесу, освіти і науки в середньому на 7,83% за умови, що оцінка рівня тінізації буде менше за показник критичної точки 12.01. У діапазоні від 12.01 до 20.09 теж спостерігається зворотна реакція між цими процесами, проте при переході на третій розрив величина виявленого впливу скоротиться з 7,83% до 4,5%.

2.5 Факторний аналіз, тригери покращення керованості системи та сценарії реалізації процесу трансферу інновацій

Трансфер інновацій – одна з місій університету, яка реалізується як в освітньому, так і науковому напрямках. У будь-якому випадку університетські освітні і наукові продукти є об'єктом комерційного трансферу. За освітні продукти для здобувачів вищої освіти сплачує держава, якщо мова йде про державне замовлення, та фізичні і юридичні особи. Освітні послуги для інших категорій (наприклад, навчання протягом життя) також реалізуються за кошти фізичних і юридичних осіб. Усе це, безперечно, відбувається в умовах конкурентного середовища з конкретно сформульованим технічним завданням (описом послуги) та результатами виконання завдання (критерії успішного випускника). Щодо наукових продуктів, то в цьому напрямку університети мають більш жорсткі правила конкуренції, бо окрім інших навчальних закладів і наукових установ на цьому ринку знаходиться бізнес, який несприйнятливий ні до чого, окрім показників соціально-економічної ефективності і ризиків її недосягнення. Університет із суто освітньої організації перетворюється на навчально-науково-виробничий комплекс,

підприємницький університет [48], у якому алгоритмізація процесу комерціалізації наукового продукту є суворою необхідністю.

Стратегії трансферу інновацій різноманітні і вибір конкретного шляху просування розробки чи послуги проводиться на основі багатофакторного аналізу. Цей аналіз може проводитись із використанням різних підходів, які в окремих випадках можуть принципово відрізнятись.

Почати слід із того, хто є «каталізатором» виходу продукції на ринок. В режимі «ринкової тяги» створення продукції ініціює споживач розробки або послуги, конкретний представник промисловості чи галузь промисловості, що потребує продукту. Режим «технологічний поштовх» передбачає ініціативу з боку розробника щодо започаткування нового сегменту надання послуг та створення продуктів для промисловості. Обидва режими базуються на глибокому аналізі обраного сегменту ринку, однак результатом аналізу в першому випадку є перелік підприємств, що потребують конкретних розробок, а у другому – перелік об'єктів, де можливе вбудовування розробки. «Ринкова тяга» передбачає отримання від замовника технічного завдання і в рамках виконання цього технічного завдання можливе впровадження інновації як розробки в цілому, так і окремих її частин. «Технологічний поштовх» більш сприятливий для створення інновацій, однак пов'язаний із ризиками на етапі впровадження та визначення показників ефективності.

Для подальшої класифікації стратегій потрібно розставити деякі акценти в понятійному апараті. Слід чітко розрізняти поняття «інновація» та «винахід». У першому випадку мова йде про вже розроблене рішення, яке впроваджено чи знаходиться на етапі впровадження, і економічна ефективність та соціальна значущість якого є вищою за аналоги або не має аналогів. Винахід – ідея, на основі якої відбувається підвищення економічної ефективності та соціальної значущості. Ідея лежить в основі інновації і винахід як об'єкт права інтелектуальної власності є першим етапом впровадження інновації. Це технологія створення або функціонування інновації. Ці ідеї народжуються в переважній більшості в наукових підрозділах та лабораторіях

університетів; цей факт зумовлює актуальність початку трансферу з «місця народження». Таким чином, трансфер певного продукту на шляху «наука – виробництво» може розвиватись як трансфер технологій або трансфер інновацій. У будь-якому випадку цей процес є комерціалізацією результатів науково-технічної діяльності виконавця розробки чи послуги.

Комерціалізація результатів наукових досліджень може бути реалізована один з наведених нижче способів [49]:

- надання послуг та виконання науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт на замовлення;
- передача прав на результати інтелектуальної діяльності з різним варіантами розподілу майнових прав;
- організація виробництва продукції на основі захищеного права інтелектуальної власності.

Кожний із способів реалізується за допомогою «ринкової тяги», «технологічного поштовху» або комбінації цих стратегій, як це показано на рисунку 2.8 в застосуванні до підприємницького університету.

Однак на шляху від ідеї до її комерціалізації лежать ряд бар'єрів:

- відсутність спільної мови між авторами винаходу та інвесторами, бо автори пропонують опис унікальності розробки, а інвестори з'ясовують фінансові умови та ризики впровадження;
- складність для вченого одночасно бути вченим та бізнесменом, що спричиняє нерозуміння деталей трансферу;
- намагання вчених опублікувати прикладні результати досліджень до того, як вони захистили право інтелектуальної власності на винахід. Наслідком цього є оприлюднення інформації про винахід, яка в подальшому не дає автору можливості запатентувати свою ідею;
- низький рівень мотивації вчених займатись процесом трансформації винаходу в інновацію внаслідок недостатнього фінансування, володіння даними про низький відсоток комерціалізації винаходів тощо;

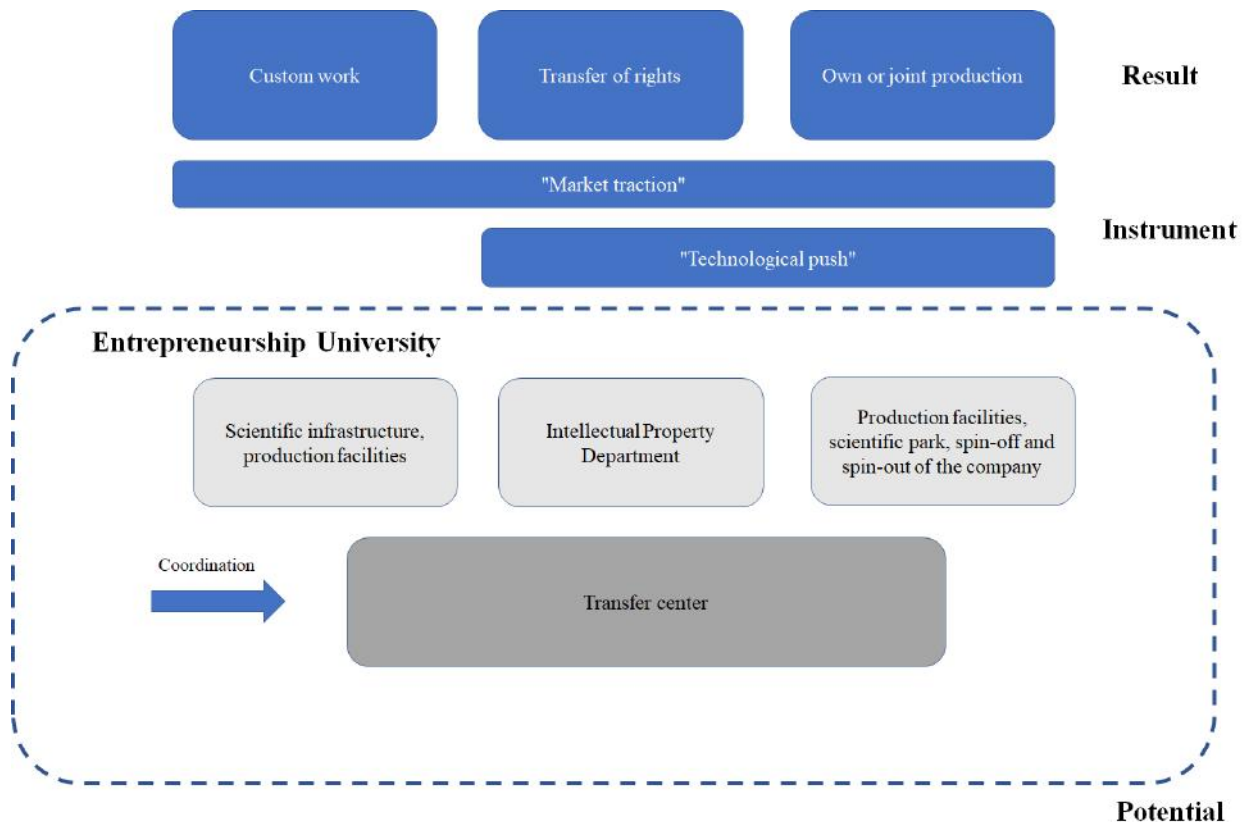


Рисунок 2.8 – Комерціалізація результатів наукових досліджень у підприємницькому університеті. Джерело: побудовано авторами.

- егоїзм вченого, який не має змоги самостійно розробити дорожню карту комерціалізації його винаходу, однак не звертається до спеціалістів із трансферу через те, що за свої послуги вони мають отримати винагороду;
- винахід не доведений до рівня комерціалізації та не може отримати позитивний висновок від замовника через відсутність результатів технологічного аудиту, плану комерціалізації тощо;
- винаходи (при будь-якій стратегії їх комерціалізації, «ринкової тяги» чи «технологічного поштовху») створюються без урахування попиту ринку;
- університети і наукові установи не готові до діяти в умовах конкуренції між собою і конкуренції з боку науково-дослідницьких центрів промислових підприємств;
- університети і наукові установи неохоче створюють кластери для вирішення міждисциплінарних завдань та розробки проектів «під ключ»;

– для майбутньої комерціалізації винаходу та перетворення його в інновацію потрібне додаткове фінансування, яким не завжди володіє університет чи наукова установа;

– через брак даних аналізу ринку винахід не може бути впроваджений ні як відповідь на запит («ринкова тяга»), ні як пропозиція («технологічний поштовх»).

В описаній ситуації оптимальним рішенням є застосування інструменту оцінки рівня винаходу і перспективи його перетворення на інновацію. Цей інструмент має стати «спільною мовою» між авторами винаходу та перспективними замовниками продукту. При цьому увага має бути приділена як внутрішнім, так і зовнішнім факторам, які супроводжують процес створення інновації із винаходу та подальшої її комерціалізації. Для успішної реалізації процесу трансферу інновацій потрібен також інструмент, який зможе оцінити інновацію і перспективи її впровадження на ринок за рядом конкретних показників. Ці показники мають бути визначені або за шкалою оцінок або за конкретними ознаками відповідності показника тому чи іншому рівню. Інструмент має описувати стратегію трансферу інновації і одночасно визначати рівень продукту:

1. Технологічний рівень готовності.
2. Інноваційний рівень готовності.

Серед великої кількості підходів до аналізу внутрішніх і зовнішніх факторів впливу на процес прийняття рішення для аналізу у застосуванні до трансферу інновацій були обрані лише окремі інструменти. Основний критерій вибору наведеного нижче переліку інструментів – можливість їх застосування для оцінки перспектив перетворення винаходу в інновацію з подальшим виходом на ринок.

Підходи до аналізу факторів впливу при прийнятті рішень можуть бути класифіковані наступним чином.

1. Підходи якісного аналізу:
 - SWOT [50, 51];

- PEST, PESTEL, PESTELI, STEEP, LONGPESTEL [52, 53];
- SMART [54];

2. Підходи пошуку причинно-наслідкових зав'язків та контролю якості:

- метод Ісікави [55, 56];
- Цикл Демінга-Шухарта [57].

3. Підходи, що передбачають стратегічний аналіз із отриманням якісних показників елементів стратегії:

- матриця Ансоффа [58];
- матриця Абеля [59];
- Balanced scorecard measures [60];
- матриця GE McKinsey [61];
- матриця SPACE [62];

Перша група підходів дозволяє оцінити внутрішній та зовнішній ландшафт перспективності/безперспективності прийняття рішення, однак не оперує параметрами, які безпосередньо відносяться до характеристик винаходу і стадії його можливого перетворення в інновацію.

Друга група підходів дозволяє більш глибоко оцінити ризики на шляху появи інновації та визначити, яким критеріям повинен відповідати винахід, щоб стати інновацією. Однак цей підхід є суб'єктивним, адже аналіз проводить лише автор винаходу.

Третя група підходів є найбільш прийнятною для впровадження для процесів трансферу інновацій. Ці підходи можуть враховувати дві (матриця Ансоффа), три (матриця Абеля і чотири (Balanced scorecard measures) групи факторів, визначати інтервальне значення групи факторів для розширення стратегічних позицій (матриця GE McKinsey). У той же час, запропоновані методи характеризуються переважно якісними показниками оцінки та врахуванням думки експертів, що також надає елементів суб'єктивності результатам аналізу. У цих методах також не враховується значимість факторів в кожній групі.

Тим не менш, наприклад, матриця SPACE у разі вдосконалення підходу до її застосування (визначення ступеню важливості того чи іншого фактору за думками експертів, кількісна оцінка факторів, параметрична ідентифікація моделі трансферу інновацій) може стати надійним інструментом для використання в побудові дорожніх карт виходу інновацій, створених в університеті чи науковій установі, на ринок.

Вибір стратегії для реалізації трансферу інновацій пропонується проводити на основі матриці SPACE, у якій університет буде описаний в якості підприємницького. Підхід до використання цієї матриці буде вдосконалений, щоб забезпечити кількісну оцінку показників вибору стратегії та компенсувати недоліки, відзначені вище. Одночасно з цим пропонується визначати технологічний та інноваційний рівень готовності винаходу до впровадження. Таким чином створюється багатофакторна модель алгоритму прийняття рішення про стратегію виходу винаходу на ринок, опис якої буде представлено нижче.

Схематично модель SPACE-RL можна представити у вигляді, наведеному на рисунку 2.9.

Модель має три площини. В умовно нижній (за формальним розташуванням у просторі на рисунку) площині в якості інструменту вибору стратегії використано матрицю SPACE. В умовно верхній площині відбувається визначення технологічного та інноваційного рівня розробки. Середня площина використовується для співставлення результатів аналізу рівня готовності винаходу і визначення, чи це технологія (без інноваційних рішень) чи інновація.

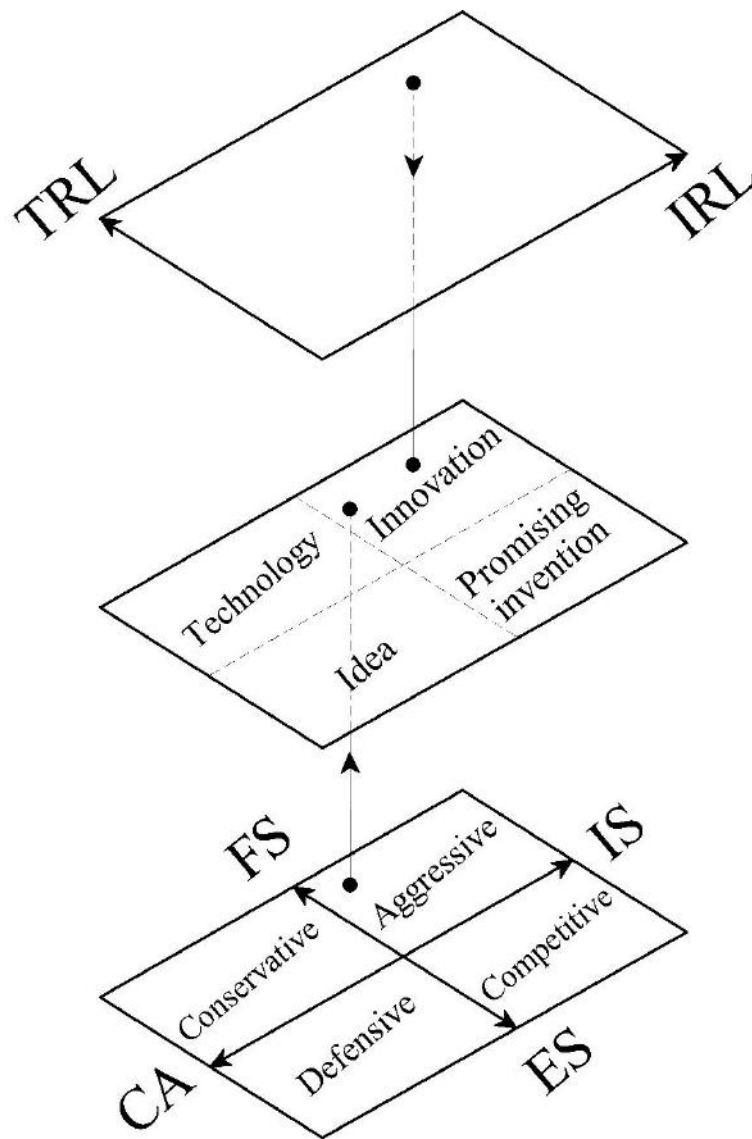


Рисунок 2.9 – Модель SPACE-RL: CA – competitive advantage (конкурентна перевага); FS – financial strength (фінансова стійкість); ES – environmental stability (екологічна стійкість); IS – industry strength (потужність галузі); TRL – technology readiness level (технологічний рівень готовності); IRL – innovation readiness level (інноваційний рівень готовності). Джерело: побудовано авторами

Модель працює таким чином. На першому етапі за допомогою матриці SPACE визначається тип стратегії виходу наукового продукту на ринок. Оригінальність підходів в використанні матриці SPACE полягає в наступному:

- матриця застосовується для опису бізнес-процесів саме в підприємницькому університеті;

– ступінь суб’єктивності вибору факторів для кожної із зазначеної в матриці групи зменшується за рахунок вибору тих факторів, вплив яких на процес створення інновації підтверджений статистично. Наприклад, таким підтвердженням можуть бути дані Глобального інноваційного індексу (Global Innovation Index) (рис. 2.10) або дані рейтингових агентств, у методиці яких визначено ключові фактори для кожної групи матриці SPACE;

– вагомість обраних для вироблення стратегії факторів визначається експертами ринку та представниками потенційних чи реальних замовників. При цьому обов’язково визначається міра узгодженості думки експертів за допомогою коефіцієнту конкордації Кендалла [63], отриманого на основі матриці оцінки експертів (табл. 2.16). При цьому експерт має право визнати декілька факторів рівнозначними, надавши їм однаковий ранговий номер;

– фактори для кожної групи мають чисельне значення та шкалу оцінки в діапазоні «мінімум – максимум». Прикладом такого фактору може бути один із індикаторів формули розподілу видатків державного бюджету на вищу освіту між закладами вищої освіти [64]:

Sub-pillar	Institutions	and research	Infrastructure	sophistication	sophistication	outputs	outputs
1.1. Political environment	0.95	0.79	0.86	0.71	0.79	0.70	0.79
1.2. Regulatory environment	0.92	0.71	0.72	0.62	0.74	0.66	0.72
1.3. Business environment	0.85	0.67	0.70	0.62	0.66	0.64	0.63
2.1. Education	0.57	0.77	0.55	0.38	0.52	0.50	0.52
2.2. Tertiary education	0.63	0.81	0.67	0.50	0.51	0.53	0.56
2.3. Research and development (R&D)	0.75	0.88	0.77	0.73	0.87	0.86	0.74
3.1. Information and communication technologies (ICTs)	0.80	0.82	0.93	0.72	0.74	0.72	0.79
3.2. General infrastructure	0.57	0.55	0.68	0.50	0.53	0.52	0.51
3.3. Ecological sustainability	0.63	0.53	0.75	0.44	0.58	0.55	0.66
4.1. Credit	0.63	0.53	0.55	0.86	0.57	0.50	0.58
4.2. Investment	0.46	0.38	0.36	0.68	0.43	0.36	0.34
4.3. Trade, competition, and market scale	0.52	0.65	0.72	0.70	0.62	0.63	0.61
5.1. Knowledge workers	0.77	0.81	0.77	0.68	0.88	0.77	0.73
5.2. Innovation linkages	0.58	0.50	0.53	0.52	0.77	0.60	0.64
5.3. Knowledge absorption	0.64	0.64	0.63	0.56	0.84	0.79	0.64
6.1. Knowledge creation	0.68	0.78	0.66	0.63	0.81	0.90	0.79
6.2. Knowledge impact	0.54	0.61	0.62	0.47	0.62	0.79	0.62
6.3. Knowledge diffusion	0.62	0.61	0.62	0.54	0.73	0.81	0.59
7.1. Intangible assets	0.60	0.60	0.69	0.55	0.64	0.65	0.89
7.2. Creative goods and services	0.70	0.65	0.72	0.63	0.68	0.70	0.83
7.3. Online creativity	0.82	0.74	0.76	0.62	0.81	0.77	0.85

Рисунок 2.10 – Статистична узгодженість у Глобальному інноваційному індексі: кореляція між допоміжними та основними стовпами

Таблиця 2.16 – Створення матриці для розрахунку міри узгодженості думки експертів за допомогою коефіцієнту конкордації Кендалла: x_i – номер фактору; N_i – номер місця за думкою експерта

Експерт Фактор	1	2	3	4
x_1	N_1	N_3	N_2	N_4
x_2	N_2	N_1	N_3	N_3
x_3	N_3	N_4	N_1	N_2
x_4	N_4	N_2	N_4	N_1

Джерело: сформовано авторами

«Показник наукової діяльності закладу вищої освіти визначається залежно від обсягу надходжень до спеціального фонду за результатами наукових та науково-технічних робіт за проектами міжнародного співробітництва, за результатами наукових і науково-технічних робіт за господарськими договорами та за результатами надання наукових послуг на одного науково-педагогічного працівника за основним місцем роботи (ОНП_i) у середньому за попередні три календарні роки і приймається рівним:

- 1 - якщо ОНП_i не перевищує 500 гривень на одну особу;
- 1,1 - якщо ОНП_i дорівнює 501-2000 гривень на одну особу;
- 1,2 - якщо ОНП_i дорівнює 2001-5000 гривень на одну особу;
- 1,3 - якщо ОНП_i дорівнює 5001-10 000 гривень на одну особу;
- 1,4 - якщо ОНП_i дорівнює 10 001-20 000 гривень на одну особу;
- 1,5 - якщо ОНП_i перевищує 20 001 гривень на одну особу».

На другому етапі визначається технологічний і інноваційний рівень готовності винаходу до впровадження за конкретно визначеними показниками відповідності кожного рівня для TRL та IRL [65], наприклад, із використанням спеціалізованих калькуляторів [66]. Приклад показників відповідності конкретному рівню TRL показано на рисунку 2.11.

AFRL Transition Readiness Level Calculator, version 2.2

Summary

Reset All

Use Manufacturing Hide Blank Rows
 No Manufacturing Blank Rows

Use Programmatics % Complete is now set at:
 No Programmatics 100%

Green set point is: 100% Yellow set point is: 50% Change set points on Summary sheet.

Hardware Calculator

Only Hardware
 Only Software
 Hardware & Software

Technology Readiness Level Achieved: **4** Technical: **3**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Do you want to assume completion of TRL 3? **Reset Level 3**

H/SW Both	Ques Catgry	% Complete		TRL 3 (Check all that apply or use slider for % complete)
B	T	100	<input checked="" type="checkbox"/>	Academic environment
H	T	100	<input checked="" type="checkbox"/>	Predictions of elements of technology capability validated by Analytical Studies
H	T	100	<input checked="" type="checkbox"/>	Science known to extent that mathematical and/or computer models and simulations are possible
H	T	100	<input checked="" type="checkbox"/>	Predictions of elements of technology capability validated by Modeling and Simulation
H	M	100	<input checked="" type="checkbox"/>	No system components, just basic laboratory research equipment to verify physical principles
B	T	100	<input checked="" type="checkbox"/>	Laboratory experiments verify feasibility of application
H	T	100	<input checked="" type="checkbox"/>	Predictions of elements of technology capability validated by Laboratory Experiments
B	T	100	<input checked="" type="checkbox"/>	Cross technology effects (if any) have begun to be identified
H	M	100	<input checked="" type="checkbox"/>	Design techniques have been identified/developed
B	T	100	<input checked="" type="checkbox"/>	Paper studies indicate that system components ought to work together
B	T	100	<input checked="" type="checkbox"/>	Metrics established
H	M	100	<input checked="" type="checkbox"/>	Current manufacturability concepts assessed
H	M	100	<input checked="" type="checkbox"/>	Producibility needs for key breadboard components identified
B	T	100	<input checked="" type="checkbox"/>	Scientific feasibility fully demonstrated
B	T	100	<input checked="" type="checkbox"/>	Analysis of present state of the art shows that technology fills a need
			<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	

Рисунок 2.11 – Розрахунок TRL винаходу за допомогою онлайн-калькулятора. Джерело: сформовано авторами

Етап співставлення дозволяє визначити співвідношення можливостей для впровадження інновації із реальним станом її розробки. Співставлення може виглядати так, як це показано на рисунку 2.12.

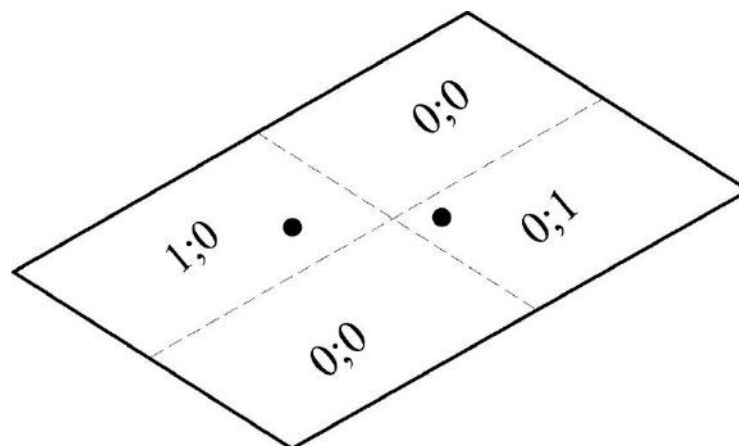


Рисунок 2.12 – Співставлення результатів визначення стратегії та рівня готовності винаходу: перша цифра – TRL-IRL, друга цифра – SPACE; 0 – невідповідність, 1 – відповідність. Джерело: побудовано авторами

Результати співставлення дозволяють визначити подальші дії (у тому числі для досягнення конкретних числових показників, закладених в матрицю SPACE) щодо вибору бажаної стратегії на основі оцінки рівня готовності винаходу. Інший варіант – визначення конкретних заходів щодо зміни рівня готовності винаходу задля досягнення бажаної стратегії впровадження. При цьому проводиться вибір шляху комерціалізації (або комбінація шляхів) та відповідного режиму виходу продукту на ринок («ринкова тяга» чи «технологічний поштовх»). У разі співпадіння обох результуючих точок шлях комерціалізації визначається одразу (із можливістю його зміни за рахунок розробки дорожньої карти заходів переходу в іншу категорію у разі незадоволення результатами моделювання).

У якості інструменту коригування стратегії просування винаходу на ринок можливе використання параметричної ідентифікації моделі виходу продукції на ринок за визначеною на основі матриці SPACE стратегією (у разі, якщо вона приймається у якості кінцевої). Параметрична ідентифікація проводиться на основі моделі розрахунку економічних показників впровадження винаходу, а також експериментальних даних – реальних економічних характеристик впровадження аналогів розробки або впровадження на конкретному ринку.

Параметрична ідентифікація дозволяє визначити нев'язку моделі та експерименту із визначенням заходів що до усунення цієї нев'язки шляхом коригування математичної моделі. Фактично процес трансферу технологій подається для аналізу у вигляді «чорної», «сірої» або «білої» скрині залежно від повноти математичного опису.

Процес параметричної ідентифікації можна представити у вигляді, наведеному на рисунку 2.13.

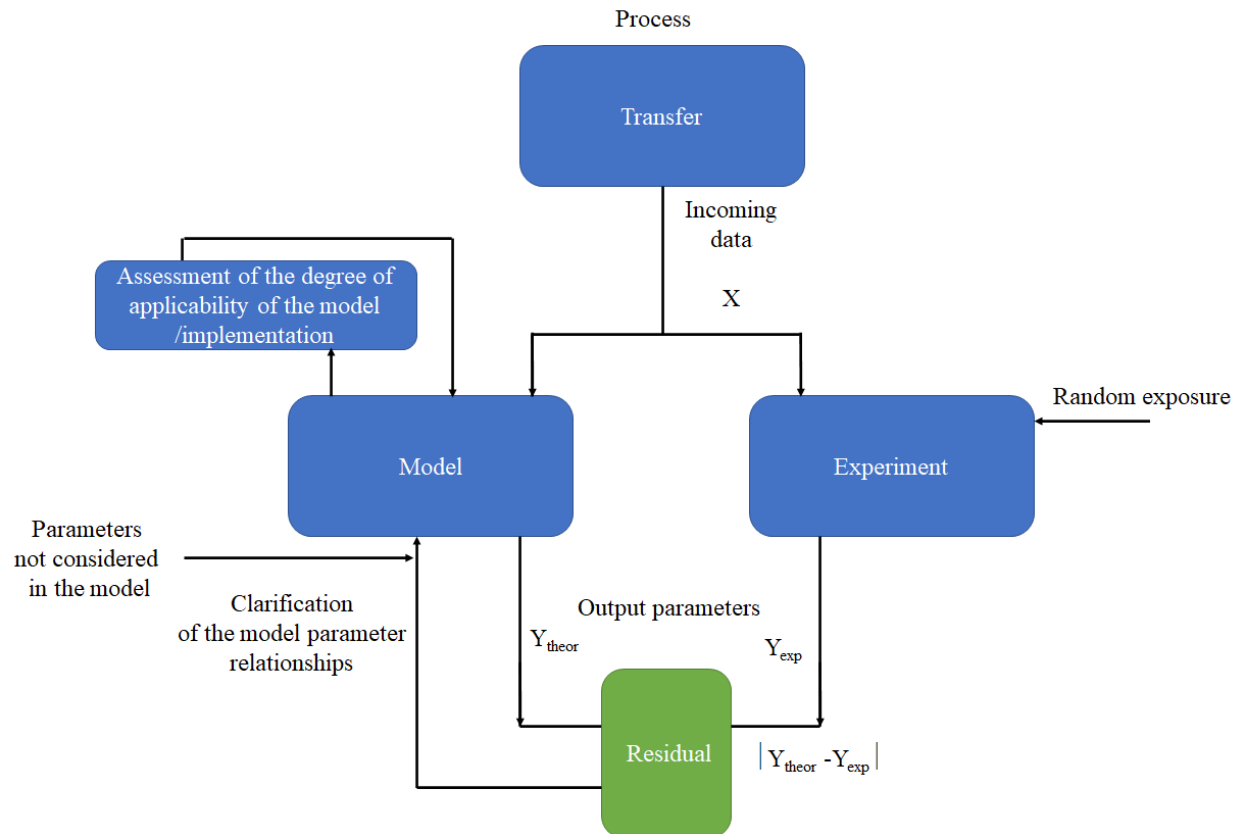


Рисунок 2.13 – Параметрична ідентифікація моделі трансферу технологій. Джерело: побудовано авторами

Таким чином, запропоновано комбіновану модель SPACE-RL оцінки перспектив впровадження нових наукових «продуктів» з огляду на зовнішні та внутрішні фактори впливу.

Матриця SPACE із інструменту суб'єктивної оцінки на основі якісних показників, які визначають експерти, перетворилась на модель SPACE-RL, у якій стає можливим співставлення можливостей підприємницького університету з точки зору стратегії виведення винаходу на ринок та реального рівня готовності винаходу до того, щоб стати інновацією. Модель SPACE-RL максимально об'єктивує процес трансферу інновацій, зменшуючи вплив якісних факторів на прийняття рішення.

ВИСНОВКИ

У роботі досліджено методологічні засади, методичний інструментарій та підходи до формування коопетиційної взаємодії елементів системи «бізнес – освіта – наука» в процесі трансферу інновацій для національної безпеки та сталого розвитку на основі бібліометричного аналізу результатів попередніх досліджень та публікацій з використанням інструментарію наукометричних баз даних, програмних продуктів VosViewer, Bibliometrix та мови програмування R, аналіз трипольного графіку (діаграми Санкі), і аналітичного аналізу за допомогою інструменту Google Trends. У результаті було сформовано кластери міждисциплінарних досліджень, знайдено точки перетину та альтернативи розвитку.

Проаналізовано існуючі проблемні вузли трансферу інновацій та коопетиційної акселерації з урахуванням відкритості системи «бізнес-освіта-наука» до інновацій. Здійснено компаративний, статистичний та динамічний аналіз розвитку коопетиції бізнесу, освіти і науки, у тому числі в Україні та 10 країнах-лідерах за рівнями сталого та інноваційного розвитку. Проведено кластерний аналіз країн за ефективністю зайнятості населення у високотехнологічних та наукомістких сферах бізнесу за методом Уорда. Це дозволило визначити тригери та оцінити потенційні можливості підвищення трансферу інновацій та коопетиційної акселерації.

Виявлені закономірності прямих та зворотних реакцій в коопетиційній взаємодії «бізнес-освіта-наука» з урахуванням конгруентності цілей сталого розвитку. Здійснено кореляційний аналіз, факторний аналіз з урахуванням результатів опису якості ознакового простору за допомогою дескриптивної статистики, діаграми розмаху для оцінки аномальних значень, тестування Кайзера-Майєра-Олкіна та тесту Бартлетта із використанням програмного забезпечення Statgraphics Centurion 19, моделювання на основі множинної регресії та векторної авторегресії, тест Грейнджера із застосуванням програмного забезпечення Statgraphics, STATA. У результаті було з'ясовано

причинно-наслідкові зв'язки, виявлено напрямок впливу в системі «бізнес-освіта-наука» з урахуванням рівня детінізації економіки для сталого розвитку країни. Формалізовано та оцінено вплив коопетиції «бізнес – освіта – наука» на сталий розвиток на основі регресійної моделі системної динамічної оцінки панельних даних.

Сформульовано методологічні засади ідентифікації технологічних розривів. Визначено критичні точки та точки розриву за допомогою MAR-splines. Розроблені науково-методичні підходи до визначення базових тригерів підвищення ступеня керованості процесом трансферу інновацій на основі моделювання та багатофакторного аналізу, аналізу сценаріїв керування процесом трансферу інновацій. У результаті було розроблено комбіновану модель SPACE-RL оцінки впровадження нових наукових продуктів з огляду на параметричну ідентифікацію зовнішніх та внутрішніх факторів впливу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. UNDESA. URL: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
2. The Sustainable Development Goals Report 2021. United Nations Publications, UNDESA, New York, United States of America. URL: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2021.pdf>
3. Sachs, J.D., Lafortune, G., Kroll, C., Fuller, G. and Woelm, F. Sustainable Development Report 2022. From Crisis to Sustainable Development: the SDGs as Roadmap to 2030 and beyond. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 2022. URL: <https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment.report/2022/2022-sustainable-development-report.pdf>
4. Global Innovation Index 2021. Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis. 14th Edition. WIPO, Geneva 20, Switzerland. URL: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf
5. Scopus database. 2017-2022. URL: <https://www.scopus.com/sources.uri>.
6. Web of Science database. 2017-2022. URL: <https://mjl.clarivate.com/search-results>
7. Mendeley database. 2017-2022. URL: <https://www.mendeley.com/search/?page=1&query=business%20and%20education&sortBy=relevance>
8. Aria, M., & Cuccurullo, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. Journal of Informetrics. 2017. №11(4). P. 959-975. URL: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
9. Marcia J. Bates, Mary Niles Maack. Encyclopedia of Library and Information Sciences. 3rd Edition. Boca Raton, 2015. 6106 p. <https://doi.org/10.1201/9780203757635>
10. Розрахунок індексу Гірша. URL: <https://mdpu.org.ua/nauka/na-dopomogu-naukovtsyam/rozrahunok-indeksa-hirsha/>

11. The SDG Database. Retrieved from: <https://dashboards.sdgindex.org/explorer>
12. GII. The interactive database of the GII indicators. Retrieved from: <https://www.globalinnovationindex.org/analysis-indicator>
13. TCdata360. The World Bank Database. University-industry collaboration in Research & Development. Retrieved from: https://tcdata360.worldbank.org/indicators/h4247b4d7?country=BRA&indicator=604&viz=line_chart&years=2007,2017
14. Онлайн-майданчик платформи «Science 2 Business». URL: <https://s2b.nauka.gov.ua/>
15. Щитов Д.Н., Мешко Н.П. Зайнятість населення Європейського Союзу в сфері високотехнологічних послуг. *Стратегія економічного розвитку країн в умовах глобалізації: збірник тез доповідей III Міжн. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів*, 2012. URL: http://confcontact.com/2012_02_17/2012_strategy1/59_Shchitov.htm
16. Антонюк В. П., Щетініна Л. В. Трансформація зайнятості за видами економічної діяльності як індикатор структурних зрушень в економіці України. *Проблеми економіки*. 2017. №4. С. 62-70.
17. Кластерний аналіз. URL: https://pidru4niki.com/11800912/ekonomika/klasterniy_analiz
18. Методи кластерного аналізу. Класифікація без навчання. URL: <http://ebooks.git-elt.hneu.edu.ua/babap/4-id4.html>
19. Eurostat database. 2021. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>
20. OECD.Stat database. 2021. Retrieved from: <https://stats.oecd.org/>
21. TCdata360. University-industry collaboration in Research & Development. World Bank URL: https://tcdata360.worldbank.org/indicators/h4247b4d7?country=BRA&indicator=604&viz=line_chart&years=2007,2017
22. Informal Economy Database. World Bank. URL: <https://www.worldbank.org/en/research/brief/informal-economy-database>

23. Elgin, C., M. A. Kose, F. Ohnsorge, and S. Yu. Understanding Informality. *CERP Discussion Paper*, 16497. Centre for Economic Policy Research, London, 2021.
24. Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*. 1965. № 52(3/4). P. 591-611.
25. Pearson, K. VII. Mathematical contributions to the theory of evolution-III. Regression, heredity, and panmixia. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, containing papers of a mathematical or physical character*. 1896. № 187. P. 253-318.
26. Spearman, C. The proof and measurement of association between two things. *The American Journal of Psychology*. 1987. №100(3/4). P. 441-471.
27. Granger, C. W. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1969. P. 424-438.
28. Stata Manuals. Pairwise Granger causality tests after var or svar. URL: <https://www.stata.com/manuals/tsvargranger.pdf>
29. Anderson, T. W., and Hsiao, C. Estimation of dynamic models with error components. *Journal of the American Statistical Association*. 1981. №76. P.598-606. URL: <https://doi.org/10.2307/2287517>
30. Arellano, M., and Bond, S. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies*. 1991. №58. P.277-297. URL: <https://doi.org/10.2307/2297968>
31. Arellano, M., and Bover, O. Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*. 1995. №68. P.29-51. URL: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01642-D](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01642-D)
32. Blundell, R. W., and Bond, S. Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*. 1998. №87. P.115-143. URL: [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8)

33. STATA. Arellano–Bover/Blundell–Bond linear dynamic panel-data estimation. URL: <https://www.stata.com/manuals/xtxtdpdsys.pdf>
34. Overall ease of doing business score as of current data. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/IC.BUS.DFRN.XQ>
35. School enrollment, primary. URL: <https://data.worldbank.org/topic/education>
36. Enrolment in tertiary education, all programmes. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SE.TER.ENRR>
37. Tertiary education, academic staff. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SE.TER.TCHR.FE.ZS>
38. Digital Evolution Score. URL: <https://sites.tufts.edu/digitalplanet/digitalintelligence/>
39. Human Development Index. URL: <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI>
40. New businesses registered. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/IC.BUS.NREG>
41. Digital Trust. URL: <https://sites.tufts.edu/digitalplanet/digitalintelligence/>
42. Financial literacy index. URL: https://gflec.org/wp-content/uploads/2015/11/3313-Finlit_Report_FINAL-5.11.16.pdf
43. Government expenditure on education as % of GDP. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SE.XPD.TOTL.GD.ZS>
44. Twoway median-spline plots. URL: <https://www.stata.com/manuals/g2graphtwowaymspline.pdf>
45. GERD performed by the Business Enterprise sector. URL: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/percentage-of-gross-domestic-expenditure-on-r-d-gerd-performed-by-the-business-enterprise-sector_b004f348-en
46. GERD performed by the Higher Education sector. URL: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/percentage-of-gross-domestic-expenditure-on-r-d-gerd-performed-by-the-higher-education-sector_58e51c1c-en
47. Linear and restricted cubic spline construction. URL: <https://www.stata.com/manuals13/rmkspline.pdf>

48. Rhiannon P., Wadid L., Sarah J., & Eleanor H. The entrepreneurial university and the region: what role for entrepreneurship departments? *European Planning Studies*, 2018. № 26:9. P. 1835-1855. URL: <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1447551>
49. Caulfield, T., & Ogbogu, U. The commercialization of university-based research: Balancing risks and benefits. *BMC Med Ethics*. 2015. № 16. P. 70. URL: <https://doi.org/10.1186/s12910-015-0064-2>
50. Satria, R. & Shahbana, E. SWOT Analysis of Strengthening Education Character in Junior High School. *Jurnal Iqra': Kajian Ilmu Pendidikan*. 2020. Vol. 5, №. 2. P. 56-67. URL: <https://doi.org/10.25217/ji.v5i2.827>
51. Ali, G., Buruga, B.A., & Habibu, T. SWOT Analysis of Blended Learning in Public Universities of Uganda: A Case Study of Muni University. *J*. 2019. Vol. 2. P.410-429. URL: <https://doi.org/10.3390/j2040027>
52. Graham, D. PESTE Factors in Developing a Framework for E-Learning. *E-Learning and Digital Media*. 2007. Vol. 4. No. 2. P. 194-201. URL: <https://doi.org/10.2304/elea.2007.4.2.194>
53. Graham, D. PESTEL factors for e-learning revisited: The 4Es of tutoring for value added learning. *E-Learning and Digital Media*. 2018. Vol. 15. No. 1. P. 17-35. URL: <https://doi.org/10.1177/2042753017753626>
54. Bjerke, M.B., & Renger, R. Being smart about writing SMART objectives. *Evaluation and Program Planning*. 2017. №61. P.125-127. URL: <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2016.12.009>
55. Milosavljevic, P., Pavlovic D, Rajic, M., Pavlovic, A. and Fragassa, C. Implementation of quality tools in higher education process. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*. 2018. Vol. 28. №1. P.24-36. URL: <https://doi.org/10.1504/IJCEELL.2018.090248>
56. Reilly, J.B., Myers, J. S., Salvador, D., & Trowbridge, R. L. Use of a novel, modified fishbone diagram to analyze diagnostic errors. *Diagnosis*. 2014. Vol. 1. № 2. P.167-171. URL: <https://doi.org/10.1515/dx-2013-0040>

57. Aggarwal, A.K. Using Deming's Cycle for Improvement in a Course: A Case Study. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*. 2020. Vol. 15. № 3. P. 31-45.
58. Ecobici, M.L. The Use Of Ansoff Matrix In The Field Of Business. *Annals - Economy Series, Constantin Brancusi University, Faculty of Economics*. 2017. №2. P.141-149.
59. Abell, D. The past, present, and future of strategy: broadening challenges; advancing insight. *Revista Ibero Americana de Estrategia*. 2014. №13(3). P. 7-18.
60. Farooq, A., & Hussain, Z. Balanced scorecard perspective on change and performance: a study of selected Indian companies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2011. №24. P. 754-768. URL: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.09.043>
61. Tsakalerou, M. Multi-variable analysis and modelling of intellectual capital effects on firm performance. *International Journal of Learning and Intellectual Capital*. 2015. №12(4). P. 372-385.
62. Pyo, N.H.L. The SPACE (Strategic Position and Action Evaluation)-Driven Strategic Insight for the Pineapple Manufacturers and Traders. *International Journal of Multidisciplinary in Management and Tourism*. 2022. № 4(1). P. 28-40.
63. Field, A.P. Kendall's Coefficient of Concordance. In *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online* (eds N. Balakrishnan, T. Colton, B. Everitt, W. Piegorisch, F. Ruggeri and J.L. Teugels). 2014. URL: <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat06537>
64. About state budget expenditures distribution amongst higher education institutions based on educational, scientific and international activity indicators: Decree of Cabinet of Ministers of Ukraine. 24.12.2019, № 1146. *Official Herald of Ukraine*. 2020. №4. P. 424.
65. Lavoie, J.R. & Daim, T.U. Technology Readiness Levels Improving R&D Management: A Grounded Theory Analysis. *2017 Portland International*

Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET),
Portland. 2017. P. 1-9.

66. Technology Readiness Level (TRL) Calculator. 2021. URL:
<https://www.dau.edu/cop/stm/lists/tools/allitems.aspx>

ДОДАТКИ
ДОДАТОК А
УЗАГАЛЬНЕННЯ ОСНОВНИХ ФУНКЦІЙ ПАКЕТУ BIBLIOMETRIX
ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Таблиця А.1 – Узагальнення основних функцій пакету Bibliometrix для проведення дослідження

Етапи робочого процесу	Функція Bibliometrix	Опис
Завантаження та конвертація даних	Convert2df()	Створює рамку бібліографічних даних
Аналіз даних Описовий бібліометричний аналіз	biblioAnalysis() Summary() and plot() citations() localCitations() dominance() Hindex() lotka()	Повертає об'єкт класу bibliometrix Узагальнюють основні результати бібліометричного аналізу Визначає найбільш цитовані посилання або авторів Визначає найбільш цитованих місцевих авторів Розраховує рейтинг домінування авторів Вимірює продуктивність і вплив цитування вченого Оцінює коефіцієнти закону Лотки для наукової продуктивності
Аналіз даних Витяг терміну	termExtraction()	Виділяє терміни з текстових полів (тези, заголовки, ключові слова автора тощо) бібліографічного зібрання
Аналіз даних Двосторонні мережі	cosMatrix()	Обчислює двосторонню мережу
Аналіз даних Нормалізація	couplingSimilarity()	Розраховує коефіцієнт подібності Жаккара або Солтона серед рукописів мережі зв'язку
Аналіз даних Скорочення даних	Зовнішні функції з інших пакетів R	Інші пакети R, запропоновані для бібліометричного аналізу: factominer: для PCA і MCA cmdscale: для MDS cluster: для кластеризації
Аналіз даних Матриця подібності (квадратна мережева матриця)	biblioNetwork()	Розраховує найбільш часто використовувані сполучні мережі
Візуалізація даних Картографування	Зовнішні функції з інших пакетів R	Інші пакети R, запропоновані для зіставлення: igraph для соціальної мережі ggplot2 для двовимірних карт кластер для дендрограми

Джерело: побудовано авторами

ДОДАТОК Б
РЕЗУЛЬТАТИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМАТИКОЮ
ДОСЛІДЖЕННЯ

Таблиця Б.1 – Результати кластеризації джерел за допомогою закону розсіювання Бредфорда

SOURCE	Rank	Frequency	Cumulative Frequency	Zone
SUSTAINABILITY (SWITZERLAND)	1	50	50	Zone 1
INTERNATIONAL JOURNAL OF MANAGEMENT EDUCATION	2	22	72	Zone 1
ASEE ANNUAL CONFERENCE AND EXPOSITION, CONFERENCE PROCEEDINGS	3	19	91	Zone 1
EDUCATION AND TRAINING	4	18	109	Zone 1
FRONTIERS IN PSYCHOLOGY	5	16	125	Zone 1
ADVANCES IN INTELLIGENT SYSTEMS AND COMPUTING	6	15	140	Zone 1
ACM INTERNATIONAL CONFERENCE PROCEEDINGS SERIES	7	14	154	Zone 1
STUDIES IN HIGHER EDUCATION	8	14	168	Zone 1
DEVELOPMENTS IN MARKETING SCIENCE: PROCEEDINGS OF THE ACADEMY OF MARKETING SCIENCE	9	12	180	Zone 1
INDUSTRY AND HIGHER EDUCATION	10	12	192	Zone 1
JOURNAL OF EDUCATION FOR BUSINESS	11	12	204	Zone 1
JOURNAL OF ENTREPRENEURSHIP IN EMERGING ECONOMIES	12	12	216	Zone 1
INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION, CREATIVITY AND CHANGE	13	11	227	Zone 1
IOP CONFERENCE SERIES: EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE	14	10	237	Zone 1
LECTURE NOTES IN NETWORKS AND SYSTEMS	15	10	247	Zone 1
ADMINISTRATIVE SCIENCES	16	9	256	Zone 1
EDUCATION SCIENCES	17	9	265	Zone 1
EMERALD EMERGING MARKETS CASE STUDIES	18	9	274	Zone 1
HIGHER EDUCATION, SKILLS AND WORK-BASED LEARNING	19	9	283	Zone 1
INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATIONAL MANAGEMENT	20	9	292	Zone 1
JOURNAL OF PHYSICS: CONFERENCE SERIES	21	9	301	Zone 1
ACADEMY OF ENTREPRENEURSHIP JOURNAL	22	8	309	Zone 1

Продовження таблиці Б.1

SOURCE	Rank	Frequency	Cumulative Frequency	Zone
INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGY RESEARCH	23	8	317	Zone 1
JOURNAL OF INTERNATIONAL EDUCATION IN BUSINESS	24	8	325	Zone 1
JOURNAL OF MANAGEMENT EDUCATION	25	8	333	Zone 1
PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN CONFERENCE ON INNOVATION AND ENTREPRENEURSHIP, ECIE	26	8	341	Zone 1
CIRIEC-ESPANA REVISTA DE ECONOMIA PUBLICA, SOCIAL Y COOPERATIVA	27	7	348	Zone 1
COMMUNICATIONS IN COMPUTER AND INFORMATION SCIENCE	28	7	355	Zone 1
INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED BUSINESS AND ECONOMIC RESEARCH	29	7	362	Zone 1
INTERNATIONAL JOURNAL OF ECONOMIC RESEARCH	30	7	369	Zone 1
INTERNATIONAL JOURNAL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	31	7	376	Zone 1
IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING	32	7	383	Zone 1
JOURNAL OF APPLIED RESEARCH IN HIGHER EDUCATION	33	7	390	Zone 1
JOURNAL OF ASIAN FINANCE, ECONOMICS AND BUSINESS	34	7	397	Zone 1
JOURNAL OF BUSINESS ETHICS	35	7	404	Zone 1
JOURNAL OF MANAGEMENT DEVELOPMENT	36	7	411	Zone 1
PROBLEMS AND PERSPECTIVES IN MANAGEMENT	37	7	418	Zone 1
SPRINGER PROCEEDINGS IN BUSINESS AND ECONOMICS	38	7	425	Zone 1
ACADEMY OF MANAGEMENT LEARNING AND EDUCATION	39	6	431	Zone 1
E3S WEB OF CONFERENCES	40	6	437	Zone 1
ECONOMIC RESEARCH-EKONOMSKA ISTRAZIVANJA	41	6	443	Zone 1
HIGHER EDUCATION	42	6	449	Zone 1
INTERNATIONAL JOURNAL OF ENTREPRENEURIAL BEHAVIOR AND RESEARCH	43	6	455	Zone 1
INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH	44	6	461	Zone 1
INTERNATIONAL JOURNAL OF GENDER AND ENTREPRENEURSHIP	45	6	467	Zone 1
JOURNAL OF ENTREPRENEURSHIP EDUCATION	46	6	473	Zone 1

Продовження таблиці Б.1

SOURCE	Rank	Frequency	Cumulative Frequency	Zone
JOURNAL OF SMALL BUSINESS AND ENTREPRENEURSHIP	47	6	479	Zone 1
LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE (INCLUDING SUBSERIES LECTURE NOTES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LECTURE NOTES IN BIOINFORMATICS)	48	6	485	Zone 1
FORMACION UNIVERSITARIA	49	5	490	Zone 1
HELION	50	5	495	Zone 1

Джерело: побудовано авторами засобами RStudio та програмного забезпечення Bibliometrix

ДОДАТОК В

**РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ 100 НАЙБІЛЬШ ВЖИВАНИХ КЛЮЧОВИХ
СЛІВ В КОНТЕКСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗА ЧАСТОТОЮ
ВИКОРИСТАННЯ**

Таблиця В.1 – Частота використання 100 найбільш вживаних ключових слів в контексті дослідження за частотою використання

Terms	Frequency	Terms	Frequency	Terms	Frequency
education	164	learning	36	qualitative research	23
human	152	student	36	young adult	23
students	119	e-learning	35	child	21
female	111	business	34	entrepreneur	21
humans	108	information management	34	higher education institutions	21
male	108	regression analysis	34	knowledge management	21
adult	87	sustainable development	34	medical education	21
article	85	commerce	33	China	20
engineering education	76	employment	33	learning systems	20
human experiment	53	questionnaire	33	procedures	20
decision making	49	surveys	31	public relations	20
teaching	46	curricula	29	surveys and questionnaires	20
higher education	44	controlled study	26	adolescent	19
education computing	41	innovation	26	artificial intelligence	19
leadership	41	medical	26	personnel training	19
perception	41	middle aged	26	economics	18
united states	41	sustainability	26	information use	18
psychology	37	competition	23	major clinical study	18
social networking (online)	18	professional aspects	15	interview	13
university sector	18	sales	15	skill	13
covid-19	17	demography	14	business environments	12
cross-sectional study	17	mental health	14	doctor patient relationship	12

Продовження таблиці В.1

Terms	Frequency	Terms	Frequency	Terms	Frequency
economic and social effects	17	emotional intelligence	14	economic development	12
organization and management	17	personnel	14	finance	12
public health	17	planning	14	gender	12
Australia	16	schools	14	health status	12
business development	16	training	14	nursing	12
commercial phenomena	16	forecasting	14	job satisfaction	12
data mining	16	government	14	marketing	12
human resource management	16	knowledge	14	medical school	12
trust	16	attitude	13	information systems	12
awareness	15	Canada	13	workplace	12
machine learning	15	curriculum	13	academic performance	11

Джерело: побудовано авторами засобами RStudio та програмного забезпечення Bibliometrix