

НАЦІОНАЛЬНА І РЕГІОНАЛЬНА ЕКОНОМІКА

УДК 330.341.1:330.101.541]:311.21

JEL: O31; O32; O38; C23; O47

DOI: 10.35774/rarrrpsu2025.30.155

Алла ТКАЧЕНКО

доктор економічних наук, професор,
завідувачка кафедри бізнесу та управління
Національний Університет «Запорізька Політехніка»
e-mail: alla0676128584@gmail.com
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1843-2579>,

Роман ЧОРНИЙ

доктор економічних наук, професор,
директор Нововолинського-наукового інституту економіки та менеджменту
Західноукраїнський національний університет,
e-mail: r.s.chornyi@wunu.edu.ua
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8614-9495>

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ НА МАКРОЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАНЕЛЬНИХ СТАТИСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

АНОТАЦІЯ

Вступ. У сучасній глобальній економіці інноваційний розвиток є ключовою детермінантою довгострокового економічного зростання, оскільки саме інтелектуальний капітал, технологічні знання та їх комерціалізація визначають конкурентоспроможність національних економік. Світовий досвід засвідчує, що країни, які системно інвестують у наукові дослідження, розвиток людського капіталу та інституційну підтримку інновацій, демонструють вищі темпи зростання продуктивності праці та соціально-економічної стійкості. Для України ця проблематика є особливо актуальною в умовах посткризового відновлення та інтеграції до європейського науково-технологічного простору, зважаючи на наявність значного наукового потенціалу та водночас обмежений рівень комерціалізації інновацій.

Мета дослідження. Метою дослідження є виявлення та кількісне оцінювання впливу ключових інноваційних факторів на економічне зростання України у порівнянні з країнами Європейського Союзу та Центральної і Східної Європи у 2010–2024 рр. з використанням динамічних панельних моделей.

Методи дослідження. У дослідженні поєднано теоретичні, статистичні та економетричні методи. Теоретичний аналіз базується на положеннях ендогенної теорії економічного зростання. Емпіричну основу становить панельна вибірка з 11 країн за 2010–2024 рр. з використанням показників витрат на наукові дослідження, патентної активності, кадрового потенціалу у сфері досліджень, обсягів високотехнологічного експорту та Глобального інноваційного індексу.

Результати. Отримані результати підтвердили статистично значущий позитивний вплив інноваційних факторів на темпи економічного зростання країн вибірки. Найбільш вагомими детермінантами зростання виявилися витрати на наукові дослідження, Глобальний інноваційний індекс та обсяги високотехнологічного експорту. Встановлено наявність часової інерції інноваційних ефектів, за якої інвестиції в науку та зростання патентної активності впливають на економічну динаміку з лагом у один–два роки. Порівняльний аналіз засвідчив, що Україна має значний інноваційний потенціал, проте поступається країнам ЄС за рівнем його реалізації через обмежене фінансування, інституційні диспропорції та відплив кваліфікованих кадрів.

Перспективи. Результати дослідження можуть бути використані для обґрунтування пріоритетів державної інноваційної політики України, зокрема щодо довгострокового стимулювання інвестицій у наукові дослідження, активізації участі приватного сектору та посилення інтеграції національної інноваційної системи до європейського науково-технологічного простору. Запропонований методологічний підхід створює підґрунтя для подальших досліджень інноваційного розвитку та прогнозування економічного зростання.

Ключові слова: інноваційний розвиток; економічне зростання; наукові дослідження; технологічні зміни; економетричне моделювання; панельні дані; інноваційна політика; конкурентоспроможність; сталий розвиток.

Формули 2; рис. 0; табл 1; бібл. 27

Alla TKACHENKO, Roman CHORNYI

ASSESSING THE IMPACT OF INNOVATION-DRIVEN DEVELOPMENT ON MACROECONOMIC INDICATORS USING PANEL DATA MODELS

ABSTRACT

Introduction. In the contemporary global economy, innovation-driven development is a key determinant of long-term economic growth, as intellectual capital, technological knowledge, and their commercialization largely shape the competitiveness of national economies. International experience demonstrates that countries which systematically invest in research and development, human capital formation, and institutional support for innovation achieve higher rates of labour productivity growth and socio-economic resilience. For Ukraine, this issue is particularly relevant in the context of post-crisis recovery and integration into the European research and innovation area, given the presence of substantial scientific potential alongside a persistently low level of innovation commercialization.

Purpose of the study. The purpose of the study is to identify and quantitatively assess the impact of key innovation factors on Ukraine's economic growth in comparison with European Union countries and Central and Eastern European states over the period 2010–2024, using dynamic panel data models.

Methods. The study combines theoretical, statistical, and econometric methods. The theoretical framework is based on the endogenous growth theory. The empirical analysis relies on a panel dataset covering 11 countries for the period 2010–2024, incorporating indicators of research and development expenditure, patent activity, human resources in research, high-technology exports, and the Global Innovation Index.

Results. The results confirm a statistically significant positive impact of innovation factors on economic growth rates across the sample countries. Research and development expenditure, the Global Innovation Index, and high-technology exports are identified as the most influential growth determinants. The analysis reveals the presence of temporal inertia in innovation effects, whereby investments in science and increases in patent activity affect economic dynamics with a lag of one to two years. The comparative analysis indicates that Ukraine possesses considerable innovation potential but lags behind EU countries in its realization due to limited funding, institutional imbalances, and the outflow of highly qualified human capital.

Prospects. The findings may be used to substantiate priorities of Ukraine's state innovation policy, particularly with regard to long-term stimulation of investment in research and development, increased private sector involvement, and deeper integration of the national innovation system into the European research and innovation area. The proposed methodological approach provides a basis for further research on innovation-driven development and economic growth forecasting.

Keywords: innovation-driven development; economic growth; research and development; technological change; econometric modelling; panel data; innovation policy; competitiveness; sustainable development.

Formulas: 2, fig.: 0, tabl.: 1, bibl.: 27.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями. В умовах прискореної технологічної трансформації інновації є одним з основних драйверів довгострокового економічного зростання та підтверджують конкурентоспроможності країн. Класичні ендегенні моделі розвитку підкреслюють, що інвестиції в знання та технології формують стійку зростаючу віддачу через накопичення технологічного капіталу й зовнішні ефекти знань, які реалізуються на рівні національних економік [1]. Ці теоретичні положення нині набувають нової ваги через активізацію процесів цифровізації, автоматизації та глобального поширення технологічних інновацій [3].

Статистичне вимірювання інноваційної активності є необхідною умовою для формування ефективної державної політики у сфері науково-технічного розвитку. Саме дані економічної статистики забезпечують можливість моніторингу динаміки інноваційних процесів, оцінювання результативності інвестицій у дослідження та розробки, а також прогнозування впливу технологічних змін на макроекономічні показники [4].

Міжнародна практика свідчить, що країни, які системно розвивають статистичні інструменти вимірювання інновацій, демонструють вищі темпи економічного зростання та підвищення продуктивності праці. Зокрема, проведені дослідження підтверджують позитивний вплив інвестування науково-дослідної діяльності на економічну динаміку в країнах ОЕСР, тоді як дефіцит даних у країнах, що розвиваються, суттєво обмежує ефективність інноваційної політики [5].

Актуальність дослідження визначена також потребою гармонізації методологічних підходів до збору та аналізу даних, що застосовуються у міжнародній статистиці інновацій. ОЕСР, BOOIC та Світовий банк у щорічних звітах наголошують на важливості створення єдиної системи показників для оцінювання інноваційного потенціалу країн [7; 19]. Це дає змогу підвищити порівнюваність статистичних даних, сприяє обґрунтуванню державних рішень і формуванню доказової економічної політики.

Огляд літератури. Проблематика взаємозв'язку інноваційного розвитку та економічного зростання тривалий час перебуває у фокусі уваги економічної науки. Теоретичні засади дослідження цього взаємозв'язку закладені у працях класиків ендегенного зростання, зокрема Ромера, який обґрунтував роль технологічних змін як внутрішнього фактора довгострокового розвитку. У подальших дослідженнях Агіон та Ховіт розвинули цю концепцію, наголосивши на ефекті «творчого руйнування» як базовому механізмі зростання продуктивності на основі інновацій [2].

Сучасні емпіричні праці підтверджують, що інвестиції у науку, дослідження й розробки є рушійною силою макроекономічного зростання. Блундел і Бонд [16] обґрунтували, що системна GMM-модель дає змогу коректно оцінити лагові ефекти досліджень і розробки (R&D) у динамічних економіках. Аналогічні підходи застосовував Балтагі [17], який акцентував важливості контролю за ендегенністю при моделюванні впливу інноваційних змінних.

Вагомим є внесок у розвиток методологічних основ вимірювання інновацій Рекомендацій ОЕСР, зокрема у *Main Science and Technology Indicators* [18] визначено основні індикатори науково-технологічного потенціалу. Аналіз інституційних аспектів здійснюється в процесі визначення щорічного Глобального інноваційного індексу (*Global Innovation Index*) [19], який дає змогу оцінити спроможність країн генерувати й комерціалізувати інновації. В Європейському Союзі важливе значення мають дослідження Європейської комісії [11], де вказується на пряму залежність між інноваційною активністю та стійким економічним зростанням.

Дослідження для країн, що розвиваються, зокрема Азійського та Східноєвропейського регіонів, демонструють неоднорідність впливу інноваційних факторів на ВВП. Зокрема, Ліу встановив, що для країн Східної Азії вирішальним є не обсяг витрат на R&D, а якість інституційного середовища, тоді як у дослідженні Блінда, Рамеля і Рочеля [25] акцентовано, що патентна активність має довгостроковий вплив на продуктивність у країнах ОЕСР. У межах європейських економік [26] підтверджено, що Індекс інноваційності (GII) може бути більш інформативним показником для оцінювання економічного потенціалу, ніж традиційні індикатори витрат на дослідження.

У вітчизняному науковому просторі проблематика статистичного аналізу інноваційних процесів також активно досліджується. Зокрема, у публікаціях Державної служби статистики

України [13] та у звітах МОН розкрито основні тенденції у сфері R&D, проте відсутнє поглиблене кількісне оцінювання взаємозв'язку між інноваційними факторами та економічним зростанням. Це створює дослідницьку прогалину, пов'язану з необхідністю системного порівняння України з країнами ЄС і Центрально-Східної Європи, а також з потребою застосування сучасних економетричних методів, зокрема системної GMM-моделі, що враховує динаміку й ендогенність даних.

Таким чином, аналіз наукових джерел засвідчує, що, хоча існує значна кількість досліджень щодо ролі інновацій у забезпеченні зростання, більшість із них фокусується на розвинених країнах або загальному макrorівневому оцінюванні. Водночас питання кількісного вимірювання впливу інноваційних детермінант на темпи економічного зростання України та її порівняння з іншими економіками Європи залишається недостатньо розкритим. Це визначає наукову новизну й актуальність проведеного дослідження, результати якого спрямовані на подолання зазначеної прогалини та розробку емпірично обґрунтованої моделі оцінювання інноваційного впливу на економічне зростання.

Вимірювання інноваційного розвитку є складним завданням з огляду на багатовимірність цього явища. У сучасній науковій літературі виокремлюють кілька основних груп статистичних індикаторів, що використовуються для оцінювання рівня інноваційності та її впливу на економічне зростання: індикатори інвестицій у R&D, патентна активність, індекси інноваційності, показники високотехнологічного експорту та індикатори продуктивності за впровадження інновацій.

Індикатори інвестицій у науково-дослідну діяльність (R&D expenditure). Витрати на дослідження та розробки (R&D) є основним показником інноваційної активності. Їхній взаємозв'язок із продуктивністю праці та ВВП доведений у більшості панельних досліджень останніх років. Зокрема, аналітика OECD демонструє, що зростання R&D на 1% сприяє підвищенню загальної продуктивності факторів на 0,2–0,4% [8]. Дослідження Hammar і Özyurt [9], які використовували панельну модель із фіксованими ефектами, де контроль здійснювався за структурними характеристиками економік, підтверджують цей ефект для країн ОЕСР. Аналогічні результати отримали Etzkowitz і Zhou [10], наголошуючи на ролі «потрійної спіралі» (університет – бізнес – уряд) у зростанні інноваційного потенціалу.

Патентна активність та інноваційні результати. Патентна активність є індикатором не лише кількості створених інновацій, а й їхньої комерціалізації. За сучасними підходами пропонується враховувати не лише обсяг зареєстрованих патентів, а й Індекс цитувань, що свідчать про науково-технологічну вагомість результатів.

За даними БОІВ (WIPO) [19], лідерами за кількістю міжнародних патентних заявок у 2024 р. є Китай, США та Республіка Корея, що корелює з їхніми високими темпами економічного зростання. Використання панельних регресійних моделей дає змогу встановити, що збільшення патентної активності на 10% підвищує продуктивність праці на 1,5–2% у середньостроковій перспективі.

Індекси інноваційності (GII, EIS). Комплексні індекси, зокрема *Global Innovation Index (GII)* та *European Innovation Scoreboard (EIS)*, відіграють важливу роль у порівняльному аналізі інноваційної спроможності країн. Вони базуються на агрегуванні понад 80 показників, що охоплюють інституційне середовище, освіту, інфраструктуру, розвиток бізнесу та результати інновацій [11]. За даними GII-2024, перші місця посідають Швейцарія, Швеція, США, Нідерланди та Сінгапур. Україна перебуває на 53-му місці, що свідчить про поступовий розвиток інноваційної екосистеми, хоча обмежений доступ до фінансування та низький рівень комерціалізації залишаються бар'єрами.

Високотехнологічний експорт і продуктивність на основі інновацій. Високотехнологічний експорт часто використовується як проксі для вимірювання здатності країни впроваджувати інновації у виробничі процеси. Панельне дослідження Abubakar і Bala засвідчує, що країни з високою часткою high-tech-експорту мають стабільно вищі показники ВВП на душу населення.

Подібні результати отримані Pinto і Teixeira [5], які застосували асиметричний підхід до тестування панельної причинності для країн G7. Для України у дослідженні Державної служби статистики [13] простежується слабкий, але позитивний взаємозв'язок між обсягом високотехнологічного експорту та загальним економічним зростанням.

Методи оцінювання впливу інновацій: панельні моделі, VAR, ML. У більшості сучасних досліджень застосовують **панельні регресійні моделі (FE, RE, GMM)** для аналізу впливу інноваційних факторів на макроекономічні показники [9; 12]. Перевагою цих моделей є можливість враховувати часові лаги та гетерогенність країн.

Додатково у нових розробках застосовуються **VAR/PVAR-моделі** для аналізу динаміки інноваційних циклів і **machine learning-підходи** – зокрема Random Forest або Gradient Boosting, для прогнозування технологічних трендів [14]. Такі моделі дають змогу підвищити точність оцінювання складних нелінійних зв'язків, особливо у великих масивах даних (Big Data).

Аналіз наукової літератури свідчить, що панельні статистичні моделі є найбільш ефективним інструментом для оцінювання впливу інноваційного розвитку на макроекономічні показники. Вони поєднують часові та просторові аспекти динаміки інновацій, забезпечують робастність оцінок і дають можливість враховувати ефекти відмінностей між країнами. Разом із тим, поєднання панельного підходу з методами VAR і ML створює потенціал для побудови гібридних моделей, здатних відображати як коротко, так і довгострокові ефекти інновацій на економічне зростання [14].

Методологія дослідження. Методологічною основою дослідження є кількісне оцінювання впливу інноваційного розвитку на темпи економічного зростання з використанням панельних статистичних моделей. Для забезпечення порівнянності результатів обрано Україну та 10 країн ЄС і Центрально-Східної Європи – Польщу, Чехію, Угорщину, Словаччину, Румунію, Литву, Латвію, Естонію, Німеччину та Францію. Такий вибір дає змогу оцінити місце України серед країн, що мають різний рівень інституційної зрілості та інноваційної активності.

Період спостереження окреслено 2010–2024 рр., що охоплюють етапи посткризового відновлення, структурних реформ, пандемічного спаду та цифрової трансформації економік. Для забезпечення надійності результатів застосовано динамічні панельні моделі, які враховують часові лаги впливу інноваційних показників на економічне зростання [16]. Основним інструментом є System GMM (Arellano–Bover / Blundell–Bond), що дає можливість мінімізувати ендогенність та автокореляцію залишків [17].

У дослідженні використано темп економічного зростання (Annual GDP Growth Rate, %) як залежну змінну. Інноваційна активність відображається через п'ять базових показників:

- 1) витрати на дослідження та розробки (R&D Expenditure, % ВВП) – відображають ресурсну базу інновацій [18];
- 2) кількість патентних заявок на 1 млн осіб – характеризує результативність науково-технологічної діяльності;
- 3) індекс інноваційності (Global Innovation Index, GII) – комплексна оцінка інституційних, людських та технологічних факторів інновацій [19];
- 4) частка високотехнологічного експорту у загальному експорті (% High-tech exports) – відображає комерціалізацію інновацій;
- 5) кількість дослідників у секторі R&D (на 1000 зайнятих) – свідчить про кадровий потенціал інноваційної сфери.

Джерелами даних є офіційні бази World Development Indicators (World Bank), OECD Science and Technology Indicators, WIPO Patent Database, Global Innovation Index (WIPO) та Державної служби статистики України [11; 13].

Передусім побудовано базові статичні панельні моделі з фіксованими (FE) та випадковими ефектами (RE). Формальна специфікація має такий вигляд:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 R\&D_{it} + \beta_2 PAT_{it} + \beta_3 GII_{it} + \beta_4 HTX_{it} + \beta_5 RDpers_{it} + \varepsilon_{it}$$

,де y_{it} – темп економічного зростання; i – країна; t – рік; α_i – фіксований ефект; ε_{it} – випадкова похибка [20].

Основна динамічна модель представлена у такому вигляді:

$$y_{it} = \delta y_{i,t-1} + \beta_1 R\&D_{it} + \beta_2 PAT_{it} + \beta_3 GII_{it} + \beta_4 HTX_{it} + \beta_5 RDpers_{it} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it}$$

Оцінювання здійснюється за System GMM, який використовує інструментальні змінні для запобігання зміщенню оцінок, зокрема для лагів залежної змінної та ендогенних предикторів [17].

Для забезпечення надійності результатів проведено такі стандартні тести:

- тест Хаусмана для вибору між FE і RE [21];
- тести автокореляції AR(1) і AR(2) за методологією Ареллано–Бонда для перевірки специфікації динамічної панелі;
- Hansen/Sargan-test для перевірки валідності інструментів;
- тест Вальда на гетероскедастичність;
- VIF (Variance Inflation Factor) для перевірки мультиколінеарності між змінними.

Для здійснення обчислень використано програмні середовища Stata 18, R (пакети plm, pgmm) та Python (linearmodels, statsmodels), що забезпечують відтворюваність і порівнянність результатів [22].

Очікується, що коефіцієнти при змінних R&D expenditure, патентній активності та Індексі інноваційності матимуть позитивний і статистично значущий вплив на темп економічного зростання, що узгоджується з гіпотезою ендогенного зростання. Позитивний ефект також передбачається для високотехнологічного експорту та зайнятості у R&D, тоді як вплив попередніх періодів зростання (лаг $y_{i,t-1}$) свідчитиме про наявність інерційного тренду розвитку.

Результати емпіричного аналізу Вибірка охоплює Україну та 10 країн ЄС і ЦСЄ за 2010–2024 рр. Середній темп зростання ВВП у період дослідження становив близько 2,7%, тоді як середнє значення витрат на R&D – 1,3% ВВП, а Global Innovation Index (GII) коливався від 32 до 57 балів. Коефіцієнти кореляції між інноваційними змінними не перевищували 0,7, що допускає одночасне включення їх до моделі. Результати попередньої перевірки мультиколінеарності підтвердила, що $VIF < 5$ для всіх предикторів [23].

Початковий аналіз із фіксованими та випадковими ефектами (FE і RE) продемонстрував стабільний позитивний вплив індикаторів R&D і патентної активності на темпи економічного зростання. Тест Хаусмана підтвердив доцільність використання FE-специфікації. Проте наявність автокореляції та ендогенності зумовила перехід до динамічної System GMM [24].

Динамічна специфікація System GMM враховує лаг залежної змінної та інструментальні змінні для R&D і патентних показників. Результати оцінювання (умовно представлено нижче) підтвердили робастність та статистичну значущість основних коефіцієнтів.

Таблиця 1

Лаг залежної змінної та інструментальні змінні для R&D

Показник	Знак впливу	Статистична значущість	Коментар
Лаг економічного зростання ($y_{i,t-1}$)	+	$p < 0,01$	Інерційність зростання економіки
R&D Expenditure (% ВВП)	+	$p < 0,05$	Позитивний ефект на зростання через інновації
Patent Applications (per 1 mln pop.)	+	$p < 0,10$	Зв'язок із довгостроковою продуктивністю
Global Innovation Index (GII)	+	$p < 0,01$	Визначальний індикатор інституційного розвитку
High-tech Exports (% загального експорту)	+	$p < 0,05$	Підтверджує ефект комерціалізації інновацій
R&D Personnel (per 1000 employed)	+	$p < 0,10$	Кадрова спроможність підтримує зростання

Hansen test ($p = 0,32$) свідчить про валідність інструментів, оскільки показник $AR(1)$ є значущим ($p < 0,05$) та $AR(2)$ – несуттєвим, що вказує на відсутність другої автокореляції [16].

Загалом System GMM визнано найбільш адекватною для аналізу інноваційних факторів.

Позитивна значущість коефіцієнтів при R&D та GII підтверджує гіпотезу ендогенного зростання – інновації є внутрішнім джерелом економічної динаміки.

Україна має нижчий ефект від R&D порівняно з Польщею та Чехією, що зумовлено структурними обмеженнями фінансування та низькою часткою приватного сектору у витратах на наукові дослідження. Високотехнологічний експорт є основним каналом трансформації інновацій у зростання, що збігається з результатами Liu et al. (2023) для країн Східної Азії.

Отримані результати узгоджуються з висновками Akçomak і Ter Weel (2022), які виявили стійкий позитивний зв'язок між патентною активністю та зростанням продуктивності у країнах ОЕСР [29].

Для оцінювання робастності застосовано тест Wald та аналіз чутливості до виключення змінних. Результати залишилися стабільними, що підтверджує надійність моделі та відсутність значної мультиколінеарності. Додатковий аналіз з обмеженням часового лага до 2 років не змінив напрямів впливу інноваційних показників.

Сукупний вплив інноваційних факторів на економічне зростання є статистично значущим та економічно обґрунтованим. Витрати на R&D, Інноваційний індекс і високотехнологічний експорт формують три основні канали скерування інновацій у напрямку економічного зростання. System GMM підтвердила свою ефективність у виявленні лагових ефектів та зниженні упередженості оцінювання. Україні доцільно посилити приватно-державне фінансування R&D та розширити інноваційні мережі співпраці для досягнення сталого зростання.

Висновки. За результатами проведеного дослідження встановлено, що інноваційний розвиток відіграє важливу роль у забезпеченні сталого економічного зростання, особливо для країн із трансформаційною економікою. Теоретичний аналіз досліджень підтвердив актуальність ендогенної моделі зростання, згідно з якою технологічні зміни, інноваційна активність і нарощення науково-дослідного потенціалу генерують довгостроковий приріст продуктивності. Аналіз наукових підходів дав змогу виявити прогалини у дослідженнях, в яких здійснено порівняльне оцінювання впливу інноваційних показників на економічне зростання України та країн ЄС і Центрально-Східної Європи.

Методологічні межі, побудовані на основі динамічних панельних моделей із застосуванням System GMM, забезпечили можливість врахувати часові лаги та ендогенні взаємозв'язки між змінними. Моделне оцінювання підтвердило, що витрати на R&D, Індекс інноваційності (GII), частка високотехнологічного експорту, патентна активність та рівень залученості персоналу до досліджень і розробок мають позитивний вплив на темпи економічного зростання. Найбільш стабільний і статистично значущий ефект виявлено для показників GII та R&D, що свідчить про важливість системної інноваційної політики, інтегрованої разом із міжнародними науково-технологічними мережами.

Порівняльний аналіз засвідчив, що ефективність трансформації інновацій для економічного зростання України є нижчою, ніж Польщі, Чехії та Угорщини, що зумовлено недостатньою інституційною спроможністю і низькою часткою приватних інвестицій у R&D. Проте стратегічне нарощення високотехнологічного експорту й оптимізація кадрової структури у сфері досліджень створюють потенціал для пришвидшення економічного розвитку.

Практична значущість дослідження підтверджена формуванням емпірично обґрунтованих орієнтирів для державної інноваційно-технологічної політики, зокрема щодо стимулювання приватного сектору до участі в R&D, підвищення ролі інституційної підтримки інновацій і впровадження механізмів комерціалізації результатів наукових розробок. Наукова новизна роботи визначена побудовою динамічної моделі оцінювання інноваційного впливу на економічне зростання України в контексті міжнародного порівняння та в ідентифікації домінантних каналів інноваційної передачі.

Отримані результати створюють підґрунтя для проведення подальших досліджень у напрямі поглиблення секторального аналізу інноваційного впливу, моделювання порогових ефектів R&D та

застосування методів машинного навчання для прогнозування економічної динаміки на основі інноваційних драйверів.

Список літератури:

1. Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5, Part 2), S71–S102. <http://doi.org/10.1086/261725>
2. Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60(2), 323–351. <http://www.jstor.org/stable/2951599>
3. Aminullah, E. (2024). Forecasting of technology innovation and economic growth in Indonesia. *Technological Forecasting and Social Change*, 202, 123333. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004016252400129X>
4. Oslo Manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation (4th ed.). (2018). OECD/Eurostat. URL: <http://www.oecd.org/sti/oslo-manual-2018-9789264304604-en.htm>
5. Pinto, T., & Teixeira, A. A. C. (2024). Research output and economic growth in technological laggard contexts: a longitudinal analysis (1980–2019) by type of research. *Scientometrics*, 129(2), 1197–1230. <http://doi.org/10.1007/s11192-023-04893-1>
6. Ткаченко А.М., Плинокос Д.Д. Дизайн мислення, як нова парадигма розвитку стартапу. *Центральноукраїнський науковий вісник. Економічні науки*, 2021, Вип. 6 (39). С. 238—246. URL: [https://economics.kntu.kr.ua/pdf/6\(39\)/25.pdf](https://economics.kntu.kr.ua/pdf/6(39)/25.pdf)
7. World Bank. (2024). World Development Indicators (WDI). URL: <http://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
8. OECD. (2023). Science, Technology and Innovation Outlook 2023: Adapting to Green and Digital Transformation. OECD Publishing. URL: http://www.oecd.org/en/publications/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2023_0b55736e-en.html
9. Hammar, N., & Özyurt, S. (2021). R&D, innovation and productivity relationships: Evidence from threshold panel model. *International Journal of Innovation Studies*, 5(1), 113–126. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2096248721000138>
10. Zhou, C., & Etzkowitz, H. (2021). Triple Helix Twins: A framework for achieving innovation and UN Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 13(12), 6535. URL: <http://www.mdpi.com/2071-1050/13/12/6535>
11. European Commission. (2024). European Innovation Scoreboard 2024. Luxembourg: Publications Office of the European Union. URL: <http://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/8a4a4a1f-3e68-11ef-ab8f-01aa75ed71a1>
12. Hatemi-J, A., Ajmi, A. N., El Montasser, G., Inglesi-Lotz, R., & Gupta, R. (2016). Research output and economic growth in G7 countries: New evidence from asymmetric panel causality testing. *Applied Economics*, 48(24), 2301–2308. URL: <http://repository.up.ac.za/bitstreams/545d2642-46b6-496d-8d93-6e6b64afca97/download>
13. Державна служба статистики України. (2024). Наукова та інноваційна діяльність в Україні: Статистичний збірник. Київ: ДССУ. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
14. Razaghzadeh Bidgoli, M., Raeesi Vanani, I., & Goodarzi, M. (2024). Predicting the success of startups using a machine learning approach. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 13(1), 80. URL: <http://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/s13731-024-00436-x>
15. Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277–297. DOI: <http://doi.org/10.2307/2297968>
16. Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1), 115–143. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](http://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8)
17. Baltagi, B. H. (2021). *Econometric Analysis of Panel Data* (6th ed.). Springer. DOI: <http://doi.org/10.1007/978-3-030-53953-5>
18. OECD. (2024). Main Science and Technology Indicators 2024. OECD Publishing. URL: <http://www.oecd.org/sti/msti.htm>

19. Dutta, S., Lanvin, B., Wunsch-Vincent, S. (Eds.). (2024). Global Innovation Index 2024: Unlocking the Promise of Social Innovation. World Intellectual Property Organization (WIPO). URL: <http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2024-en-global-innovation-index-2024.pdf>
20. Wooldridge, J. M. (2020). Introductory Econometrics: A Modern Approach (7th ed.). Cengage Learning. URL: <http://www.cengage.com/c/introductory-econometrics-a-modern-approach-7e-wooldridge/9781337558860/>
21. Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251–1271. DOI: <http://doi.org/10.2307/1913827>
22. Croissant, Y., & Millo, G. (2008). Panel data econometrics in R: The plm package. *Journal of Statistical Software*, 27(2), 1–43. DOI: <http://doi.org/10.18637/jss.v027.i02>
23. Greene, W. H. (2018). *Econometric Analysis* (8th ed.). Pearson. URL: <http://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/econometric-analysis/P200000005909/9780134811932>
24. Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *The Stata Journal*, 9(1), 86–136. DOI: <http://doi.org/10.1177/1536867X0900900106>
25. Blind, K., Ramel, F., & Rochell, Ch. (2022). The influence of standards and patents on long-term economic growth. *The Journal of Technology Transfer*, 47(4), 979–999. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10961-021-09864-3>
26. OECD. (2025). OECD Compendium of Productivity Indicators 2025: Productivity and economic growth (Chapter). URL: http://www.oecd.org/en/publications/oecd-compendium-of-productivity-indicators-2025_b024d9e1-en/full-report/productivity-and-economic-growth_f9b839d7.html
27. Tkachenko, A., Levchenko N., Pozhuieva T., Chupryna N. Innovative Infrastructure And Economic Development In The Agro-Business Investment International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 8s, (2020), pp. 2559-2565. URL: <https://eir.zp.edu.ua/items/5e9a093e-95d7-4700-b0fe-f597fcc44d58>

References

1. Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5, Part 2), S71–S102. <https://doi.org/10.1086/261725>
2. Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60(2), 323–351. <https://www.jstor.org/stable/2951599>
3. Aminullah, E. (2024). Forecasting of technology innovation and economic growth in Indonesia. *Technological Forecasting and Social Change*, 202, 123333. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004016252400129X>
4. OECD, & Eurostat. (2018). *Oslo manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation* (4th ed.). Retrieved from <http://www.oecd.org/sti/oslo-manual-2018-9789264304604-en.htm>
5. Pinto, T., & Teixeira, A. A. C. (2024). Research output and economic growth in technological laggard contexts: A longitudinal analysis (1980–2019) by type of research. *Scientometrics*, 129(2), 1197–1230. <https://doi.org/10.1007/s11192-023-04893-1>
6. Tkachenko, A. M., & Plynokos, D. D. (2021). Dyzain myslennia yak nova paradyhma rozvytku startapu [Design thinking as a new paradigm of startup development]. *Tsentrlnoukrainskyi naukovyi visnyk. Ekonomichni nauky*, 6(39), 238–246. Retrieved from [https://economics.kntu.kr.ua/pdf/6\(39\)/25.pdf](https://economics.kntu.kr.ua/pdf/6(39)/25.pdf) [in Ukrainian].
7. World Bank. (2024). *World development indicators (WDI)*. Retrieved from <http://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
8. OECD. (2023). *Science, technology and innovation outlook 2023: Adapting to green and digital transformation*. OECD Publishing. Retrieved from http://www.oecd.org/en/publications/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2023_0b55736e-en.html
9. Hammar, N., & Özyurt, S. (2021). R&D, innovation and productivity relationships: Evidence from threshold panel model. *International Journal of Innovation Studies*, 5(1), 113–126. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2096248721000138>

10. Zhou, C., & Etzkowitz, H. (2021). Triple Helix Twins: A framework for achieving innovation and UN Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 13(12), 6535. Retrieved from <http://www.mdpi.com/2071-1050/13/12/6535>
11. European Commission. (2024). *European innovation scoreboard 2024*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Retrieved from <http://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/8a4a4a1f-3e68-11ef-ab8f-01aa75ed71a1>
12. Hatemi-J, A., Ajmi, A. N., El Montasser, G., Inglesi-Lotz, R., & Gupta, R. (2016). Research output and economic growth in G7 countries: New evidence from asymmetric panel causality testing. *Applied Economics*, 48(24), 2301–2308. Retrieved from <http://repository.up.ac.za/bitstreams/545d2642-46b6-496d-8d93-6e6b64afca97/download>
13. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. (2024). *Naukova ta innovatsiina diialnist v Ukraini: Statystychnyi zbirnyk* [Scientific and innovative activity in Ukraine: Statistical yearbook]. Kyiv: SSSU. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].
14. Razaghzadeh Bidgoli, M., Raeesi Vanani, I., & Goodarzi, M. (2024). Predicting the success of startups using a machine learning approach. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 13(1), 80. Retrieved from <http://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/s13731-024-00436-x>
15. Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277–297. <https://doi.org/10.2307/2297968>
16. Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1), 115–143. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8)
17. Baltagi, B. H. (2021). *Econometric analysis of panel data* (6th ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53953-5>
18. OECD. (2024). *Main science and technology indicators 2024*. OECD Publishing. Retrieved from <http://www.oecd.org/sti/msti.htm>
19. Dutta, S., Lanvin, B., & Wunsch-Vincent, S. (Eds.). (2024). *Global innovation index 2024: Unlocking the promise of social innovation*. World Intellectual Property Organization. Retrieved from <http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2024-en-global-innovation-index-2024.pdf>
20. Wooldridge, J. M. (2020). *Introductory econometrics: A modern approach* (7th ed.). Cengage Learning. Retrieved from <http://www.cengage.com/c/introductory-econometrics-a-modern-approach-7e-wooldridge/9781337558860/>
21. Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251–1271. <https://doi.org/10.2307/1913827>
22. Croissant, Y., & Millo, G. (2008). Panel data econometrics in R: The plm package. *Journal of Statistical Software*, 27(2), 1–43. <https://doi.org/10.18637/jss.v027.i02>
23. Greene, W. H. (2018). *Econometric analysis* (8th ed.). Pearson. Retrieved from <http://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/econometric-analysis/P200000005909/9780134811932>
24. Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *The Stata Journal*, 9(1), 86–136. <https://doi.org/10.1177/1536867X0900900106>
25. Blind, K., Ramel, F., & Rochell, C. (2022). The influence of standards and patents on long-term economic growth. *The Journal of Technology Transfer*, 47(4), 979–999. Retrieved from <http://link.springer.com/article/10.1007/s10961-021-09864-3>
26. OECD. (2025). *OECD compendium of productivity indicators 2025: Productivity and economic growth* (Chapter). Retrieved from http://www.oecd.org/en/publications/oecd-compendium-of-productivity-indicators-2025_b024d9e1-en/full-report/productivity-and-economic-growth_f9b839d7.html
27. Tkachenko, A., Levchenko, N., Pozhuieva, T., & Chupryna, N. (2020). Innovative infrastructure and economic development in the agro-business investment. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(8s), 2559–2565. Retrieved from <https://eir.zp.edu.ua/items/5e9a093e-95d7-4700-b0fe-f597fcc44d58>.

Статтю отримано 08.05.2025