



Економіка та інновації

УДК 338.45:001.89:378(4-67)

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.18804696>

**Оцінка впливу наукової діяльності освітніх установ на розвиток
високотехнологічних галузей: приклад країн ОЕСР**

Кизим Микола Олександрович,

доктор економічних наук, професор, Науково-дослідний центр
індустріальних проблем розвитку НАН України, м. Харків, Україна

<https://orcid.org/0000-0001-8948-2656>

Іляш Ольга Ігорівна,

доктор економічних наук, професор, Науково-дослідний центр
індустріальних проблем розвитку НАН України, м. Харків, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-7882-3942>

Прийнято: 18.01.2026 | Опубліковано: 30.01.2026

***Анотація:** Високий рівень інноваційної діяльності є запорукою забезпечення конкурентоспроможності промислового сектору в умовах Індустрії 4.0. Метою дослідження є визначення впливу наукової діяльності освітніх установ на розвиток високотехнологічних галузей, а саме на кількість високотехнологічних патентів в країнах ОЕСР. Також, в роботі здійснюється ідентифікація та кількісна оцінка ключових детермінант патентної активності у країнах ОЕСР з урахуванням впливу наукової діяльності, інвестицій у дослідження та розробки, людського капіталу й інституційного середовища у розвитку високотехнологічних галузей економіки. Дослідження спрямоване на поглиблення розуміння механізмів*



формування патентного потенціалу як індикатора інноваційного розвитку та довгострокового економічного зростання. Методологічну основу становлять положення теорій ендогенного зростання та економіки інновацій. У статті використано методи економетричного аналізу панельних даних, зокрема динамічні моделі з застосуванням узагальненого методу моментів, що дозволяє врахувати ендогенність пояснювальних змінних, часову інерційність патентної активності та структурні відмінності між країнами. Емпіричну базу сформовано на основі статистичних даних ОЕСР та WIPO. Було виявлено наступні фактори впливу на обсяги патентування: статистично значущий позитивний вплив витрат державного та приватного секторів на дослідження і розробки; обмежений не статистично значущий вплив витрат освітнього сектору на дослідження і розробки; негативний ефект часової інерційності та густоти дослідників. Також виявлено нелінійний характер впливу окремих факторів, зокрема наявність можливих порогових ефектів інвестицій та чисельності наукових кадрів. Доведено, що високотехнологічні патенти виступають важливим чинником розвитку інноваційних секторів та міжнародної конкурентоспроможності економік. Результати дослідження свідчать про необхідність формування комплексної державної політики, орієнтованої на підтримку наукової діяльності, розвиток людського капіталу та покращення інституційних умов інноваційної діяльності. Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих висновків для обґрунтування стратегій інноваційного розвитку та стимулювання патентної активності у країнах ОЕСР.

Ключові слова: вища освіта, високотехнологічні патенти, високотехнологічні галузі, патент, Індустрія 4.0, дослідження та розробки.



Assessing the impact of research activities in higher education institutions on high-technology sector development: example of OECD countries

Mykola Kyzym,

Doctor of Sciences (Economics), Professor,

Research Centre of Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine,
Kharkiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-8948-2656>

Olha Ilyash,

Doctor of Sciences (Economics), Professor,

Research Centre of Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine,
Kharkiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-7882-3942>

Abstract: *A high level of innovation activity is a key to ensuring the competitiveness of the industrial sector in the context of Industry 4.0. The aim of the study is to determine the impact of research and scientific activity of higher education institutions (HEIs) on the development of high-technology sectors, namely represented as high-technology patent population in the context of OECD countries. Furthermore, the research identifies and analyzes the key determinants of patent population in OECD countries, considering the impact of scientific activities, research and development (R&D) investments, human capital, and institutional environment in the development of high-technology economy sectors. The study is aimed at deepening the understanding of the formation of patent potential as the indicator of innovative development and long-term economic growth. The methodological foundation of the study lies in endogenous growth and innovation economy theories. The study uses econometric panel data analysis methods, namely the generalized method of moments (GMM), which allows considering for endogeneity of the variables, time trend of the patent activity and structural*



differences between the countries. The empirical foundation consists of OECD countries statistical data and WIPO database. The following factors influencing patent production were identified: statistically significant positive influence of government and private sector R&D investment; limited statistically insignificant influence of higher education sector investment; negative effect of time trend and researcher density. Non-linear features of individual factors were identified, namely the possible existence of threshold effects of investments and researcher population. High-technology patents are confirmed to be an important factor in development of innovative sectors and the international competitiveness of economies. The study results suggest the need for a comprehensive government policy aimed at supporting research activities, human capital development and improving institutional environment for innovative activities. The practical value of the study lies in the ability to use obtained findings to justify strategies for innovative development and stimulating patent activity in OECD countries.

Keywords: *higher education, high-technology patents, high-technology sectors, patent, Industry 4.0, research and development.*

Постановка проблеми. Наразі зростає впливу наукової діяльності освітніх установ як чинника інноваційного розвитку та формування конкурентоспроможних високотехнологічних галузей у сучасній економіці знань. У країнах Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) університети та науково-дослідні інститути виступають центральними елементами національних інноваційних систем, забезпечуючи генерацію знань, підготовку висококваліфікованих кадрів і трансфер технологій у реальний сектор економіки [1].

В умовах посилення глобальної технологічної конкуренції та переходу до Індустрії 4.0 особливого значення набуває оцінювання ефективності взаємодії науки, освіти та бізнесу у створенні й розвитку високотехнологічних



галузей, таких як інформаційні технології, біотехнології, авіакосмічна промисловість, нові матеріали та «зелена» енергетика [1]. Країни ОЕСР накопичили значний досвід формування механізмів підтримки університетських досліджень, комерціалізації результатів наукової діяльності та розвитку інноваційних екосистем, що робить їх доцільним об'єктом порівняльного аналізу, а їх приклад може стати основою для формування відповідних інноваційних систем для країн, що розвиваються, зокрема України [2; 3].

Інноваційний потенціал країни нерідко пов'язується з економічним зростанням та підвищенням якості життя громадян загалом. Тому, розбудова власної інноваційної здатності є бажаною ціллю для багатьох країн. Однак, для її досягнення потрібно враховувати ряд складних факторів, а ефект від утручань часто має нелінійні властивості. Без розуміння цих факторів та механізмів, що з ними пов'язані, розробка ефективних стратегій є складним завданням.

Вплив показників інноваційної діяльності та їх детермінантів достатньо активно розглядається науковцями. У той самий час, дослідженню об'єму патентної діяльності як показника інноваційного потенціалу країни приділяється менше уваги. У рамках даного дослідження виділяється невирішена раніше частина проблеми, що полягає у недостатній кількості емпіричних досліджень відносно факторів, що впливають на загальний об'єм продукування патентів та об'єм патентів високотехнологічного сектору в контексті країн ОЕСР [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню інноваційної діяльності та їх впливу на економічне зростання в контексті країн ОЕСР присвячено ряд наукових робіт. Navarro Zapata, Arrazola та De Nevia виявили такі фактори, що мають позитивний вплив на експорт продукції високотехнологічного сектору промисловості та частку експорту відносно



рівня працевлаштування [4]: частка випускників ЗВО, частка витрат на дослідження та розробки у ВВП, якість державного управління, популяція, членство в ЄС. Balsalobre-Lorente та ін. [5] розглядають вплив оподаткування на інноваційну діяльність та відмічають, що оподаткування корпоративного та приватного секторів мають негативний вплив на індекс інновацій, у той час, як високий рівень розвитку державного управління та державні витрати на дослідження та розробки мають позитивний вплив.

Ersin, Ustabaş, та Acar [6] розглядають нелінійні ефекти інноваційної діяльності на економічний розвиток країн ОЕСР, що виражається через експорт продукції високотехнологічного сектору, витрати на дослідження та розробки та патентну діяльність. Автори відмічають, що сприятливий вплив інвестицій у дослідження та розробки проявляється в обох режимах, з чого випливає, що вклад інновацій у економічний розвиток спостерігається навіть коли об'єм інвестицій знаходиться нижче за теоретичний поріг. Крім того, автори наводять позитивний вплив частки експорту продукції високотехнологічного сектору промисловості, що є більш вираженим серед країн з повільнішим зростанням. Hammar і Belarbi [7] відмічають, що серед країн з низьким рівнем розвитку зростання частки витрат на дослідження та розробки може мати негативний вплив на загальний рівень продуктивності та кількість заявок на торгові марки. Крім того, як показують автори, об'єм продукування патентів також може мати негативний вплив на загальний фактор продуктивності серед країн з низьким рівнем розвитку.

Blind, Ramel та Rochell [8] розглядають вплив стандартизації та патентів на довгострокове економічне зростання країн групи EU-15, відмічаючи позитивний ефект стандартизації та обмежений вплив патентної діяльності. Ahmad і Zheng [9] наводять, що позитивні шоки у витратах на дослідження та розробки та продукуванні патентів мають позитивний ефект на економіку під час періодів зростання та зворотній ефект у період рецесії. Автори також



зазначають, що вплив позитивних шоків у патентній діяльності на економічне зростання є більшим, ніж вплив негативних шоків. Gürlér [10] наводить існування позитивного зв'язку між патентною діяльністю та експортом високотехнологічної продукції. Chu, Kou та Wang [11] відмічають, що патенти призводять до більш раннього економічного підйому в економіках на ранніх етапах розвитку за рахунок створення стимулів для розвитку інновацій. Більш того, як показують Dyer, Glaeser, Lang і Sprecher [12], публікація високоякісних патентів призводить до перетоків та дифузії знань, що, в свою чергу, сприяє подальшому розвитку інновацій. Paula та Silva [13] виявили позитивний вплив об'єму патентів на валовий національний дохід на душу населення, валовий внутрішній продукт на душу населення та індекс людського розвитку.

Узагальнення результатів аналізу наведених джерел [4-13] дає змогу дійти висновку, що інвестиції в R&D та патентна активність є потужними факторами економічного зростання та розвитку високотехнологічних секторів в країнах ОЕСР, однак їхній ефект нелінійний, контекстно-залежний і асиметричний. Більшість з проаналізованих наукових робіт підтверджують позитивну роль витрат на дослідження та розробки, патентної активності й експорту високотехнологічної продукції у стимулюванні економічного розвитку, зростанні продуктивності та підвищенні конкурентоспроможності економік. Водночас ефективність інноваційних інвестицій значною мірою залежить від інституційного середовища, рівня економічного розвитку країни та фаз економічного циклу.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Як було виявлено під час аналізу останніх досліджень і публікацій, хоч вплив патентної діяльності на інновації та економічну діяльність є складнішим порівняно з такими показниками, як інвестиції у дослідження та розробки, він може виходити за рамки показників економічного зростання, та вносити вклад



у загальний розвиток та підвищення якості життя, що робить його цінним індикатором для дослідження. На відміну від більшості емпіричних досліджень в даному контексті, в яких цільовими змінними виступають інноваційні або економічні показники, цільовою змінною в рамках даної роботи обрано загальну кількість патентів та кількість патентів високотехнологічного сектору, що робиться рідше.

Також, попри значну кількість емпіричних досліджень, у науковій літературі зберігається потреба в комплексній оцінці впливу наукової діяльності освітніх установ на розвиток високотехнологічних галузей, зокрема на кількість високотехнологічних патентів. Проведення таких досліджень може мати важливе прикладне значення для визначення місця освітніх установ в формуванні потенціалу розвитку високотехнологічних галузей економіки, зокрема для країн, що перебувають на етапі структурної модернізації та інтеграції у глобальні технологічні ланцюги створення вартості.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою дослідження є визначення впливу наукової діяльності освітніх установ на розвиток високотехнологічних галузей, а саме на кількість високотехнологічних патентів в країнах ОЕСР. Для досягнення цієї мети були поставлені наступні дослідницькі питання: (1) які чинники впливають на загальну кількість патентів та кількість патентів високотехнологічного сектору; (2) які з визначених чинників мають найвищий позитивний і негативний вплив; (3) які розбіжності існують у розподілі чинників і масштабі їх впливу між загальною кількістю патентів та кількістю патентів високотехнологічного сектору; (4) наскільки важливою є роль освітніх установ в збільшенні кількості високотехнологічних патентів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Теоретично, за теорією Шумпетера, високотехнологічні патенти виконують роль "захисного бар'єру" для винаходів, стимулюючи інвестиції в R&D через монопольне право на



комерціалізацію. Згідно до Romer [14], у моделях ендogenous зростання патенти генерують перелив знань, спричиняючи зростання загального фактору продуктивності праці у високотехнологічних галузях економіки. Також, високотехнологічні патенти є каталізатором розвитку високотехнологічних галузей, захищаючи інвестиції та сприяючи трансферу технологій [1]. Виходячи з цього, вважаємо доцільним оцінювати потенціал інноваційного розвитку країни через показники продукування патентів.

У рамках дослідження було виконано економетричний аналіз панельних даних відносно кількості патентів у країнах ОЕСР за період 2010-2019 рр. з використанням узагальненого методу моментів, а саме System-GMM [15]. У рамках методології дослідження підхід System-GMM має наступні переваги: врахування ендogenous предикторів моделі та ефектів інерційності; здатність отримувати вагомі результати у вибірках з обмеженим часовим періодом, тобто так звана панель типу «малий T, великий N» [16, р. 100; 17]. Серед обмежень даного підходу варто відмітити такі: панель розглядається як гомогенна; випадкові похибки одиниць спостереження розглядаються як не взаємопов'язані; включення занадто великої кількості інструментів до моделі може призвести до погіршення результату [16].

Для більш точної оцінки та врахування можливості гетероскедастичності було використано двокроковий GMM [18]. Для оцінки моделі було застосовано тест Саргана-Хансена [19].

Виходячи з мети дослідження та розглянутих змінних, представимо наступну модель (1):

$$\log (PAT)_{it} = \beta_0 + \beta_1 RD + \beta_2 HRD + \beta_3 \log (RESM) + \beta_4 \log (BIZRD) + \beta_5 \log (PAT(y-2)) + \alpha t + v_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

де «PAT» – залежна змінна, об'єм патентів; «RD» – частка державних витрат на R&D у ВВП; «HRD» – частка витрат сектору вищої освіти на R&D у загальних витратах на R&D; «RESM» – кількість дослідників на тисячу осіб;



«BIZRD» – витрати приватного сектору на R&D, конвертовані відносно паритету купівельної спроможності, що дозволяє більш точно відобразити різницю в реальних інвестиційних можливостях між країнами; « α » – часовий ефект у вигляді інерційності. Використання часової інерційності слідує підходу, описаному авторами Navarro Zapata, Arrazola та De Hevia [4] та представляє прямолінійний спосіб врахувати часові динаміку змін; « v_i » – випадковий ефект країни; « ε_{it} » – випадкові похибки.

У визначеній моделі (1) передбачено, що на кількість високотехнологічних патентів впливають різноманітні чинники, зокрема «HRD» як показник, що характеризує вплив наукової діяльності освітніх установ на розвиток високотехнологічних галузей економіки. Разом з показником «HRD», використовуються також інші показники, які у відповідності до аналізу наукової літератури [1-2; 4-14] визначаються, як ключові у розвитку високотехнологічних галузей економіки та тих, що можуть обумовлювати кількість високотехнологічних патентів. Урахування інших показників, окрім «HRD» є важливим для визначення впливу наукової діяльності освітніх установ у порівнянні з іншими показниками впливу.

Для проведення аналізу було використано наступні джерела даних:

- База Всесвітньої організації інтелектуальної власності [20] для даних відносно об'єму патентів.
- База ОЕСР [21] для даних за показниками «RD», «HRD», «RESM», «BIZRD».

Обробка та підготовка даних були виконані в середовищі мови програмування Python версії 3.11 з використанням програмного пакету «pandas» [22;23]. Для виконання дескриптивного аналізу було використано середовище мови програмування R версії 4.2.2 [24]. Для економетричного аналізу панельних даних було використано програмний пакет «plm» версії 2.6.6 [25].



У цьому розділі представлені результати оцінювання за допомогою описаної вище моделі. Для перевірки інструментів моделі наведено результати авторегресійних тестів та тесту Саргана-Хансена. Підсумок отриманих результатів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Модель визначення патентного об'єму

	Патенти (загалом)		Патенти (високотехнологічний сектор)	
Регресор	Коеф.	S.E.	Коеф.	S.E.
log(PAT(y-2))	0.671***	0.113	0.446***	0.084
RD	0.412***	0.171	0.823*	0.442
HRD	0.004	0.016	0.197	0.031
log(RESM)	-0.331**	0.137	-0.876***	0.249
log(BIZRD)	0.187***	0.078	0.336***	0.076
trend	-0.015***	0.006	-0.004	0.015
Тест				
AR(1)	0.019		0.016	
AR(2)	0.095		0.072	
J-statistic/ p-value	7.926 (0.339)		10.995 (0.139)	

Джерело: власна розробка авторів

* $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

Спираючись на отримані результати, можна визначити наступне:

1. Подібно до результатів, отриманих Paula та Silva [13], було виявлено існування траєкторної залежності у продукуванні патентів. Це може свідчити про те, що країни з високим рівнем патентної активності у минулому мають тенденцію до збереження подібних рівнів продуктивності. При цьому ефект для патентів у секторі високих технологій є меншим, що може свідчити



про більшу кількість проривних інновацій, які не дозволяють такою ж мірою спиратись на існуючий об'єм патентів.

2. Частка витрат на R&D у ВВП має статистично значимий позитивний ефект на обидві групи патентів. Розглядаючи патенти як проксі-показник інновацій та технологічного потенціалу винаходів [8], отриманий результат узгоджується зі встановленим консенсусом відносно позитивного впливу державних витрат на інновації [4].

3. Вплив частки витрат сектору вищої освіти на R&D у загальних витратах на R&D обмежений. Це може свідчити про те, що освітні витрати на наукові дослідження не конвертуються безпосередньо у зростання кількості патентів, а отриманий вплив можна віднести до непрямих ефектів, пов'язаних з конструюванням та дифузією знань [26] або тим, що часовий проміжок дослідження є недостатнім, щоб охопити вплив освітніх витрат на R&D.

4. За винятком часової інерційності, густота дослідників є єдиним показником, що має негативний вплив на кількість патентів, що особливо гостро виражено у продукуванні високотехнологічних патентів. При цьому варто відмітити, що дослідники у [13], використовуючи іншу метрику (частка науковців, які працюють на повну ставку, у загальній чисельності населення), також отримали статистично вагомий негативний ефект густоти дослідників на кількість патентів.

5. Витрати бізнесу на дослідження і розробки мали позитивний статистично значущий вплив на обидві змінні, що особливо проявляється для патентів високотехнологічного сектору. Це підтверджує, що приватний сектор залишається рушійною силою інновацій.

6. Для загальної кількості патентів зафіксовано статистично значимий негативний вплив часової інерційності, що не спостерігається для патентів високотехнологічного сектору. Це може свідчити про наступні фактори: більш загальне скорочення інноваційного простору, балансування



між кількістю та якістю доробок, тенденцію підприємств направляти власну стратегію на закріплення позиції на ринку після досягнення конкурентних переваг за рахунок активних інновацій.

Отримані результати узгоджуються з ключовими принципами ендогенної теорії зростання. Так, траєкторна залежність в обох групах може свідчити про накопичення та переливи знань, що зберігаються на протязі тривалого часу завдяки ефекту навчання в процесі роботи та формуванню організаційних здатностей [27-29]. Нижчий рівень стійкості патентів високотехнологічного сектору може свідчити про вищу інтенсивність процесу інноваційного оновлення, що, в свою чергу, скорочує інноваційний цикл та цінність накопичених знань [30]. Таким чином, підприємства високотехнологічного сектору можна розглядати як такі, що функціонують в рамках шумпетерівської групи «Mark I», а менш технологічно розвинені сектори промисловості можна віднести до шумпетерівської групи «Mark II» [31].

Більш виразний вплив інвестицій на виробництво саме патентів високотехнологічного сектору можна пояснити впливом прямого створення інновацій та більш розвиненим здібностям підприємств виявляти та використовувати зовнішні знання. Так, наприклад, як показують Aghion і Jaravel [18], витрати на R&D у високотехнологічному секторі забезпечують вищу віддачу від поглинальної спроможності завдяки процесам перетоків знань. Це, у свою чергу, призводить до формування циклів зворотного зв'язку, в яких підприємства, що займаються науково-дослідною діяльністю, отримують найбільше переваг від існуючих досліджень.

Різницю в ефективності інвестицій освітнього та приватного сектору можна охарактеризувати фундаментальною різницею в їх меті та завданнях. Комерційна R&D-діяльність функціонує в ринкових умовах, що потребує високої ефективності використання ресурсів та виявлення і задоволення



потреб споживачів [32]. Крім того, такі підприємства мають перевагу у вигляді прямого зворотного зв'язку від ринку, клієнтоорієнтованості та більш вагомих стимулів до комерціалізації продукції. Це спонукає їх до продукування інновацій, що можуть бути запатентовані, та вироблення продукції, що є достатньо конкурентоспроможною для експорту [29]. Науково-дослідницька діяльність закладів вищої освіти, особливо у середовищах, в яких взаємодія з приватним сектором є обмеженою, приділяє більше уваги загальним дослідженням та викладанню, що меншим чином виливається у кількісні результати, як, наприклад, патенти.

Негативний вплив густоти дослідників на кількість патентів може свідчити про те, що нарощення кількості робітників у НДДКР без розбудови необхідної інституційної інфраструктури може мати зворотний ефект на продуктивність інновацій. Більш того, середовища з високою густотою дослідників можуть відображати системи, в яких більша увага приділяється академічній або викладацькій діяльності, а не співпраці з промисловим сектором, що, у свою чергу, обмежує перетоки знань. Більш того, висока густота дослідників може призводити до формування ефекту перевантаженості та дефіциту ресурсів, необхідних для інновацій (напр., кваліфікована робоча сила, дослідницькі лабораторії, спеціалізоване обладнання тощо). Значна густота дослідників також може призводити до інформаційного перевантаження, що особливо проявляється у патентах високотехнологічного сектору.

Негативний ефект часової інерційності може виникати через загальну тенденцію скорочення продуктивності дослідницької діяльності, яку спостерігають Bloom, Jones, Van Reenen та Webb [33]. Як відмічають автори, «ідеї все складніше знайти» [33, р. 46]. Claeys і Demertzis [34] у межах країн ЄС також демонструють скорочення загальної продуктивності досліджень. При цьому, як відмічалось раніше, причиною відсутності статистично



значимого впливу часової інерційності на продукування високотехнологічних патентів можуть бути коротші інноваційні цикли, висока частота інноваційного оновлення та сильніший вплив перетоків знань.

Висновки. У рамках дослідження було оцінено детермінанти патентної діяльності, вираженої у загальній кількості патентів та кількості патентів високотехнологічного сектору. За результатами аналізу основною рушійною силою є інвестиції у НДДКР, що узгоджується з загальним консенсусом на цю тему. Було виявлено обмежений ефект витрат на R&D сектором вищої освіти. Також виявлено негативний вплив густоти дослідників та наведено можливі його причини. У рамках представленої моделі спостерігається негативний ефект часової інерційності на загальну кількість патентів, що може свідчити про перенасичення досліджень та загальну негативну тенденцію до зниження дослідницької продуктивності. Відносно патентів у високотехнологічному секторі було виявлено більш слабкий ефект траєкторної залежності, вищий позитивний вплив від інвестицій та вищий негативний вплив густоти дослідників. Також, можна зробити висновок, що вплив вищої освіти в виробництві патентів є меншою у порівнянні з іншими впливовими факторами, які були досліджені.

Вагомість дослідження полягає у представленні нових результатів відносно факторів, що впливають на продукування патентів та розширення результатів подібних досліджень, зокрема відносно впливу системи вищої освіти та негативного впливу густоти дослідників. Ці результати мають цінність для аналізу та розробки державних політик відносно сприяння інноваційній діяльності та для подальших розвідок у даному полі. Спираючись на отримані результати, можна охарактеризувати необхідність комплексної державної інноваційної політики для підтримки наукової діяльності, сприяння розвитку людського капіталу та покращення інституційних умов інноваційної діяльності.



Дослідження має такі обмеження. По-перше, використаний підхід не дозволяє врахувати можливі порогові ефекти деяких змінних. По-друге, вибірка даних не включає період пандемії COVID-19, що співвідноситься зі значними трансформаціями ряду секторів, у тому числі за рахунок цифровізації та зростання ролі інновацій.

Подальші дослідження у даному напрямі можуть бути присвячені використанню методів порогового аналізу для більш глибокого розуміння факторів, включених до моделі, що особливо доцільно для оцінки спадної віддачі від кількості дослідників у НДДКР. Також доцільним є розгляд періоду, що включає пандемію COVID-19 та наступних років.

Список використаних джерел

1. Productivity among firms patenting in fourth industrial revolution technologies / F. Calvino et al. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*. 2025. DOI: 10.1787/4b014905-en.
2. Решетняк О. І. Наукова та науково-технічна діяльність в Україні: оцінка та напрямки розвитку : монографія. Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2020. 720 с.
3. Решетняк О. І., Лободін Р. О. Кластери в інноваційній економіці: моделі потрійної, чотириланкової та п'ятиланкової спіралі. *Вісник ОНУ імені І. І. Мечникова. Секція : Економіка*. 2020. Т. 6 (85). С. 69–74. DOI: 10.32782/2304-0920/6-85-13.
4. Navarro Zapata A., Arrazola M., de Hevia J. Determinants of high-tech exports: new evidence from OECD countries. *Journal of the Knowledge Economy*. 2023. DOI: 10.1007/s13132-023-01116-z.
5. Taxes, R&D expenditures, and open innovation: analyzing OECD countries / D. Balsalobre-Lorente et al. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2021. Vol. 7, no. 1. P. 36. DOI: 10.3390/joitmc7010036.



6. Ersin Ö., Ustabaş A., Acar T. The nonlinear effects of high technology exports, R&D and patents on economic growth. *Romanian Journal of Economic Forecasting*. 2022. Vol. 25, no. 1. P. 26–44.
7. Hammar N., Belarbi Y. R&D, innovation and productivity relationships: evidence from threshold panel model. *International Journal of Innovation Studies*. 2021. Vol. 5, no. 3. P. 113–126. DOI: 10.1016/j.ijis.2021.06.002.
8. Blind K., Ramel F., Rochell C. The influence of standards and patents on long-term economic growth. *The Journal of Technology Transfer*. 2021. Vol. 47, no. 4. P. 979–999. DOI: 10.1007/s10961-021-09864-3.
9. Ahmad M., Zheng J. The cyclical and nonlinear impact of R&D and innovation activities on economic growth in OECD economies: A new perspective. *Journal of the Knowledge Economy*. 2023. Vol. 14, no. 1. P. 544–593. DOI: 10.1007/s13132-021-00887-7.
10. Gürlür M. The effect of researchers and R&D expenditure on patent grants and high-tech exports. *European Journal of Science and Technology*. 2022. No. 32. P. 1140–1149. DOI: 10.31590/ejosat.1051899.
11. Chu A. C., Kou Z., Wang X. Effects of patents on the transition from stagnation to growth. *Journal of Population Economics*. 2019. Vol. 33, no. 2. P. 395–411. DOI: 10.1007/s00148-019-00753-6.
12. Dyer T. A., Glaeser S., Lang M. H., Sprecher C. The effect of patent disclosure quality on innovation. *Journal of Accounting and Economics*. 2024. Vol. 77. DOI: 10.1016/j.jacceco.2023.101647.
13. Paula F. d. O., Silva J. F. d. R&D spending and patents. *Innovation & Management Review*. 2021. Vol. 18, no. 2. P. 175–191. DOI: 10.1108/INMR-11-2019-0142.
14. Romer P. M. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*. 1990. Vol. 98, no. 5, Part 2. P. S71–S102. DOI: 10.1086/261725.



15. Arellano M., Bond S. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*. 1991. Vol. 58, no. 2. P. 277–297. DOI: 10.2307/2297968.
16. Roodman D. How to do xtabond2: an introduction to difference and system GMM in Stata. *The Stata Journal: Promoting communications on statistics and Stata*. 2009. Vol. 9, no. 1. P. 86–136. DOI: 10.1177/1536867x0900900106.
17. Blundell R., Bond S. Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*. 1998. Vol. 87, no. 1. P. 115–143. DOI: 10.1016/S0304-4076(98)00009-8.
18. Aghion P., Jaravel X. Knowledge spillovers, innovation and growth. *The Economic Journal*. 2015. Vol. 125, no. 583. P. 533–573. DOI: 10.1111/ecoj.12199.
19. Hansen L. P. Large sample properties of generalized method of moments estimators. *Econometrica*. 1982. Vol. 50, no. 4. P. 1029–1054. DOI: 10.2307/1912775.
20. World Intellectual Property Organization. WIPO. URL: <https://www.wipo.int/> (date of access: 10.01.2026).
21. Organisation for Economic Co-operation and Development. OECD. URL: <https://www.oecd.org/en.html> (date of access: 10.01.2026).
22. McKinney W. Data structures for statistical computing in Python. *Python in Science Conference*, Austin, Texas. 2010. P. 56–61. URL: <https://doi.org/10.25080/majora-92bfl922-00a>.
23. The pandas development team. Pandas. Version v3.0.0rc2. DOI: 10.5281/zenodo.18250052.
24. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Version 4.2.2. Vienna : R Foundation for Statistical Computing, 2022. URL: <https://www.R-project.org/> (date of access: 15.01.2026).



25. Croissant Y., Millo G. Panel data econometrics in R: The plm package. *Journal of Statistical Software*. 2008. Vol. 27, no. 2. DOI: 10.18637/jss.v027.i02.
26. Knowledge creation, knowledge impact and knowledge diffusion: how do they connect with higher education? / O. Dobrovolska et al. *Knowledge and Performance Management*. 2023. Vol. 7, no. 1. P. 91–103. DOI: 10.21511/kpm.07(1).2023.07.
27. Hecker A., Ganter A. Path and past dependence of firm innovation. *Economics of Innovation and New Technology*. 2014. Vol. 23, no. 5–6. P. 563–583. DOI: 10.1080/10438599.2014.895510.
28. Huang C.-Y., Lai C.-C., Peretto P. F. Public R&D, private R&D and growth: A Schumpeterian approach. *Journal of Economic Behavior & Organization*. 2025. Vol. 236. DOI: 10.1016/j.jebo.2025.107087.
29. Zaman M., Tanewski G. R&D investment, innovation, and export performance: An analysis of SME and large firms. *Journal of Small Business Management*. 2024. Vol. 62, no. 6. P. 3053–3086. DOI: 10.1080/00472778.2023.2291363.
30. Liu T., Liu Z. A growth model with endogenous technological revolutions and cycles. *Journal of Mathematical Economics*. 2022. Vol. 103. DOI: 10.1016/j.jmateco.2022.102774.
31. Malerba F., Orsenigo L. Schumpeterian patterns of innovation. *Research Policy*. 1996. Vol. 25, no. 3. P. 451–478. DOI: 10.1016/0048-7333(95)00840-3.
32. Brown J. R., Martinsson G., Petersen B. C. What promotes R&D? Comparative evidence from around the world. *Research Policy*. 2017. Vol. 46, no. 2. P. 447–462. DOI: 10.1016/j.respol.2016.11.010.



33. Qiao Y., Ding C., Liu J. Localization, knowledge spillover, and R&D investment. *Journal of Urban Management*. 2019. Vol. 8, no. 2. P. 303–315. DOI: 10.1016/j.jum.2019.03.006.

34. Claeys G., Demertzis M. The productivity paradox: policy lessons from MICROPROD. Brussels : Bruegel Policy Contribution, 2021. URL: <https://www.econstor.eu/handle/10419/237655> (date of access: 15.01.2026).