

ЕКОНОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ПОДАТКОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ОСНОВІ ПАНЕЛЬНИХ ДАНИХ

ГОЙ Гертруда¹, ЮНЬКОВА Олена²

¹ Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

<https://orcid.org/0009-0002-9505-4636>

e-mail: gertrudagoy@gmail.com

² Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

<https://orcid.org/0000-0002-8326-5383>

e-mail: yunkova.olena@kneu.edu.ua

У статті здійснено комплексне економетричне дослідження впливу податкового навантаження та інноваційної активності на ефективність діяльності промислових підприємств із використанням панельних даних. Актуальність роботи зумовлена необхідністю кількісного оцінювання взаємодії фіскальних та інноваційних чинників у промисловому секторі, де податкове середовище та технологічний розвиток значною мірою визначають конкурентоспроможність підприємств. Теоретичні дослідження підтверджують вагому роль інновацій у зростанні продуктивності, водночас високий рівень податкового навантаження здатний обмежувати фінансові ресурси та стримувати модернізацію виробництва. Саме тому панельне моделювання дає змогу врахувати часову та міжфірмову варіативність і забезпечити точніше вимірювання впливу ключових факторів на результативність підприємств.

У роботі застосовано моделі фіксованих та випадкових ефектів, адаптовані до структури панельних даних. Проведені статистичні тести дали змогу обґрунтовано вибрати модель та підтвердили наявність автокореляції залишків за відсутності гетероскедастичності. Для підвищення надійності оцінок використано робастні кластерні стандартні похибки. Сформована економетрична модель із включенням interaction-терміну (податки × інновації) дозволила проаналізувати можливу модифікацію впливу R&D залежно від рівня податкового навантаження. Отримані результати свідчать про статистично значущий негативний вплив податкового навантаження та позитивний ефект інноваційної активності на ефективність промислових підприємств, тоді як взаємодія цих чинників виявилася статистично незначущою.

Практичне значення дослідження полягає у формуванні інформативної аналітичної основи для вдосконалення податкової та інноваційної політики, зокрема щодо визначення порогових значень податкового навантаження, що впливають на ефективність інновацій. Результати можуть бути використані органами державної влади та менеджментом підприємств для стратегічного планування, оцінювання інноваційних проєктів та розроблення системи моніторингу ефективності промислового сектору.

Ключові слова: промислові підприємства; панельні дані; економетричне моделювання; податкове навантаження; інноваційна активність

<https://doi.org/10.31891/mdes/2025-18-12>

Стаття надійшла до редакції / Received 25.10.2025

Прийнята до друку / Accepted 21.11.2025

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Ефективність промислових підприємства, які є ключовим елементом економічної системи, значною мірою залежить від умов оподаткування та здатності до інноваційного розвитку. Високе податкове навантаження може стримувати інвестиційну активність та модернізацію виробничих процесів, тоді як інновації здатні компенсувати ці обмеження шляхом підвищення продуктивності та конкурентоспроможності. Водночас взаємодія податкової політики та інноваційного потенціалу підприємств є складною та нерідко суперечливою, і потребує глибшого аналізу на основі кількісних оцінок. Комплексне економетричне дослідження на основі панельних даних дозволяє врахувати як часову, так і просторову варіативність економічних показників. Такий підхід дає змогу більш достовірно моделювати вплив податкових та інноваційних факторів на результативність діяльності підприємств, обґрунтувати взаємозв'язок між податковим навантаженням, інноваційною активністю та ефективністю промислових підприємств, а також сформулювати практичні рекомендації для підвищення їх економічної стійкості.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вплив податкового навантаження та інноваційної активності на результативність промислових підприємств розглядався у працях як вітчизняних, так і зарубіжних дослідників. Зокрема, в роботах [1–2] проаналізовано наслідки податкового тиску на фінансову стійкість підприємств. У дослідженнях [3–4, 7] інноваційність розглядається як чинник підвищення продуктивності та конкурентоспроможності. Автори у роботах [5–6, 8] застосовують панельні дані

для оцінювання ефективності виробничої діяльності, однак не враховують одночасний вплив фінансових стимулів і технологічного розвитку.

При значному науковому доробку в цій царині залишається низка проблем, які потребують розв'язання. Насамперед є потреба в комплексній економетричній моделі, яка б одночасно враховувала податкове навантаження, інноваційні інвестиції та, можливо, галузеву специфіку промислових підприємств. Застосування панельних даних для побудови економетричної моделі може зменшити залежність між залишками та змінними, яка виникає через зворотній зв'язок між змінними або через наявність одночасних взаємодій між ними. Податкові стимули та інноваційна активність, які здебільшого оцінюються окремо, можуть мати синергійний або компромісний ефект на результативність діяльності підприємств, тому оцінювання взаємодії між ними може додати інформативності та змістовності комплексній моделі.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою дослідження є економетричне моделювання впливу податкового навантаження та інноваційної активності на ефективність діяльності промислових підприємств на основі панельних даних, а також формування практичних рекомендацій щодо підвищення результативності їх функціонування.

Наукова новизна дослідження полягає у комплексному економетричному підході до аналізу впливу податкового навантаження та інноваційної активності на ефективність промислових підприємств із використанням панельних даних. Запропоновано модель, що дозволяє оцінити не лише прямий ефект податків та інновацій, але й їхню взаємодію через interaction-термін, що дає можливість виявити синергійний або компенсаторний характер впливу цих факторів.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

На ефективність діяльності промислового підприємства впливає податкове навантаження, яке здатне обмежувати фінансові ресурси для розвитку, інноваційна активність, що підвищує продуктивність та конкурентоспроможність, а також розмір підприємства та його фінансовий левередж, які визначають масштаб операцій і ступінь залучення позикового капіталу, при цьому взаємодія податкового навантаження та інновацій може потенційно модулювати їхній спільний вплив на ефективність.

Дослідження проведено з використанням панельних даних, що дозволяють одночасно аналізувати просторові (підприємства) та часові (роки) характеристики. Для формування даних визначені одиниці спостереження – підприємства протягом п'яти років. Зібрані змінні включали залежну змінну ефективність діяльності, пояснювальні змінні - податкове навантаження та інноваційну активність, а також контрольні змінні, такі як розмір підприємства та левередж. Структура даних була організована так, що кожен рядок відповідав парі підприємство × рік. Модель модифікована введенням interaction-терміну (податки × інновації) для оцінки впливу податкового навантаження на ефект інновацій.

Правильний вибір моделі базується на перевірці припущень щодо структури даних, статистичній значущості ефектів підприємств та порівнянні оцінок фіксованих і випадкових ефектів, що здійснюється за допомогою F-тесту та тесту Хаусмана.

F-тест показав, що ефекти підприємств є статистично значущими ($F = 111.56, p < 0.001$), тобто звичайна лінійна регресія (МНК) без фіксованих ефектів неадекватна, і застосування моделі з Fixed Effects (FE) є обґрунтованим для оцінювання впливу податків, інновацій та інших змінних на ефективність промислових підприємств. Тест Хаусмана дає змогу зробити вибір між моделлю з фіксованими ефектами (Fixed Effects) та моделлю з випадковими ефектами (Random Effects). В результаті тестування отримано $p\text{-value} = 0.954 >> 0.05$, тобто оцінки Random Effects моделі не зміщені і статистично узгоджуються з FE, тому у цьому разі можна застосовувати будь-яку з цих моделей. Оскільки в моделі FE не оцінюються параметри постійних ефектів підприємств (вони враховуються лише у вигляді відмінностей всередині підприємства), то в дослідженні ефективності промислових підприємств застосування моделі FE є цілком обґрунтованим.

Отже, для кількісного оцінювання впливу кожного із зазначених чинників розглядається економетрична модель:

$$Efficiency_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot Tax_{it} + \beta_2 \cdot RnD_{it} + \beta_3 \cdot (Tax_{it} \cdot R\&D_{it}) + \beta_4 \cdot Size_{it} + \beta_5 \cdot Leverage_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it},$$

де $Efficiency_{it}$ - ефективність діяльності промислового підприємства (ROA);

Tax_{it} – податкове навантаження;
 $R\&D_{it}$ – інтенсивність інновацій/інвестицій у розробки;
 $Tax_{it} \cdot R\&D_{it}$ – взаємодія (як впливає зниження податків на ефект інновацій?);
 $Size_{it}$ – розмір підприємства (лог продажів);
 $Leverage_{it}$ – фінансовий леверидж;
 μ_i – фірмові незмінні ефекти (технології, менеджмент, галузь);
 λ_t – часові шоки (криза, політика, тренди);
 ε_{it} – випадкова похибка.

Оцінювання параметрів моделі в середовищі R дало наступні результати:

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)	
Tax	-0.376	0.055	-6.752	4.658e-11	***
RnD	0.587	0.093	6.302	7.187e-10	***
Interaction	-0.234	0.293	-0.799	0.42455	
Size	0.096	0.004	20.40	< 2.2e-16	***
Leverage	-0.038	0.015	-2.434	0.01533	*

Отже, побудована економетрична модель має наступний вигляд

$$Efficiency = 0.5 - 0.417 \cdot Tax + 0.518 \cdot R\&D - 0.235 \cdot Interaction + 0.096 \cdot Size - 0.039 \cdot Leverage$$

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0.71$ засвідчив, що понад 70% варіації ефективності промислових підприємств пояснюється включеними факторами, а скоригований показник (Adj. $R^2 = 0.67$) підтверджує стійкість моделі з урахуванням кількості змінних. Дуже високий F-статистичний критерій (216.9) із p-value < 2.22e-16 вказує на загальну статистичну значущість моделі, тобто вона не є випадковою та адекватно описує взаємозв'язок між податковим навантаженням, інноваційною активністю, характеристиками підприємства та його ефективністю.

Коефіцієнт $\beta_1 = -0.417$ – від'ємний та статистично значущий ($p < 0.001$). Це означає, що збільшення податкового навантаження зменшує ефективність підприємства, а саме, збільшення податку на 1 одиницю призводить до зниження ефективності на 0.417 одиниць.

Інноваційна активність ($\beta_2 = 0.518$) має позитивний і значущий вплив ($p < 0.001$). Збільшення витрат на R&D на 1 одиницю підвищує ефективність на 0.518 одиниць. Це підтверджує стимулюючий ефект інновацій.

Взаємодія податків та інновацій від'ємна ($\beta_3 = -0.235$), але не статистично значущою ($p > 0.05$). Це означає, що у цих даних немає чіткого доказу того, що податки знижують ефект R&D, хоча теоретично цей ефект очікуваний.

Розмір підприємства ($\beta_4 = 0.096$) позитивно впливає на ефективність і є статистично значущим. Більші підприємства ефективніші: кожне збільшення розміру на 1 одиницю підвищує Efficiency на 0.096 одиниць.

Фінансовий левередж від'ємно впливає на ефективність ($\beta_5 = -0.039$) і є статистично значущим ($p = 0.015$). Збільшення боргового навантаження на 1 одиницю зменшує ефективність на 0.039 одиниць.

Присутній в даній моделі interaction-термін: податки $\times$ інновації відображає змінювання впливу інноваційної активності на ефективність промислового підприємства залежно від рівня податкового навантаження. Щоб наочно продемонструвати цей ефект, побудовано графік маргінального ефекту R&D, на якому по осі X відкладається рівень податків, а по осі Y – маргінальний ефект інновацій (обчислюється як $\beta_{R\&D} + \beta_{Interaction} \times Tax$) (рис.1)

Графік (рис. 1) дає змогу зробити кілька висновків: по-перше, при низькому податковому навантаженні інновації значно підвищують ефективність підприємства; по-друге, зі зростанням податків маргінальний ефект R&D зменшується, тобто податкове навантаження частково нейтралізує стимулюючий ефект інновацій; по-третє, навіть якщо interaction-термін статистично незначущий, візуалізація демонструє концептуальну економічну взаємодію змінних. Синя лінія – показує, як змінюється вплив R&D на ефективність при різних рівнях податків, а блакитна область відображає 95% довірчий інтервал, що показує невизначеність оцінки. Червона пунктирна лінія на

рівні 0 служить для наочності, щоб оцінити, при яких рівнях податків ефект інновацій позитивний або нейтральний.

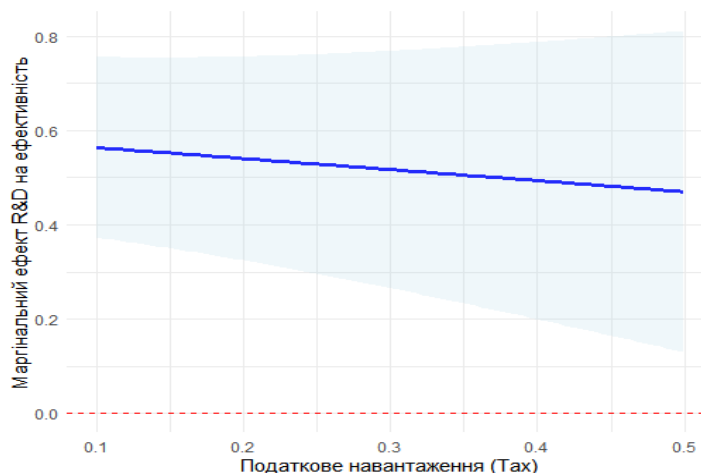


Рис. 1. Графік маргінального ефекту інноваційної активності в залежності від податкового навантаження
Джерело: розроблено самостійно

Перевірки на автокореляцію, гетероскедастичність та мультиколінеарність є необхідними етапами верифікації, оскільки порушення цих припущень класичної регресії призводить до упереджених або зміщених оцінок, що спотворює статистичні висновки. Виявлення та корекція таких проблем (наприклад, через робастні стандартні помилки або центровані змінні) забезпечує надійність оцінених коефіцієнтів та підвищує достовірність економетричного моделювання.

Застосування тесту Wooldridge для панельних даних, який у R реалізований через `pbgtest()` з пакета `plm`, виявив автокореляція залишків ($\text{chisq} = 66.32$, $\text{df} = 10$, $p\text{-value} = 2.264\text{e-}10$).

Перевірка залишків на гетероскедастичність за тестом Бреуша-Пагана показала відсутність гетероскедастичності в моделі ($p\text{-value} = 0.936$). В такій ситуації для коректного оцінювання значущості коефіцієнтів економетричної моделі потрібно застосувати робастні кластерні стандартні помилки по фірмах, які дають змогу отримати коректні t -статистики та p -value навіть за наявності автокореляції залишків.

Після робастного коригування стандартні похибки параметрів для деяких змінних (Tax, R&D, Interaction) збільшилися, що зменшило їхні t -статистики, однак параметр при Interaction залишився статистично незначущим. Водночас Tax, R&D, Size та Leverage залишилися значущими. Це відповідає очікуванню: робастні стандартні помилки враховують автокореляцію та потенційну гетероскедастичність, роблячи висновки більш надійними.

Перевірка даних на мультиколінеарність за значенням VIF (Variance Inflation Factor) показала, що Interaction має високу мультиколінеарність ($\text{VIF} \approx 14.7$), Tax і R&D — помірну, тоді як Size і Leverage не створюють проблем, що варто враховувати при інтерпретації коефіцієнтів моделі. Для усунення впливу мультиколінеарності на якість оцінювання параметрів з моделі можна виключити змінну Interaction, що визначає взаємодію Tax і R&D, або змінити спосіб вимірювання показників — від абсолютних значень перейти до центрованих.

Після виключення з моделі змінної Interaction коефіцієнти при Tax і R&D залишилися статистично значущими ($p < 0.001$) та зберегли очікуваний економічний знак: Tax негативно впливає на ефективність, а R&D позитивно. Стандартні помилки зменшилися порівняно з моделлю з Interaction, що підвищило стабільність оцінок. Коефіцієнти Size та Leverage залишилися значущими, з тією ж економічною інтерпретацією.

Після центрування даних мультиколінеарність усіх змінних практично зникла ($\text{VIF} \approx 1$), включно з Interaction_c, що має забезпечити стабільність та надійність оцінок параметрів моделі. Оцінювання параметрів моделі на центрованих даних не призвело до змінювання їхніх значень. Основні ефекти змінних Tax і R&D залишилися статистично значущими ($p < 0.001$) та зберегли очікуваний економічний знак: податкове навантаження негативно впливає на ефективність, а інноваційна активність — позитивно. Параметр при змінній Interaction залишився статистично незначущим ($p = 0.451$), що свідчить про слабкий або відсутній взаємний ефект Tax і R&D, тоді як коефіцієнти при змінних Size та Leverage залишилися значущими і економічно інтерпретованими. Отже, центрування змінних покращило надійність моделі не змінюючи основних висновків щодо впливу податків і інновацій на ефективність підприємств.

Проведене дослідження підтвердило наявність значущого впливу податкового навантаження, інноваційної активності та фінансових характеристик підприємства на ефективність діяльності промислових підприємств. Побудована панельна економетрична модель показала високий рівень пояснювальної здатності (R^2 понад 70%) та статистичну значущість основних факторів. Центрування змінних повністю усунуло мультиколінеарність, що забезпечило стабільність оцінок параметрів. Проведені тести засвідчили наявність автокореляції залишків, але відсутність гетероскедастичності та ефективність використання Fixed Effects порівняно зі звичайною OLS-моделлю. Застосування робастних кластерних стандартних помилок підвищило надійність оцінок та дозволило зробити коректні висновки щодо впливу податкової та інноваційної політики на результативність діяльності підприємств.

ВИСНОВКИ ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Отримані результати засвідчили, що зростання податкового тиску стримує ефективність, тоді як інвестиції в R&D суттєво її підвищують, причому ефект залежить від фінансового становища та масштабу підприємства. Модель підтвердила економічну доцільність стимулювання інновацій та оптимізації структури оподаткування як інструментів підвищення конкурентоспроможності промислового сектору. Проведені перевірки якості моделі, включаючи тест Хаусмана, діагностику автокореляції, гетероскедастичності та мультиколінеарності, доводять її адекватність та придатність для практичного використання.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання розробленої економетричної моделі для оцінювання ефективності промислових підприємств від формування обґрунтованої податкової політики. Запропонований підхід дозволяє виявити критичні пороги податкового навантаження, за яких інновації втрачають стимулюючу роль, а також визначити умови, що сприяють підвищенню продуктивності та конкурентоспроможності підприємств. Методологія може бути застосована органами державного управління для розробки механізмів податкового стимулювання інноваційної діяльності, а також менеджментом підприємств для стратегічного планування та оцінки економічної доцільності інноваційних проєктів. Крім того, отримані результати можуть бути використані як основа для створення систем моніторингу ефективності промислового сектору в умовах змін фіскальної політики.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Барановський О. І. Податкове навантаження та його вплив на фінансову стійкість підприємств. *Фінанси України*. 2020, №3. С. 45–56.
2. Петренко М. В., Жук О. С. Економетричний аналіз фіскального тиску на промислові підприємства із застосуванням панельних даних. *Економіка та держава*. 2021. №8. С. 32–38.
3. OECD. Taxation, innovation and productivity in manufacturing firms: panel estimation across EU countries. *OECD Economics Department Working Papers*. 2021, №1684. 45 p. URL: <https://oe.cd/productivity>
4. Hall B. H., Lerner J. The Financing of R&D and Innovation. Chap. 14 in *Handbook of the Economics of Innovation*. International Business Review. 2010. Vol. 1. P. 609–639. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)01014-2](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)01014-2)
5. Castellani D., Piva M. Innovation and firm productivity in the manufacturing sector: Evidence from panel econometric models. *Research Policy*. 2020, Vol. 49(7).
6. Levinsohn J., Petrin A. Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables. *Review of Economic Studies*. 2003, Vol. 70(2). P. 317–341. URL: <http://www.jstor.org/stable/3648636>
7. Castellania D., Montresorb S., Schubert T., Vezzani A. Multinationality, R&D and productivity: Evidence from the top R&D investors worldwide. *International Business Review*. Volume 26, Issue 3. P. 405–416. URL : <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2016.10.003>
8. Czarnitzki D.; Giebel M. Financial constraints for R&D and innovation: New evidence from a survey experiment. *ZEW Discussion Papers*. ZEW - Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim. 2021, No. 21-084. URL: <https://hdl.handle.net/10419/247693>

REFERENCES:

1. Baranovskyi, O. I. (2020). *Podatkove navantazhennia ta yoho vplyv na finansovu stiiikist pidpriemstvo* [Tax burden and its impact on the financial stability of enterprises]. *Finansy Ukrainy*, (3), 45–56. (in Ukraine)
2. Petrenko, M. V., & Zhuk, O. S. (2021). *Ekonometrychnyi analiz fiskalnoho tysku na promyslovi pidpriemstva iz zastosuvanniam panelnykh danykh* [Econometric analysis of fiscal pressure on industrial enterprises using panel data]. *Ekonomika ta derzhava*, (8), 32–38. (in Ukraine)
3. OECD. (2021). *Taxation, innovation and productivity in manufacturing firms: Panel estimation across EU countries*. OECD Economics Department Working Papers, No. 1684. 45 p. URL: <https://oe.cd/productivity>
4. Hall, B. H., & Lerner, J. (2010). The financing of R&D and innovation. In *Handbook of the Economics of Innovation* (Vol. 1, pp. 609–639). International Business Review. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)01014-2](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)01014-2)
5. Castellani, D., & Piva, M. (2020). Innovation and firm productivity in the manufacturing sector: Evidence from panel econometric models. *Research Policy*, 49(7).
6. Levinsohn, J., & Petrin, A. (2003). Estimating production functions using inputs to control for unobservables. *Review of Economic Studies*, 70(2), 317–341. URL: <http://www.jstor.org/stable/3648636>
7. Castellani, D., Montresor, S., Schubert, T., & Vezzani, A. (2017). Multinationality, R&D and productivity: Evidence from the top R&D investors worldwide. *International Business Review*, 26(3), 405–416. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2016.10.003>
8. Czarnitzki, D., & Giebel, M. (2021). *Financial constraints for R&D and innovation: New evidence from a survey experiment*. ZEW Discussion Papers, No. 21-084. ZEW – Leibniz Centre for European Economic Research, Mannheim. URL: <https://hdl.handle.net/10419/247693>

ECONOMETRIC ASSESSMENT OF THE TAX BURDEN'S EFFECT ON THE PERFORMANCE OF INDUSTRIAL ENTERPRISES USING PANEL DATA

HOI Hertruda, YUNKOVA Olena

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman, Ukraine

The article presents a comprehensive econometric study assessing the impact of tax burden, innovation activity, and financial characteristics on the performance of industrial enterprises using panel data. The relevance of the research arises from the need for quantitative evaluation of the interaction between fiscal and innovation-related factors within the industrial sector, where the tax environment and technological development largely determine firms' competitiveness. Theoretical studies confirm the significant role of innovation in productivity growth, while a high tax burden may limit financial resources and constrain production modernization. Therefore, panel modelling makes it possible to account for both temporal and cross-firm variability, ensuring a more accurate measurement of the effects of key determinants on enterprise performance.

The study applies fixed-effects and random-effects models adapted to the structure of panel data. Statistical tests were conducted to justify the model choice and confirmed the presence of autocorrelation of residuals alongside the absence of heteroskedasticity. To enhance the reliability of the estimates, cluster-robust standard errors were employed. The constructed econometric model, which includes an interaction term (taxes × innovation), allows for analysing the potential modification of the R&D effect depending on the level of tax burden. The findings reveal a statistically significant negative effect of tax burden and a positive effect of innovation activity on enterprise performance, while the interaction between these factors is statistically insignificant.

The practical significance of the study lies in providing an informative analytical basis for improving tax and innovation policies, particularly in identifying threshold levels of tax burden that influence the effectiveness of innovation. The results can be used by public authorities and enterprise management for strategic planning, evaluation of innovation projects, and the development of monitoring systems for industrial sector performance.

Keywords: industrial enterprises; panel data; econometric modeling; tax burden; innovation activity