УДК 330.46

М. О. Вергун,
к. е. н., доцент, головний бухгалтер,
Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2787-5187

DOI: 10.32702/2306-6814.2026.10.254

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ АКАДЕМІЧНОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

M. Verhun,
PhD in Economics, Associate Professor, Chief Accountant, Kyiv National University of Technologies and Design

ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF THE DEVELOPMENT OF ACADEMIC ENTREPRENEURSHIP IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Досліджено теоретико-методичні засади економіко-математичного моделювання розвитку академічного підприємництва у закладах вищої освіти в умовах посилення конкуренції, обмеженості ресурсів та зростання ролі інноваційної діяльності. Обгрунтовано доцільність комплексного підходу до оцінювання цього процесу, який враховує взаємодію освітньої, наукової та фінансово-економічної складових. Сформовано систему показників, що характеризують контингент студентів, результати наукової діяльності викладачів і обсяги фінансових надходжень, здійснено їх нормалізацію та забезпечено аналітичну узгодженість для подальшого моделювання. На основі інтегрального підходу побудовано часткові інтегральні оцінки за окремими напрямами та сформовано комплексну інтегральну оцінку розвитку академічного підприємництва. Визначення вагових коефіцієнтів здійснено із застосуванням методу головних компонент, що дозволило врахувати внутрішню структуру взаємозв'язків між показниками та підвищити об'єктивність отриманих результатів. Проведено аналіз динаміки інтегральних оцінок у ретроспективному періоді, що дало змогу виявити тенденції розвитку академічного підприємництва та його чутливість до змін у структурі доходів і наукової активності. За допомогою кореляційно-регресійного аналізу встановлено наявність суттєвого зв'язку між рівнем розвитку академічного підприємництва та результатами наукової діяльності викладачів, а також фінансовими надходженнями, що формуються, зокрема, за рахунок академічного підприємництва. Водночас вплив характеристик студентського контингенту виявився менш значущим, що свідчить про опосередкований характер їх впливу на досліджуваний процес. Отримані регресійні залежності дозволяють кількісно оцінювати вплив ключових факторів і можуть бути використані для прогнозування змін інтегрального показника. Практичне значення результатів полягає у можливості застосування запропонованого підходу для моніторингу, оцінювання та обгрунтування управлінських рішень щодо розвитку академічного підприємництва у закладах вищої освіти. Запропонована модель створює аналітичну основу для підвищення ефективності використання ресурсів, розвитку інноваційної діяльності та зміцнення конкурентоспроможності університетів у сучасному економічному середовищі.

The theoretical and methodological principles of economic and mathematical modeling of the development of academic entrepreneurship in higher education institutions in the conditions of increased competition, limited resources and the growing role of innovative activity are studied. The feasibility of a comprehensive approach to assessing this process, which takes into account the interaction of educational, scientific and financial and economic components, is substantiated. A system of indicators has been formed that characterize the contingent of students, the results of the scientific activity of teachers and the volume of financial revenues, their normalization has been carried out and analytical consistency has been ensured for further modeling. On the basis of the integral approach, partial integral assessments have been constructed for individual areas and a comprehensive integral assessment of the development of academic entrepreneurship has been formed. The determination of weight coefficients has been carried out using the principal components method, which allowed taking into account the internal structure of the relationships between indicators and increasing the objectivity of the results obtained. An analysis of the dynamics of integral estimates in the retrospective period was conducted, which made it possible to identify trends in the development of academic entrepreneurship and its sensitivity to changes in the structure of income and scientific activity. Using correlation and regression analysis, a significant relationship was established between the level of development of academic entrepreneurship and the results of the scientific activity of teachers, as well as financial revenues formed, in particular, at the expense of academic entrepreneurship. At the same time, the influence of the characteristics of the student contingent turned out to be less significant, which indicates the indirect nature of their influence on the process under study. The obtained regression dependencies allow us to quantitatively assess the influence of key factors and can be used to predict changes in the integral indicator. The practical significance of the results lies in the possibility of applying the proposed approach for monitoring, evaluating and substantiating management decisions regarding the development of academic entrepreneurship in higher education institutions. The proposed model creates an analytical basis for increasing the efficiency of resource use, developing innovative activities and strengthening the competitiveness of universities in the modern economic environment.

Ключові слова: академічне підприємництво, заклади вищої освіти, економіко-математичне моделювання, інтегральна оцінка, метод головних компонент, кореляційно-регресійний аналіз, наукова діяльність, фінансові надходження, інноваційний розвиток, освітня система.

Key words: academic entrepreneurship, higher education institutions, economic and mathematical modeling, integral estimation, principal component method, correlation and regression analysis, scientific activity, financial revenues, innovative development, educational system.

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

Розвиток академічного підприємництва у закладах вищої освіти стає одним із ключових напрямів трансформації сучасної освітньо-наукової системи. Умови глобалізації, посилення конкуренції на ринку освітніх послуг та обмеженість традиційних джерел фінансування зумовлюють необхідність пошуку нових механізмів забезпечення сталого функціонування університетів. У цьому контексті академічне підприємництво виступає як важливий інструмент інтеграції освіти, науки та бізнесу, що сприяє комерціалізації результатів досліджень, активізації інноваційної діяльності та формуванню додаткових фінансових ресурсів. Водночас розвиток академічного підприємництва має складний багатофакторний характер, оскільки визначається сукупністю освітніх, наукових та фінансово-економічних складових. Зокрема, чисельність і якість студентського контингенту, рівень наукової активності викладачів, а також обсяги фінансових надходжень формують основу для розвитку підприємницьких ініціатив у закладах вищої освіти. Така багатовимірність ускладнює процес оцінювання рівня розвитку академічного підприємництва та потребує застосування сучасних аналітичних підходів. Існуючі методи оцінювання здебільшого орієнтовані на аналіз окремих показників, що не дозволяє повною мірою врахувати взаємозв'язки між ними та сформувати узагальнену характеристику досліджуваного явища. У зв'язку з цим зростає потреба у використанні економіко-математичних методів, які забезпечують можливість інтеграції різнорідних показників у єдину систему оцінювання та дозволяють виявити ключові фактори впливу на розвиток академічного підприємництва. Особливого значення набуває застосування інтеграль-

Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ного підходу та методів багатовимірного статистичного аналізу, зокрема методу головних компонент, що дозволяє обгрунтовано визначати вагомість окремих складових і формувати комплексні оцінки. Поєднання інтегрального оцінювання з кореляційно-регресійним аналізом створює можливості для дослідження залежностей між основними компонентами розвитку академічного підприємництва та кількісного визначення їх впливу.

Таким чином, актуальність дослідження зумовлена необхідністю розроблення економіко-математичного інструментарію, який забезпечує комплексне оцінювання та аналіз розвитку академічного підприємництва у закладах вищої освіти.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ, В ЯКИХ ЗАПОЧАТКОВАНО РОЗВ'ЯЗАННЯ ДАНОЇ ПРОБЛЕМИ І НА ЯКІ СПИРАЄТЬСЯ АВТОР, ВИДІЛЕННЯ НЕ ВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, КОТРИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ ОЗНАЧЕНА СТАТТЯ

Данна стаття є науковим продовженням методичних пропозицій автора викладених в [1—2]. Проблема розвитку академічного підприємництва у закладах вищої освіти розглядається в різних наукових площинах [1—9]. Так, у роботах К. Мазур та Ж. Гарбар увага зосереджена на ролі університетів у глобалізаційних процесах і регіональному інноваційному розвитку, де академічне підприємництво виступає як інструмент взаємодії освіти, науки та бізнесу [3; 7]. С. Жуков обгрунтовує значення академічного підприємництва як фактора підвищення ефективності діяльності та формування інноваційного потенціалу економіки, підкреслюючи його вплив на розвиток підприємницьких структур [4]. Дослідження В. Кирилюка акцентують увагу на сучасному стані та проблемах розвитку академічного підприємництва в Україні, зокрема на інституційних обмеженнях і необхідності активізації інноваційної діяльності [6]. Праця Н. Шевчук та співавторів розкриває практичні аспекти розвитку стартап-інфраструктури у закладах вищої освіти як важливого елементу підприємницької екосистеми [8]. Водночас Т. Вавак розглядає теоретичні концепції університету, обгрунтовуючи перехід до підприємницької моделі розвитку [9]. Попри наявні напрацювання, питання комплексного кількісного оцінювання розвитку академічного підприємництва із застосуванням економіко-математичних методів залишаються недостатньо розробленими, що зумовлює необхідність подальших досліджень у цьому напрямі.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)

Метою статті є розроблення економіко-математичної моделі комплексного оцінювання розвитку академічного підприємництва у закладах вищої освіти на основі інтеграції освітніх, наукових та фінансових показників. Досягнення поставленої мети передбачає формування системи релевантних індикаторів, їх нормалізацію та побудову інтегральних оцінок за окремими складовими з подальшим об'єднанням у комплексний показник.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБГРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Данна стаття є науковим продовженням методичних пропозицій автора викладених в [1—2]. Комплексну інтегральну оцінку розвитку академічного підприємництва в закладі вищої освіти визначаємо в вигляді лінійної комбінації інтегральних оцінок контингенту студентів, наукової діяльності викладачів та надходжень коштів. Ця оцінка має вигляд $G(t) = \eta_1 G_1(t) + \eta_2 G_2(t) + \eta_3 G_3(t)$.

Визначимо коефіцієнти коваріації $cov(G_i, G_j)$ між інтегральними оцінками G_1, G_2 та G_3. Ці коефіцієнти утворюють коваріаційну матрицю:

$$K = \begin{Vmatrix} 0{,}00893 & 0{,}00511 & 0{,}01005 \\ 0{,}00511 & 0{,}03470 & 0{,}03332 \\ 0{,}01005 & 0{,}03332 & 0{,}05256 \end{Vmatrix}$$

Власні значення цієї матриці є коренями рівняння:

$$\begin{vmatrix} 0{,}00893-\lambda & 0{,}00511 & 0{,}01005 \\ 0{,}00511 & 0{,}03470-\lambda & 0{,}03332 \\ 0{,}01005 & 0{,}03332 & 0{,}05256-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

Розв'язавши дане рівняння, одержимо корені $\lambda_1 = 0{,}0059$, $\lambda_2 = 0{,}0104$, $\lambda_3 = 0{,}0799$. Максимальний корінь цього рівняння складає 83% від суми всіх коренів. Це означає, шо при визначенні комплексної інтегральної оцінки розвитку академічного підприємництва можна використати метод модифікованої головної компоненти, застосування якого дає можливість вибрати вагові коефіцієнти η_1, η_2, η_3 такими, щоб одержана оцінка найточніше відповідала інтегральним оцінкам контингенту студентів, наукової діяльності викладачів та надходжень коштів. Для визначення вказаних коефіцієнтів даним методом потрібно визначити власний вектор матриці K, що відповідає максимальному власному значенню $\lambda_3 = 0{,}0799$. Таким власним вектором є вектор $\{0{,}1545;\ 0{,}5979;\ 0{,}7866\}$. Коефіцієнти η_1, η_2, η_3 приймаємо рівними квадратам проекцій даного вектора. Одержимо такі значення вагових коефіцієнтів $\eta_1 = 0{,}0239$, $\eta_2 = 0{,}3574$, $\eta_3 = 0{,}6187$. Таким чином комплексна інтегральна оцінка розвитку академічного підприємництва в закладі вищої освіти має вигляд:

$$G(t) = 0{,}0239 G_1(t) + 0{,}3574 G_2(t) + 0{,}6187 G_3(t)$$

Значення даної комплексної інтегральної оцінки протягом ретроспективного періоду наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Комплексні інтегральні оцінки академічного підприємництва за 2012—2023 роки

Рік	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Оцінка	0,144	0,200	0,156	0,239	0,263	0,307	0,391	0,561	0,506	0,636	0,536	0,783

Джерело: розраховано автором.

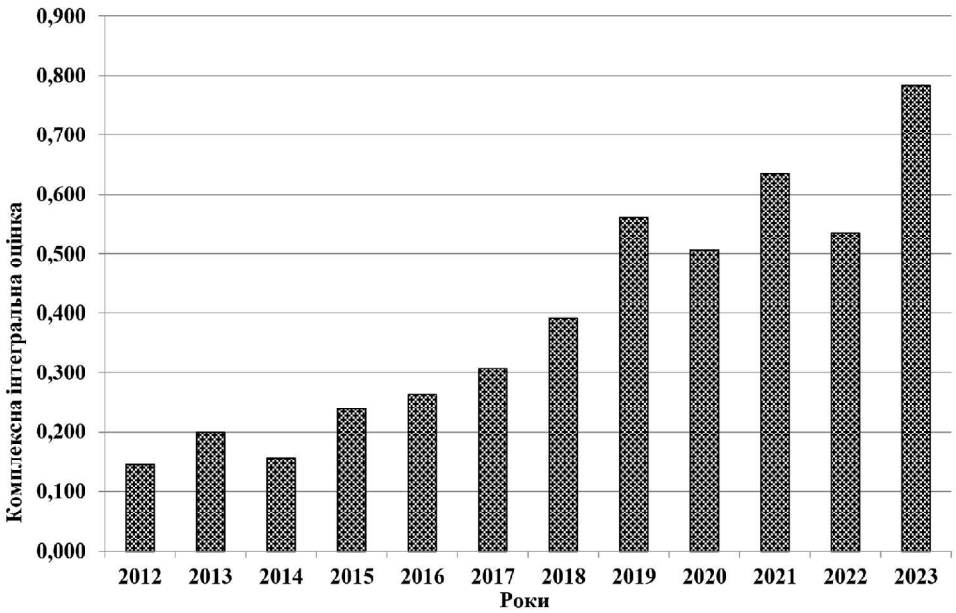


Рис. 1. Динаміка комплексної інтегральної оцінки академічного підприємництва

Джерело: розраховано автором.

Динаміка комплексної інтегральної оцінки академічного підприємництва протягом ретроспективного періоду відображена на рисунку 1.

Визначимо вплив на комплексну інтегральну оцінку академічного підприємництва інтегральних оцінок контингенту студентів, наукової діяльності викладачів та надходжень коштів. Коефіцієнт кореляції між інтегральною оцінкою G_1 контингенту студентів та комплексною інтегральною оцінкою G академічного підприємництва дорівнює 0,43869, а відповідне йому значення критерію Стьюдента рівне 1,5437. Це значення менше критичного значення даного критерію, яке при довірчій імовірності 0,9 дорівнює 1,8125. Отже, наявні статистичні дані не дають можливості зробити висновок про наявність кореляційного зв'язку між даними оцінками. Коефіцієнт кореляції між інтегральною оцінкою G_2 наукової діяльності викладачів та комплексною інтегральною оцінкою G академічного підприємництва дорівнює 0,89308, а відповідне йому значення критерію Стьюдента рівне 6,2774, що істотно перевищує критичне значення даного критерію. Отже, на основі статистичних даних за ретроспективний період виявлений кореляційний зв'язок між оцінками G та G_2, що дає можливість зробити висновок про істотний вплив рівня наукової діяльності викладачів на стан академічного підприємництва в закладі вищої освіти. Цей вплив відображається рівнянням парної лінійної регресії $G = 0{,}955G_2 - 0{,}0111$. Залежність комплексної інтегральної оцінки академічного підприємництва від оцінки рівня наукової діяльності викладачів відображена на рисунку 2.

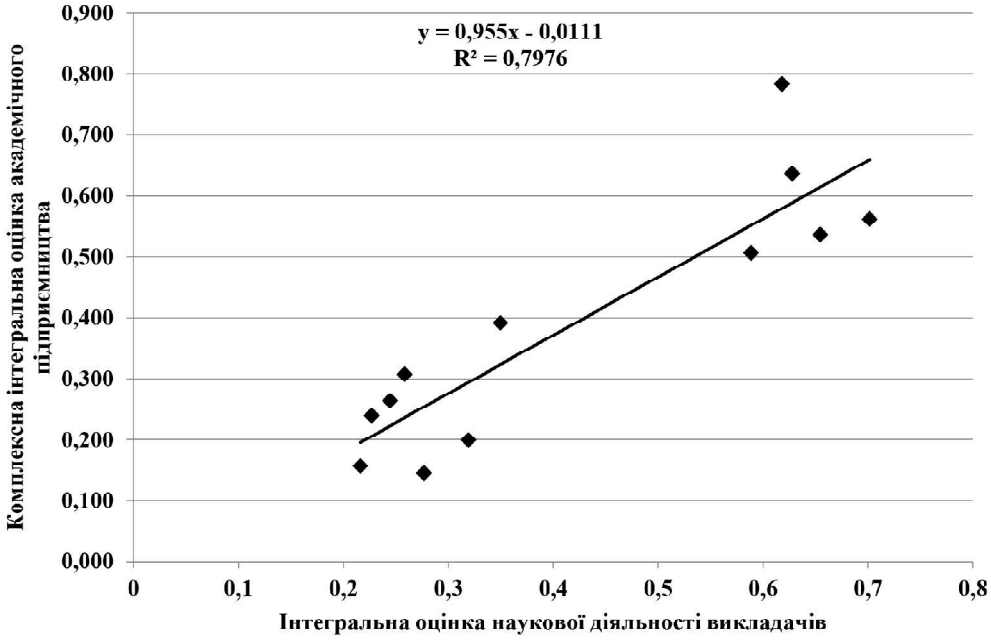


Рис. 2. Залежність комплексної інтегральної оцінки академічного підприємництва від оцінки рівня наукової діяльності викладачів

Джерело: розраховано автором.

Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

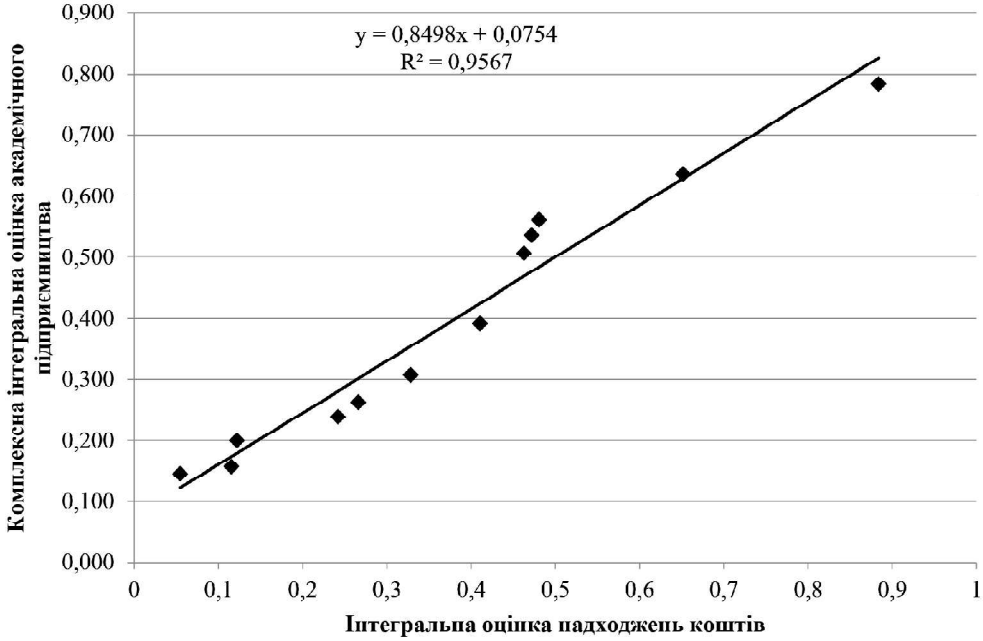


Рис. 3. Залежність комплексної інтегральної оцінки академічного підприємництва від оцінки надходжень коштів

Джерело: розраховано автором.

Коефіцієнт кореляції між інтегральною оцінкою G_3 надходжень коштів та комплексною інтегральною оцінкою G академічного підприємництва дорівнює 0,97813, а відповідне йому значення критерію Стьюдента рівне 14,8716, що значно перевищує його критичне значення. Отже, виявлений кореляційний зв'язок між оцінками G та G_3, що означає значний вплив надходжень коштів на стан академічного підприємництва. Цей вплив відображається рівнянням парної лінійної регресії $G = 0{,}8498G_3 + 0{,}0754$. Залежність комплексної інтегральної оцінки академічного підприємництва від оцінки надходжень коштів відображена на рисунку 3.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

У роботі побудовано економіко-математичну модель комплексної інтегральної оцінки розвитку академічного підприємництва, що поєднує освітню, наукову та фінансову складові. Запропонований підхід дозволив узгодити різнорідні показники в єдиному вимірі та отримати зведену оцінку, чутливу до змін у кожному з компонентів. Динаміка інтегрального показника відображає поступове посилення підприємницької активності із помітними коливаннями під впливом зовнішніх умов. Визначення вагових коефіцієнтів на основі методу головних компонент показало домінування фінансової складової, тоді як внесок наукової діяльності є суттєвим і стабільним, а вплив характеристик студентського контингенту виявився менш вираженим. Кореляційний аналіз підтвердив відсутність статистично значущого зв'язку між інтегральною оцінкою розвитку та показниками контингенту, натомість виявив сильні залежності з результатами наукової діяльності та обсягами фінансових надходжень. Регресійні залежності засвідчили, що зміни у цих двох компонентах безпосередньо транслюються у зміну загального рівня академічного підприємництва. Отримані результати уточнюють роль ключових факторів і дають підстави для перегляду управлінських акцентів: посилення підтримки наукової продуктивності та розширення джерел доходів забезпечує найбільший ефект для розвитку підприємницьких ініціатив у закладах вищої освіти. Запропонована модель може використовуватися для регулярного моніторингу, порівняння періодів та обгрунтування рішень щодо розподілу ресурсів і пріоритетів розвитку.

Література:

1. Вергун М.О. Індикаторна модель розвитку академічного підприємництва закладу вищої освіти на основі динаміки студентського контингенту. Формування ринкових відносин в Україні. № 1 (296). № 2026. С. 76—82. https://doi.org/10.66416/2522-1620.1.2026.76-82 https://journal.dndiime.org.ua/index.php/journal/article/view/21

2. Вергун М.О. Моделювання системи показників розвитку академічного підприємництва в закладі вищої освіти. Формування ринкових відносин в Україні. № 11 (294). № 2025. С. 115—120. https://doi.org/10.5281/zenodo.18853490 https://journal.dndiime.org.ua/index.php/journal/article/view/42/30

3. Мазур К. В. Розвиток академічного підприємництва у закладах вищої освіти в умовах глобалізації. Круглий стіл "Розвиток академічного підприємництва в закладах вищої освіти та наукових установах України" (Київ, 16 травня 2019 р.). Київ, 2019. С. 14—18.

4. Жуков С. А. Академічне підприємництво як фактор підвищення ефективності підприємств і формування інноваційного потенціалу економіки України. Вісник

Приазовського державного технічного університету. Серія: Економічні науки. № 33. 2017. С. 65—74.

5. Вергун М. О., Вергун А. М. Парадигма формування академічного середовища інноваційної підприємницької діяльності в системі вищої освіти. Актуальні проблеми економіки. № 9 (267). 2023. С. 123—133.

6. Кирилюк В. В., Кирилюк В. В. Академічне підприємництво в Україні: сучасний стан та проблематика. Вчені записки. № 21. 2020. С. 105—116.

7. Гарбар Ж. В. Участь закладів вищої освіти у місцевому і регіональному інноваційному розвитку. Круглий стіл "Розвиток академічного підприємництва в закладах вищої освіти та наукових установах України" (Київ, 16 травня 2019 р.). Київ, 2019. С. 58—62.

8. Шевчук Н. А., Тульчинська С. О., Вовк О. А., Темченко О. А. Успішний розвиток стартап-школи в системі інноваційного простору закладу вищої освіти. Агросвіт. № 19. 2021. С. 16—22.

9. Вавак Т. Ліберальна і підприємницька концепція університету як орієнтир вибору шляхів розвитку вищого навчального закладу. Науковий вісник Чернівецького університету. Серія: Філософія. № 756—757. 2015. С. 208—218.

References:

1. Verhun, M.O. (2026), "Indicator model of academic entrepreneurship development in higher education institutions based on student population dynamics", Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini, vol. 1 (296), pp. 76—82, available at: https://journal.dndiime.org.ua/index.php/journal/article/view/21 (Accessed 1 May 2026).

2. Verhun, M.O. (2025), "Modeling the system of indicators of academic entrepreneurship development in higher education institutions", Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini, vol. 11 (294), pp. 115—120, available at: https://journal.dndiime.org.ua/index.php/journal/article/view/42/30 (Accessed 1 May 2026).

3. Mazur, K.V. (2019), "Development of academic entrepreneurship in higher education institutions in the context of globalization", Kruhlyj stil "Rozvytok akademichnoho pidpryiemnytstva v zakladakh vyschoi osvity ta naukovykh ustanovakh Ukrainy" [Round Table "Development of academic entrepreneurship in higher education institutions and scientific institutions of Ukraine"] Kyiv, Ukraine, May 16, pp. 14—18.

4. Zhukov, S.A. (2017), "Academic entrepreneurship as a factor of increasing enterprise efficiency and forming the innovative potential of the Ukrainian economy", Visnyk Pryazovskoho derzhavnoho tekhnichnoho universytetu. Series: Economic Sciences, vol. 33, pp. 65—74.

5. Verhun, M.O. and Verhun, A.M. (2023), "Paradigm of forming an academic environment of innovative entrepreneurial activity in the higher education system", Aktualni problemy ekonomiky, vol. 9 (267), pp. 123—133.

6. Kyryliuk, V.V. and Kyryliuk, V.V. (2020), "Academic entrepreneurship in Ukraine: current state and issues", Vcheni zapysky, vol. 21, pp. 105—116.

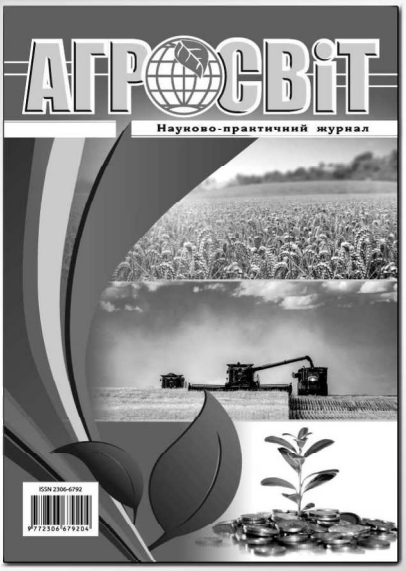
7. Harbar, Zh.V. (2019), "Participation of higher education institutions in local and regional innovative development", Kruhlyj stil "Rozvytok akademichnoho pidpryiemnytstva v zakladakh vyschoi osvity ta naukovykh ustanovakh Ukrainy" [Round Table "Development of academic entrepreneurship in higher education institutions and scientific institutions of Ukraine"], Kyiv, Ukraine, May 16, pp. 58—62.

8. Shevchuk, N.A., Tulchynska, S.O., Vovk, O.A. and Temchenko, O.A. (2021), "Successful development of a startup school in the system of innovative space of a higher education institution", Ahrosvit, vol. 19, pp. 16—22.

9. Vavak, T. (2015), "Liberal and entrepreneurial concept of the university as a guideline for choosing development paths of higher education institutions", Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu. Series: Philosophy, vol. 756—757, pp. 208—218.

Отримано редакцією журналу / Received: 29. 04.26
Прорецензовано / Revised: 11. 05.26
Дата публікації / Published: 21.05.26

АГРОСВІТ
https://nayka.com.ua
Передплатний індекс: 23847



Виходить 24 рази на рік

Журнал включено до переліку наукових фахових видань України з ЕКОНОМІЧНИХ НАУК (Категорія «Б»)

Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292

Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).