

## Моделювання системи показників розвитку академічного підприємництва в закладі вищої освіти

**Предметом дослідження** є система показників оцінювання та методи аналізу динаміки розвитку академічного підприємництва в закладі вищої освіти.

**Метою дослідження** є розроблення та обґрунтування системи показників розвитку академічного підприємництва в закладі вищої освіти, а також аналіз і моделювання їх динаміки для підтримки прийняття управлінських рішень.

**Методи дослідження** у роботі включають методи статистичного аналізу динамічних рядів, метод перевірки різниць середніх рівнів, критерії Фішера та Стьюдента для виявлення наявності трендів, а також економіко-математичне моделювання й методи узагальнення та систематизації показників.

**Результати роботи.** Сформовано систему кількісних, науково-інноваційних і фінансових показників розвитку академічного підприємництва в закладі вищої освіти; проведено аналіз їх динаміки за ретроспективний період; виявлено основні тенденції розвитку та обґрунтовано можливість використання запропонованої системи показників для прогнозування і управлінського аналізу.

**Галузь застосування результатів.** Результати дослідження можуть бути використані в практиці управління закладами вищої освіти, при розробленні стратегій розвитку академічного підприємництва, а також у наукових дослідженнях та освітньому процесі.

**Висновки.** Запропонована система показників дозволяє комплексно оцінювати стан і динаміку розвитку академічного підприємництва в закладі вищої освіти, виявляти тенденції та підвищувати обґрунтованість управлінських рішень щодо його подальшого розвитку.

**Ключові слова:** академічне підприємництво, заклад вищої освіти, система показників, економіко-математичне моделювання, динамічний аналіз, управлінські рішення.

MYKHAILO VERHUN

## Modeling of the system of indicators of development of academic entrepreneurship in a higher educational institution

**The subject of the study** is the system of evaluation indicators and methods of analysis of the dynamics of the development of academic entrepreneurship in a higher education institution.

**The purpose of the study** is to develop and substantiate a system of indicators of the development of academic entrepreneurship in a higher education institution, as well as the analysis and modeling of their dynamics to support management decision-making.

**The research methods** in the work include methods of statistical analysis of dynamic series, the method of checking the differences of mean levels, Fisher and Student criteria for identifying the presence of trends, as well as economic and mathematical modeling and methods of generalization and systematization of indicators.

**Results of the work.** A system of quantitative, scientific and innovative and financial indicators of the development of academic entrepreneurship in a higher education institution has been formed; their dynamics have been analyzed for a retrospective period; The main development trends were identified and the possibility of using the proposed system of indicators for forecasting and management analysis was substantiated.

**Field of application of the results.** The results of the study can be used in the practice of managing higher education institutions, in developing strategies for the development of academic entrepreneurship, as well as in scientific research and the educational process.

**Conclusions.** The proposed system of indicators allows for a comprehensive assessment of the

*state and dynamics of the development of academic entrepreneurship in a higher education institution, to identify trends and increase the validity of management decisions regarding its further development.*

**Keywords:** *academic entrepreneurship, higher education institution, system of indicators, economic and mathematical modeling, dynamic analysis, management decisions.*

**Постановка проблеми.** При прийнятті управлінських рішень щодо розвитку академічного підприємництва в закладі вищої освіти важливе значення має система оцінювання його показників. Така система дає можливість дослідити динаміку розвитку академічного підприємництва, виявити наявні в цій динаміці тенденції, розробити науково обґрунтовані прогнози і на цій основі визначити оптимальні варіанти рішень та контролювати процеси їх реалізації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблематика розвитку академічного підприємництва та підприємницьких університетів достатньо широко представлена в наукових дослідженнях як вітчизняних, так і зарубіжних авторів. У працях Т. Беялова академічне підприємництво розглядається в контексті формування підприємницьких університетів, зокрема з акцентом на фінансову безпеку та стійкість їх функціонування. Автор підкреслює значення диверсифікації джерел фінансування та інноваційної активності університетів як ключових чинників їх розвитку, що створює теоретичне підґрунтя для подальших кількісних оцінок результативності академічного підприємництва [1]. У дослідженнях С. Жукова академічне підприємництво визначається як важливий фактор підвищення ефективності діяльності підприємств та формування інноваційного потенціалу національної економіки. Автор обґрунтовує роль взаємодії закладів вищої освіти з бізнес-середовищем і наголошує на необхідності розвитку механізмів комерціалізації результатів наукових досліджень, що актуалізує потребу у формалізованих показниках оцінювання такої діяльності [2]. Праці В. Кирилюка присвячені аналізу сучасного стану академічного підприємництва в Україні та виявленню ключових проблем його розвитку. У них акцентується увага на інституційних, фінансових та організаційних обмеженнях, які стримують активізацію підприємницької діяльності в університетах. Водночас автор підкреслює відсутність єдиних підходів до оцінювання результативності академічного підприємництва, що обґрунтовує доцільність розроблення системи

показників для його кількісного аналізу [3]. Дослідження Т. Беялова, присвячених оптимізації інноваційних процесів в умовах воєнного стану, розкривається значення адаптивних управлінських рішень та використання економіко-математичних методів для забезпечення стійкого розвитку інноваційної діяльності. Запропоновані підходи мають методологічну цінність для дослідження академічного підприємництва, зокрема в частині моделювання та прогнозування показників його розвитку в умовах високої невизначеності [4]. Особливе місце займають дослідження І. Грищенка, Л. Гануцак-Єфіменко, В. Щербак та О. Воляник, у яких застосовуються методи математичного моделювання для оцінювання ефективності функціонування університетів як складних соціально-економічних систем [5]. Отримані авторами результати підтверджують доцільність використання формалізованих моделей і систем показників для аналізу та підвищення ефективності діяльності закладів вищої освіти.

Узагальнення результатів проаналізованих наукових праць свідчить, що, попри значну увагу до теоретичних та прикладних аспектів академічного підприємництва, питання комплексного моделювання системи показників його розвитку в закладах вищої освіти залишаються недостатньо опрацьованими. Зазначене зумовлює актуальність даної статті та визначає її наукову новизну, яка полягає у формуванні підходу до подальших розрахунків і кількісного оцінювання розвитку академічного підприємництва.

**Виклад основного матеріалу.** Процес розроблення даної системи оцінювання включає такі етапи: вибір первинних статистичних показників, які із достатньою точністю та повнотою відображають стан академічного підприємництва; структурування одержаної множини показників, тобто поділ її на підмножини відповідно до різних аспектів процесу академічного підприємництва; розроблення комплексних інтегральних показників, що відображають стан академічного підприємництва в цілому та окремих його сторін; дослідження динаміки даних показників та прогнозування їх очікуваних значень на майбутні періоди.

## ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗЕЙ ТА ВИДІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Позначимо множину показників, що відображають стан академічного підприємництва в закладі вищої освіти Київського національного університету технологій та дизайну, через  $W$ . Ця множина ділиться на три підмножини:  $W_1$ , що включає кількісні показники контингенту студентів,  $W_2$ , що відображає кількість викладачів та ефективність їх наукової роботи, та  $W_3$ , що містить фінансові показники. Перелік даних показників наведено в таблиці 1.

До показника  $W_4^3$  включаються: надходження коштів від отриманих благодійних внесків, грантів та дарунків; надходження коштів від підприємств, організацій, фізичних осіб та від інших бюджетних

установ для виконання цільових заходів; надходження коштів від розміщення на депозитах тимчасово вільних бюджетних коштів, отриманих за надання платних послуг, як відсотків, нарахованих на залишок коштів на поточних рахунках, відкритих у банках державного сектору для розміщення власних надходжень, отриманих як плата за послуги, що надаються згідно з основною діяльністю, благодійних внесків та грантів.

Динаміка даних показників досліджувалась протягом ретроспективного періоду від 2012 до 2023 року. Позначимо тривалість даного періоду через  $T$ , номер року в цьому періоді через  $t$ , а значення показника  $W_i^j$  в  $t$ -тому році через  $w_i^j(t)$ .

**Таблиця 1. Показники, що відображають стан академічного підприємництва в закладі вищої освіти**

Позначення	Показник
<b>Показники контингенту студентів</b>	
$W_1^1$	Кількість громадян України, що здобувають вищу освіту за бакалаврським рівнем
$W_2^1$	Кількість іноземних громадян, що здобувають вищу освіту за бакалаврським рівнем
$W_3^1$	Кількість громадян України, що здобувають вищу освіту за бакалаврським рівнем на контрактній основі
$W_4^1$	Кількість громадян України, що здобувають вищу освіту за магістерським рівнем
$W_5^1$	Кількість іноземних громадян, що здобувають вищу освіту за магістерським рівнем
$W_6^1$	Кількість громадян України, що здобувають вищу освіту за магістерським рівнем на контрактній основі
$W_7^1$	Кількість громадян України, що вступили на навчання за бакалаврським рівнем в поточному році
$W_8^1$	Кількість іноземних громадян, що вступили на навчання за бакалаврським рівнем в поточному році
$W_9^1$	Кількість громадян України, що вступили на навчання за магістерським рівнем в поточному році
$W_{10}^1$	Кількість іноземних громадян, що вступили на навчання за магістерським рівнем в поточному році
$W_{11}^1$	Кількість громадян України, що в поточному році отримали диплом бакалавра
$W_{21}^1$	Кількість іноземних громадян, що в поточному році отримали диплом бакалавра
$W_{13}^1$	Кількість громадян України, що в поточному році отримали диплом магістра
$W_{14}^1$	Кількість іноземних громадян, що в поточному році отримали диплом магістра
<b>Показники наукової діяльності науково-педагогічних працівників</b>	
$W_1^2$	Кількість штатних одиниць науково-педагогічних працівників
$W_2^2$	Кількість докторів наук
$W_3^2$	Кількість кандидатів наук
$W_4^2$	Кількість статей у виданнях, що індексуються в Scopus та WoS за рік
$W_5^2$	Кількість виданих монографій за рік
$W_6^2$	Кількість проведених міжнародних науково-практичних (освітніх) конференцій за рік
$W_7^2$	Кількість грантів, в яких приймають участь науково-педагогічні працівники
$W_8^2$	Сума грантів, виграних за рік, тис. грн.
$W_9^2$	Кількість цитувань у виданнях, що індексуються в Scopus та WoS
$W_{10}^2$	Кількість створених інноваційних проектів, стартапів, патентів і ліцензій, що мають комерційне застосування
<b>Фінансові показники</b>	
$W_1^3$	Надходження коштів за послуги, що надаються бюджетними установами згідно з їх основною діяльністю
$W_2^3$	Надходження коштів від додаткової (господарської) діяльності
$W_3^3$	Надходження коштів від оренди майна та від реалізації майна (крім нерухомого) в установленому порядку
$W_4^3$	Надходження коштів із інших джерел

Джерело: запропоновано автором

**Таблиця 2. Значення показників контингенту студентів**

Показ- ник	Роки											
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
$W_1^1$	5635	5402	5309	6037	5927	5642	5191	4802	4671	4641	4836	5174
$W_2^1$	208	181	230	254	392	423	417	762	902	1168	1350	1453
$W_3^1$	2906	2668	2634	3202	3301	3332	3446	3464	3484	3390	3399	3801
$W_4^1$	1764	1696	1548	1352	1955	1981	2003	1802	1246	799	898	1203
$W_5^1$	26	33	30	29	37	45	47	50	59	65	78	110
$W_6^1$	1057	1033	778	840	950	1028	1148	960	609	357	465	772
$W_7^1$	1668	1558	1565	1850	1776	1577	1456	1540	1446	1413	1590	1806
$W_8^1$	62	60	36	69	226	153	146	448	333	396	368	465
$W_9^1$	1537	1466	1255	1026	1258	1112	1030	794	475	313	574	644
$W_{10}^1$	21	20	11	19	21	30	23	30	35	30	48	67
$W_{11}^1$	1910	1633	1527	1282	1657	1681	1683	1796	1409	1226	1218	1201
$W_{21}^1$	62	42	41	34	55	47	66	60	94	70	78	318
$W_{13}^1$	1766	1690	1394	1180	586	970	1733	926	669	427	265	477
$W_{14}^1$	5635	5402	5309	6037	5927	5642	5191	4802	4671	4641	4836	5174

Джерело: запропоновано автором

Значення показників контингенту студентів протягом ретроспективного періоду наведено в таблиці 2.

Кількість громадян України, які здобувають вищу освіту в даному ЗВО за бакалаврським рівнем із 2012 по 2014 рік зменшувалась, середньорічний темп зростання в ці роки склав 0,97. В 2015 році значення даного показника зросло на 13,7% і досягло найвищого за весь ретроспективний період значення 6037 осіб. В 2016–2021 роках значення показника зменшується із середньорічним темпом 0,877, а в 2022 та 2023 роках – зростає. Середньорічний темп зростання протягом ретроспективного періоду становив 0,992. В динаміці кількості бакалаврів–іноземців має місце чітко виражена тенденція зростання. Середньорічний темп приросту протягом ретроспективного періоду становив 19,3%. Зменшення кількості бакалаврів–іноземців мало місце лише в 2013 році (на 13%) та в 2018 році (на 1,4%). Для всіх інших років ретроспективного періоду мало місце зростання даного показника. Найвищий темп приросту в порівнянні із попереднім роком досягнутий в 2019 році і становив 82,7%. Важливе місце в оцінці академічного підприємництва займає показник кількості громадян України, що здобувають вищу освіту за бакалаврським рівнем на контрактній основі. В динаміці цього показника, аналогічно до кількості бакалаврів–іноземців, теж має місце тенденція зростання, хоча середньорічний темп приросту істотно менший, ніж для іноземців і складає

2,5%. Найвищий темп приросту (21,6%) зафіксований в 2015 році.

Для показника кількості громадян України, які здобувають вищу освіту в даному ЗВО за магістерським рівнем характерна нерівномірність динаміки – періоди зростання чергуються із періодами зменшення. Із 2012 по 2014 рік значення даного показника зменшувалось, середньорічний темп зростання в ці роки склав 0,915. В 2016–2018 роках значення даного показника зростає із середньорічним темпом зростання 1,14 і в 2018 році досягає найвищого за весь ретроспективний період значення – 2003 студента. Надалі до 2021 року значення показника зменшується на 60%, а в 2022 та 2023 роках – знову зростає, хоча і не досягає рівня 2020 року. Аналогічна динаміка спостерігається і для показника кількості громадян України, що здобувають вищу освіту за магістерським рівнем на контрактній основі. Із 2013 по 2014 рік значення даного показника зменшувалось, середньорічний темп зростання в ці роки склав 0,858. В 2015–2018 роках значення зростає із середньорічним темпом зростання 1,102 і в 2018 році досягає найвищого за весь ретроспективний період значення – 1148 студентів. Надалі до 2021 року значення показника зменшується на 68,9%, а в 2022 та 2023 роках – знову зростає, хоча і не досягає рівня 2020 року. В динаміці кількості магістрів–іноземців присутня тенденція зростання. Середньорічний темп приросту протягом ретроспективного періоду становив 14%. Зменшення кількості магі-

стрів–іноземців мало місце лише в 2014 році (на 9,1%) та в 2015 році (на 3,3%). Найвищий темп приросту в порівнянні із попереднім роком досягнутий в 2023 році і становив 41%.

В динаміці кількості вступників на навчання за бакалаврським рівнем періоди зростання чергуються із періодами зменшення. Протягом ретроспективного періоду кількість громадян України, що вступали на навчання за даним рівнем, найшвидше зростала в 2015 році, коли темп приросту склав 18,2%. Найістотніше зменшення даного показника в порівнянні із попереднім роком склало 11,2% в 2017 році. Середньорічний темп приросту цього показника протягом ретроспективного періоду становив 0,7%. В динаміці кількості іноземців, що вступали на навчання за бакалаврським рівнем, виділяються два роки, в які даний показник істотно зростає: в 2016 році темп зростання становив 3,275, а в 2019 році 3,068. В інші роки періоди зростання кількості вступників чергувалися із періодами її зменшення.

Кількість громадян України, що вступали на навчання за магістерським рівнем, зменшувалась із 2012 по 2015 рік; середній темп зростання в дані роки складав 0,874. В 2016 році ця кількість зросла на 22,5%, хоча і не досягла рівня 2012 року. Надалі до 2021 року даний показник зменшується, досягаючи в 2021 році мінімального значення за весь ретроспективний період, а в 2022 та 2023 роках дещо зростає. Кількість іноземців, що вступали на навчання за магістерським рівнем, має чітко виражену тенденцію зростання. Ця кількість зростала, починаючи із 2015 року (за виключенням 2018 та 2021 років). Середній темп зростання протягом ретроспективного періоду склав 1,111, а максимальний темп приросту 72,7% досягнутий в 2015 році.

В динаміці кількості громадян України, які отримали дипломи бакалаврів, виділяються три періоди: в 2012–2015 роках ця кількість зменшується в середньому на 12,4% за рік, в 2016–2019 роках – зростає із середньорічним темпом приросту 8,8%, в 2020–2023 роках – зменшується в середньому на 12,1% за рік. В динаміці кількості іноземців, які отримали дипломи бакалаврів, періоди зростання чергуються із періодами зменшення, середній темп приросту за 2012–2022 роки складає 2,3%. В 2023 році цей показник зростає в 4,08 рази порівняно із попереднім роком.

Кількість громадян України, які отримали дипломи магістрів протягом ретроспективного періоду зростала лише в 2017, 2018 та 2023 роках, темпи приросту в ці роки склали, відповідно, 65,5%, 78,7% та 80%. Але оскільки в інші роки цей показник істотно зменшувався, то середньорічний темп зростання протягом ретроспективного періоду склав 0,888. В динаміці кількості іноземців, які отримали дипломи магістрів, періоди зростання чергувалися із періодами зменшення. Середньорічний темп приросту 17,7% досягнутий за рахунок 2023 року, коли ця кількість зросла в 6,6 разів.

Для перевірки наявності трендів в динаміці показників, що використовуються для оцінювання стану академічного підприємництва в закладі вищої освіти використовується метод перевірки різниць середніх рівнів. При використанні цього методу ряд динаміки, що складається із значень показника  $w_j^i$  протягом ретроспективного періоду тривалістю  $T$  років, ділиться на два ряди, які включають значення цього показника за першу та другу половини даного періоду. Для кожного із цих рядів визначаються вибіркові середні значення  $(w^i)_1$  та  $(w^i)_2$  і виправлені вибіркові дисперсії  $((\sigma^i)^2)_1$  та  $((\sigma^i)^2)_2$ . За допомогою критерію Фішера перевіряється гіпотеза щодо однорідності дисперсії. Для цього визначається фактичне значення  $F$  даного критерію за формулою:

$$F = \begin{cases} \frac{((\sigma_j^i)^2)_1}{((\sigma_j^i)^2)_2} & \text{якщо } ((\sigma_j^i)^2)_1 > ((\sigma_j^i)^2)_2 \\ \frac{((\sigma_j^i)^2)_2}{((\sigma_j^i)^2)_1} & \text{якщо } ((\sigma_j^i)^2)_2 > ((\sigma_j^i)^2)_1 \end{cases}$$

Одержане значення порівнюється із критичним значенням критерію Фішера  $F_{\alpha, k_1, k_2}$  (0,95;5;5) = 5,0503, що відповідає довірчій імовірності  $\alpha = 0,95$  та ступеням свободи  $k_1 = k_2 = T/2 - 1 = 5$ . Якщо фактичне значення критерію менше від критичного, то приймається гіпотеза про однорідність дисперсій, що дає можливість використовувати метод перевірки різниць середніх рівнів для вирішення питання про наявність тренду в динаміці показника. В протилежному випадку даний метод не дає відповіді на це питання.

Якщо гіпотеза про однорідність дисперсій прийнята, то для перевірки наявності тренду використовується критерій Стюдента. Фактичне значення цього критерію визначається із рівності:

$$t_{\text{факт}} = \frac{|(\overline{w_j^i})_1 - (\overline{w_j^i})_2| \sqrt{T}}{\sqrt{2((\sigma_j^i)^2)_1 + ((\sigma_j^i)^2)_2}}$$

Одержане значення порівнюється із критичним значенням критерію Стьюдента  $t_{\text{кр}}(0,95; 10) = 2,228$ , що відповідає довірчій імовірності  $\alpha = 0,95$  та кількості ступенів свободи  $k = T - 2$ . Якщо фактичне значення критерію перевищує табличне, то вважається, що в динаміці даного показника присутній тренд.

### Висновки

У статті обґрунтовано підхід до моделювання системи показників розвитку академічного підприємництва в закладі вищої освіти, який базується на комплексному врахуванні освітніх, науково-інноваційних та фінансових аспектів діяльності. Запропонована система дозволяє отримати цілісне уявлення про стан і динаміку академічного підприємництва та створює інформаційну основу для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Проведений аналіз динаміки показників за тривалий ретроспективний період дав змогу виявити наявність як стійких тенденцій зростання, так і періодів спаду, що відображає чутливість академічного підприємництва до зовнішніх та внутрішніх факторів розвитку закладу вищої освіти. Застосування статистичних критеріїв для перевірки наявності трендів підтвердило доцільність використання формалізованих методів аналізу при оцінюванні розвитку академічного підприємництва. Сформована система показників має потенціал для подальших розрахунків інтегральних оцінок і прогнозних значень, що дозволить у перспективі перейти від описового аналізу до кількісного моделювання та прогнозування розвитку академічного підприємництва, підвищуючи ефективність стратегічного управління закладом вищої освіти.

### Список використаних джерел:

1. Беялов, Т.Е. (2018). Феномен підприємницьких університетів та їх фінансова безпека. Вісник КНУТД спецвипуск. Серія «Економічні науки» VIII Міжнародна науково-практична конференція «Ефективність організаційно-економічного механізму інноваційного розвитку вищої освіти», 345–354.
2. Жуков, С. А. (2017). Академічне підприємництво як фактор підвищення ефективності підприємств і формування інноваційного потенціалу економіки

України. Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Економічні науки, (33), 65–74.

3. Кирилук, В. В. (2020). Академічне підприємництво в Україні: сучасний стан та проблематика. Вчені записки, (21), 105–116.

4. Bielialov, T. (2022). Optimization of innovation processes at industrial enterprises under the conditions of the martial law. Journal of Hygienic Engineering & Design, 41.

5. Gryshchenko, I. M., Hanushchak–Yefimenko, L. M., Scherbak, V. G., & Volianyk O. Y. (2022). Mathematical modeling of increasing energy efficiency of the university in the energy hub knowledge system. Journal of Strategic Economic Research, (5), 34–43.

### References:

1. Bielialov, T.E. (2018). Fenomen pidpriemnytskykh universytetiv ta yikh finansova bezpeka. Visnyk KNUtd spetsvypusk. Seriiia «Ekonomichni nauky» VIII Mizhnarodna naukovo–praktychna konferentsiia «Efektyvnist orhanizatsiino–ekonomichnoho mekhanizmu innovatsiinoho rozvytku vyshchoi osvity», 345–354.
2. Zhukov, S. A. (2017). Akademichne pidpriemnytstvo yak faktor pidvyshchennia efektyvnosti pidpriemstv i formuvannia innovatsiinoho potentsialu ekonomiky Ukrainy. Visnyk Pryazovskoho derzhavnoho tekhnichnoho universytetu. Seriiia: Ekonomichni nauky, (33), 65–74.
3. Kyryliuk, V. V. (2020). Akademichne pidpriemnytstvo v Ukraini: suchasnyi stan ta problematyka. Vcheni zapysky, (21), 105–116.
4. Bielialov, T. (2022). Optimization of innovation processes at industrial enterprises under the conditions of the martial law. Journal of Hygienic Engineering & Design, 41.
5. Gryshchenko, I. M., Hanushchak–Yefimenko, L. M., Scherbak, V. G., & Volianyk O. Y. (2022). Mathematical modeling of increasing energy efficiency of the university in the energy hub knowledge system. Journal of Strategic Economic Research, (5), 34–43.

### Дані про автора

#### **Вергун Михайло Олексійович,**

к. е. н., доцент, Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2787-5187>

e-mail: verhun.m@knutd.edu.ua

### Data about the author

#### **Mykhailo Verhun,**

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

e-mail: verhun.m@knutd.edu.ua