

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-69-48>

УДК 338.43:311.14(477)

# БАГАТОВИМІРНИЙ АНАЛІЗ ПРОСТОРОВОЇ СТРУКТУРИ АГРАРНОГО СЕКТОРУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ: ДИСКРИМІНАНТНИЙ ПІДХІД

## MULTIDIMENSIONAL ANALYSIS OF THE SPATIAL STRUCTURE OF THE AGRICULTURAL SECTOR OF UKRAINIAN REGIONS: A DISCRIMINANT APPROACH

**Зомчак Лариса Миколаївна**

кандидат економічних наук, доцент,  
Львівський національний університет імені Івана Франка  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4959-3922>

**Дида Аліна Олександрівна**

здобувачка вищої освіти другого (магістерського) рівня,  
Львівський національний університет імені Івана Франка  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2899-1316>

**Комар Мар'яна Ігорівна**

кандидат економічних наук, доцент,  
Львівський національний університет імені Івана Франка  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1881-0865>

**Zomchak Larysa, Dyda Alina, Komar Mariana**  
Ivan Franko National University of Lviv

У статті представлено результати комплексного дослідження регіональної структури аграрного сектору України з використанням методів кластерного та дискримінантного аналізу. Розкрито методологію статистичної типологізації регіонів за ключовими показниками сільськогосподарського виробництва, такими як вартість продукції, заробітна плата, посівні площі, обсяги виробництва зернових, урожайність та виробництво тваринницької продукції. Проведено кластеризацію регіонів методом Варда та методом к-середніх, а також здійснено дискримінантний аналіз для перевірки коректності отриманих результатів. Визначено три типологічні групи регіонів з різним рівнем розвитку аграрного сектору. Підтверджено статистичну адекватність класифікації за допомогою лямбди Уїлкса та класифікаційної матриці. Розроблено дискримінантні класифікаційні функції для ідентифікації регіонів у відповідних кластерах. Результати дослідження мають теоретичне та практичне значення для формування диференційованої регіональної аграрної політики.

**Ключові слова:** кластерний аналіз, дискримінантний аналіз, аграрний сектор, регіональний розвиток, багатовимірний аналіз, просторова структура, регіон, сільське господарство.

This research presents a comprehensive analysis of the agricultural sector across Ukrainian regions, aiming to reveal regional disparities and patterns essential for informed policy-making and strategic development. Given the critical role of agriculture in Ukraine's economy, understanding the agricultural performance of different regions is vital for optimizing policies and fostering regional growth. The research systematically classifies and evaluates agricultural indicators to uncover regional similarities and differences. A multi-step analytical approach was employed, consisting of Principal Component Analysis (PCA) to identify key indicators, Hierarchical Cluster Analysis (HCA) to group regions, and Discriminant Analysis (DA) to validate the clustering results. The study focused on six primary agricultural indicators: crop cultivation areas, agricultural product value per capita, grain production volume, average monthly agricultural wage, crop yield, and livestock live weight per capita. Based on the study's findings, three distinct clusters of regions were identified, each exhibiting unique characteristics in terms of agricultural sector development. The first cluster, comprising 12 regions is characterized by the lowest indicators of agricultural sector development. The second cluster, which includes five regions, is marked by an average level of development, with

the highest average monthly agricultural wages. The third cluster, consisting seven regions, is distinguished by the highest agricultural development indicators. The analysis demonstrated excellent statistical validity, with a Wilks' Lambda value of 0.033, and a 100% accuracy rate in regional classification. Classification functions were developed to precisely categorize regions based on agricultural indicators. The research provides valuable insights for targeted agricultural policy development, regional development strategies, investment planning, and resource allocation. By establishing a data-driven framework for regional agricultural analysis, the study offers a useful tool for policymakers, agricultural experts, and regional development planners. The methodology and findings can guide future agricultural management practices and regional economic development efforts in Ukraine.

**Keywords:** cluster analysis, discriminant analysis, agricultural sector, regional development, multidimensional analysis, spatial structure, region, agriculture.

**Постановка проблеми.** Аграрний сектор України, як фундаментальна складова національної економіки, відіграє визначальну роль у забезпеченні продовольчої безпеки та зайнятості населення. Однак, наявна значна диспропорція у рівнях розвитку сільського господарства в різних регіонах країни, що ускладнює розробку уніфікованих ефективних аграрних політик.

Актуальність дослідження полягає в необхідності розробки диференційованих підходів до підтримки аграрного сектору на регіональному рівні. Для досягнення цієї мети необхідно провести глибокий аналіз територіальних відмінностей у розвитку сільського господарства.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Просторова диференціація та регіональний розвиток сільського господарства є об'єктом наукових досліджень. Так, Г. Лю та співавтори [1] досліджують просторову диференціацію сільськогосподарської регіональної функції в Пекіні та фактори її впливу. К. Андрющенко та ін. [2] розглядають агрокластери як інструмент ефективного управління регіональним розвитком в епоху глобалізації та те, як регіональна спеціалізація та кооперація можуть впливати на розвиток сільського господарства в Україні. Стаття Н. Шпак та ін. [3] безпосередньо стосується України та зосереджено на розробці стратегій регіонального сільськогосподарського ресурсного потенціалу. Л. Зомчак та Г. Умриш [4] моделюють залежність валового регіонального продукту від сільського господарства в Україні за допомогою лонгітюдних даних, що дає емпіричні докази економічного значення сільського господарства на регіональному рівні.

Частина досліджень зосереджується на тому, як технології трансформують сільськогосподарську практику та впливають на організацію простору. Л. Сумар'янті та ін. [5] наголошують на використанні ГІС для класифікації сільськогосподарських територій на основі домінуючих товарів, що є важливим

інструментом для розуміння просторових структур сільськогосподарського виробництва. У. Гера та ін [6] обговорюють інтеграцію технологій Індустрії 4.0, включаючи штучний інтелект, у сільське господарство (розумне землеробство). Стаття В. Аррубла-Ойос та ін. [7] присвячена точному землеробству та ролі сенсорних систем і мереж 5G. У статті Б. Пріянка та ін. [8] досліджується використання Інтернету речей та мережевих технологій для розробки регіональних та енергоефективних сільськогосподарських систем. У статті М. Негрей та Л. Зомчак [9] обговорюється нова роль цифрових технологій у сільському господарстві, надаючи ширший контекст для розуміння технологічних тенденцій, що впливають на цей сектор. Стаття Ф. Егхаліхані та ін. [10] присвячена моделям споживання їжі та їхньому зв'язку з кліматом, доходами та витратами. Тематичне дослідження Сенегалу авторства А. Фей та ін. [11] дає зрозуміти взаємозв'язок між землею, кліматом, енергією, сільським господарством і розвитком у конкретному регіональному контексті.

Ще один кластер досліджень фокусується на економічному контексті та політичних наслідках розвитку сільського господарства. У статті Р. Косфельд та Т. Мітце [12] розглядається взаємозв'язок між кластерами з інтенсивними дослідженнями та розробками та регіональною конкурентоспроможністю. Стаття Л. Баль-Прилипка [13] присвячена конкретному ринку сільськогосподарської продукції (свинини) і використовує методи прогнозування, що сприяє розумінню ринкової динаміки та коливань цін у сільському господарстві. У роботі Л. Зомчак та ін. [14] досліджується взаємозв'язок між економічним зростанням і погіршенням навколишнього середовища за допомогою аналітичних даних для сталого довкілля. Робота М. Вдовин та ін. [15] кластеризує країни Центральної та Східної Європи за показниками зовнішньоекономічної діяльності, що забезпечує порівняльну перспективу економічного контексту

сільського господарства в регіоні. У роботі М. Вдовин та Д. Любовецької [16] аналізується інвестиційна привабливість різних видів економічної діяльності в Україні. Стаття О. Добровольської та ін. [17] пропонує глобальну перспективу шляхом кластеризації країн на основі їх сільськогосподарської бізнес-практики, що дає ширший контекст для розуміння позиції України в глобальному сільськогосподарському ландшафті.

Існуючі дослідження часто зосереджуються на загальних економічних показниках або окремих галузях сільського господарства, не враховуючи комплексно специфіку регіонального розвитку. Класифікація регіонів за станом сільського господарства дозволить виявити спільні характеристики та проблеми, сформулювати цілеспрямовані стратегії розвитку для кожної групи регіонів, оптимізувати розподіл ресурсів та сприяти підвищенню конкурентоспроможності українського аграрного сектору як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

**Формулювання цілей статті.** Мета дослідження полягає у класифікації регіонів України за рівнем розвитку аграрного сектору з використанням сучасних методів багатовимірного статистичного аналізу, таких як метод головних компонент, ієрархічний кластерний аналіз та дискримінантний аналіз. Застосування методів багатовимірного аналізу для класифікації областей України дасть змогу виявити головні чинники, які впливають на рівень розвитку аграрного сектору в різних регіонах та ідентифікувати групи регіонів з подібними характеристиками з метою подальшого розроблення рекомендацій щодо диференційованої підтримки аграрного сектору на регіональному рівні.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Спершу проведено ієрархічну кластеризацію регіонів України за станом аграрного сектору на основі показників, які було

відібрано за допомогою методу головних компонент. Кластеризацію проведено за такими показниками: посівні площі, вартість сільськогосподарської продукції, обсяг виробництва зернових культур, середньомісячна заробітна плата, урожайність та сільськогосподарські тварини у живій масі. Вхідна статистика для дослідження зібрана з офіційної сторінки Державної служби статистик України за 2022 рік з розбиттям за областями України [18].

За результатами кластеризації методом ієрархічного кластерного аналізу виділено три кластери. До першого кластеру увійшли такі області: Волинська, Дніпропетровська, Донецька, Закарпатська, Запорізька, Луганська, Миколаївська, Одеська, Рівненська, Харківська, Херсонська та Чернівецька області. Другий кластер утворюють Житомирська, Івано-Франківська, Київська, Львівська та Тернопільська області. Області, які класифіковано до третього кластеру: Вінницька, Кіровоградська, Полтавська, Сумська, Хмельницька, Черкаська та Чернігівська області.

За результатами дискримінантного аналізу отримано значення лямбди Уїлкса – 0,033. Як відомо, значення статистики Уїлкса, що наближуються до 0, свідчать про гарну дискримінацію, а значення, які наближуються до 1 – про погану дискримінацію. Таким чином, за даними показника Лямбди Уїлкса, який дорівнює 0,033, можна робити висновок, що наведена класифікація є коректною.

Для перевірки отриманих результатів побудовано класифікаційну матрицю, за допомогою якої можна побачити чи коректно були розподілені області між кластерами (див. табл. 1).

За результатами класифікаційної матриці можна зробити висновок, що усі об'єкти правильно розбито на три групи за допомогою кластерного аналізу.

Класифікаційні функції для кожного класу можна отримати використовуючи результати аналізу дискримінантних функцій (див. табл. 2).

Таблиця 1

**Матриця класифікації груп за результатами дискримінантного аналізу аграрного сектору України**

Група	Відсоток правильності	G_1:1 - p=,33333	G_2:2 - p=,33333	G_3:3 - p=,33333
G_1:1	100,00	12	0	0
G_2:2	100,00	0	5	0
G_3:3	100,00	0	0	7
Всього	100,00	12	5	7

Джерело: побудовано авторами

Таблиця 2

## Параметри класифікаційних функцій для розподілу регіонів до певного кластера

Показник	G_1:1 - p=,33333	G_2:2 - p=,33333	G_3:3 - p=,33333
Вартість продукції сільського господарства у розрахунку на 1 особу, грн	-5,170	9,983	1,661
Середньомісячна заробітна плата штатних працівників у сільському господарстві, грн	-2,776	4,686	1,401
Посівні площі культур зернових і зернобобових у розрахунку на 1 особу, га	2,595	6,594	-9,140
Обсяг виробництва культур зернових і зернобобових у розрахунку на 1 особу, ц	-3,732	-15,603	17,579
Урожайність, ц з 1 га площі зібраної	0,534	2,038	-2,355
Сільськогосподарські тварини у живій масі у розрахунку на 1 особу, т	0,146	-3,358	2,173
Константа	-4,375	-5,109	-8,560

Джерело: побудовано авторами

Отже, дискримінантні класифікаційні функції матимуть такий вигляд:

Для регіонів, що входять до першого кластера:

$$Y_1 = -5,170X_1 - 2,776X_2 + 2,595X_3 - 3,732X_4 + 0,534X_5 + 0,146X_6 - 4,375.$$

Для регіонів, що входять до другого кластера:

$$Y_2 = 9,983X_1 + 4,686X_2 + 6,593X_3 - 15,603X_4 + 2,038X_5 - 3,358X_6 - 5,109.$$

Для регіонів, що входять до третього кластера:

$$Y_3 = 1,661X_1 + 1,401X_2 - 9,140X_3 + 17,579X_4 - 2,355X_5 + 2,173X_6 - 8,560.$$

де  $X_1$  – вартість сільськогосподарської продукції у розрахунку на 1 особу, грн;

$X_2$  – середньомісячна заробітна плата у сільському господарстві, грн;

$X_3$  – посівні площі культур зернових і зернобобових у розрахунку на 1 особу, га;

$X_4$  – обсяг виробництва культур зернових і зернобобових у розрахунку на 1 особу, ц;

$X_5$  – урожайність, ц з 1 га площі зібраної;

$X_6$  – сільськогосподарські тварини у живій масі у розрахунку на 1 особу, т;

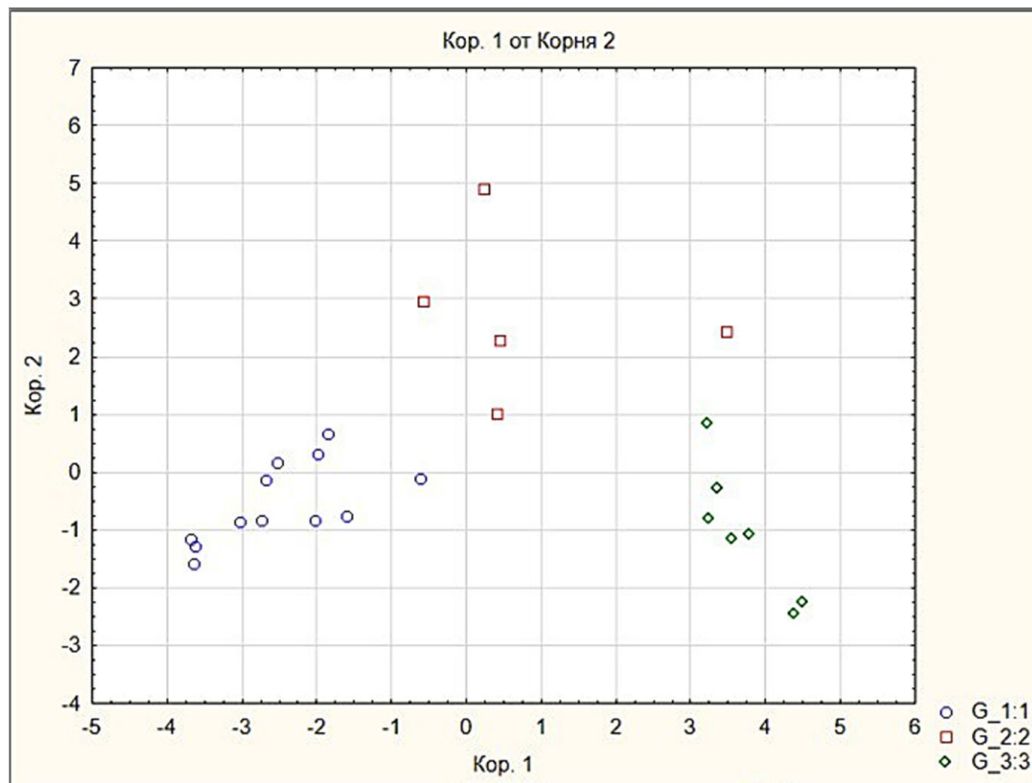
Для отримання більш детальної інформації можна переглянути результати канонічного аналізу, побудувавши для цього діаграму розсіювання канонічних значень (рис. 1).

За допомогою цієї діаграми можна визначити вклад, який вносить кожна дискримінантна функція в розподіл між групами.

Таким чином, проведена класифікація регіонів України методом кластерного аналізу є

адекватною. В ході проведення дискримінантного аналізу, побудовано функції, які можна використовувати в подальшому для віднесення певного регіону в один з класів.

**Висновки.** Результати дослідження показали, що аграрний сектор України значною мірою різниться за рівнем розвитку у розрізі регіонів України. За допомогою методів багатовимірного статистичного аналізу, спершу аналізу головних компонент, а згодом ієрархічного кластерного та дискримінантного аналізу, було проведено класифікацію регіонів України на три основні групи, що дозволяє чітко виділити регіони з подібними аграрними характеристиками. У дослідженні акцент зроблено на застосуванні методу дискримінантного аналізу для диференціації областей України, а також побудовано дискримінаційні функції для віднесення області до певного кластера на основі оновлених статистичних даних. Результати класифікації сприятимуть розробленню диференційованих підходів до підтримки аграрного сектору в областях України. Ідентифікація груп регіонів зі схожими характеристиками сільського господарства дає змогу розробляти адаптовані стратегії та рекомендації для кожної з цих груп, що підвищить ефективність державної аграрної політики на регіональному рівні. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на удосконалення методів аналізу аграрного сектору та деталізація об'єктів, а також виділення окремих галузі сільського господарства.



**Рис. 1. Графік розсіювання канонічних значень**

Джерело: побудовано авторами

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Liu Y., Jiang Z., Wang H. S. Spatial differentiation of agricultural regional function in Beijing and its influencing factors. *Journal of Natural Resources*. 2020. № 35(10). P. 2444–2459.
2. Andriushchenko K., Kovtun V., Shergina L., Rozhko O., Yefimenko L. Agro-based Clusters: A tool for effective management of regional development in the ERA of globalisation. *TEM Journal*. 2020. № 9(1). P. 198–204.
3. Shpak N., Kulyniak I., Gvozd M., Vveinhardt J., Horbal N. Formulation of development strategies for regional agricultural resource potential: The Ukrainian case. *Resources*. 2021. № 10(6). P. 57.
4. Зомчак Л. М., Умриш Г. Т. Моделювання залежності валового регіонального продукту від сільського господарства України на основі лонгitudних даних. *Економіка і суспільство*. 2018. № 16. С. 972–977.
5. Sumaryanti L., Widjastuti R., Tempola F., Ismanto H. Classification of agriculture area based on superior commodities in geographic information system. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2022. № 13(10). P. 115–121.
6. Gera U. K., Siddarth D., Singh P. Smart farming: Industry 4.0 in agriculture using artificial intelligence. *Artificial intelligence for societal development and global well-being*. IGI Global. 2022. P. 211–221.
7. Arrubla-Hoyos W., Ojeda-Beltrán A., Solano-Barliza A., Rambauth-Ibarra G., Barrios-Ulloa A., Cama-Pinto D., Manzano-Agugliaro F. Precision agriculture and sensor systems applications in Colombia through 5G networks. *Sensors*. 2022. № 22(19). P. 7295.
8. Priyanka B. H. D. D., Udayaraju P., Koppireddy C. S., Neethika A. Developing a region-based energy-efficient IoT agriculture network using region-based clustering and shortest path routing for making sustainable agriculture environment. *Measurement: Sensors*. 2023. №27. P. 100734.
9. Nehrey M., Zomchak L. Digital technology: emerging issue for agriculture. *The International Conference on Artificial Intelligence and Logistics Engineering*. Cham: Springer International Publishing. 2022. P. 146–156.
10. Aghaalikhani F., Eini Zinab H., Sobhani R., Rezazadeh A. Comparing Energy and Nutrients of the usual household Food Baskets using Climatic Regions Classification, 2015–2018, and Household Incomes and Expenditure Data. *Journal of nutrition sciences & food technology*. 2023. № 18(3). P. 39–49.
11. Faye A., Dièye M., Diakhaté P. B., Bèye A., Sall M., Diop M. Senegal-Land, climate, energy, agriculture and development: A study in the Sudano-Sahel Initiative for Regional Development, Jobs, and Food Security. Working Papers 308808, University of Bonn, Center for Development Research (ZEF). 2021

12. Kosfeld R., Mitze T. Research and development intensive clusters and regional competitiveness. *Growth and Change*. 2023. № 54(4). P. 885–911.
13. Bal-Prylypko L., Nikolaenko M., Stepasyuk L., Cherednichenko O., Lialyk A. Forecasting the sale price of pork in agricultural enterprises. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2022. 8(4). 170–187.
14. Zomchak L., Nehrey M., Olishevych M., Voronenko I., Rogoza N. Economic Growth and Environmental Degradation: Data Intelligence for Sustainable Environment. *Journal of Information Technology Management*. 2023. № 15(1). P. 163–177.
15. Вдовин М. Я., Зомчак Л., Боднар О. Кластеризація країн ЦСЄ за показниками ЗЕД. *Економіка та суспільство*. 2021. № 26.
16. Вдовин М. Л., Любовецька Д. І. Таксономічний аналіз інвестиційної привабливості різних видів економічної діяльності України. *Підприємництво і торгівля*. 2023. № 37. С. 5–11.
17. Dobrovolska O., Schmidtke K., Lastovchenko P., Odnoshevna O., Tkachenko O. Clustering countries of the world according to their business practices in agriculture. *Problems and Perspectives in Management*. 2024. № 22(2). P.352–364.
18. Державна служба статистику України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 1.12.2024)

## REFERENCES:

1. Liu, Y., Jiang, Z., & Wang, H. S. (2020). Spatial differentiation of agricultural regional function in Beijing and its influencing factors. *Journal of Natural Resources*, 35(10), 2444–2459.
2. Andriushchenko K., Kovtun V., Shergina L., Rozhko O., Yefimenko L. Agro-based Clusters: A tool for effective management of regional development in the ERA of globalisation. *TEM Journal*. 2020. № 9(1). P. 198–204.
3. Shpak N., Kulyniak I., Gvozd M., Vveinhardt J., Horbal N. Formulation of development strategies for regional agricultural resource potential: The Ukrainian case. *Resources*. 2021. № 10(6). P. 57
4. Zomchak, L. M., & Umrysh, H. T. (2018). Modelyuvannya zalezhnosti valovoho rehional'noho produktu vid sil's'koho hospodarstva Ukrayiny na osnovi lonhityudnykh danykh. *Ekonomika i suspil'stvo*, 16, 972–977.
5. Sumaryanti, L., Widjastuti, R., Tempola, F., & Ismanto, H. (2022). Classification of agriculture area based on superior commodities in geographic information system. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(10), 115–121.
6. Gera, U. K., Siddarth, D., & Singh, P. (2022). Smart farming: Industry 4.0 in agriculture using artificial intelligence. In *Artificial intelligence for societal development and global well-being* (pp. 211–221). IGI Global.
7. Arrubla-Hoyos, W., Ojeda-Beltrán, A., Solano-Barliza, A., Rambauth-Ibarra, G., Barrios-Ulloa, A., Cama-Pinto, D., ... & Manzano-Agugliaro, F. (2022). Precision agriculture and sensor systems applications in Colombia through 5G networks. *Sensors*, 22(19), 7295.
8. Priyanka, B. H. D. D., Udayaraju, P., Koppireddy, C. S., & Neethika, A. (2023). Developing a region-based energy-efficient IoT agriculture network using region-based clustering and shortest path routing for making sustainable agriculture environment. *Measurement: Sensors*, 27, 100734.
9. Nehrey, M., & Zomchak, L. (2022, February). Digital technology: emerging issue for agriculture. In *The International Conference on Artificial Intelligence and Logistics Engineering* (pp. 146-156). Cham: Springer International Publishing.
10. Aghaalikhani, F., Eini Zinab, H., Sobhani, R., & Rezazadeh, A.. (2023). Comparing Energy and Nutrients of the usual household Food Baskets using Climatic Regions Classification, 2015–2018, and Household Incomes and Expenditure Data. *Journal of nutrition sciences & food technology*, 18(3 ), 39–49.
11. Faye, A., Dièye, M., Diakhaté, P. B., Bèye, A., Sall, M., & Diop, M. (2021). Senegal-Land, climate, energy, agriculture and development: A study in the Sudano-Sahel Initiative for Regional Development, Jobs, and Food Security. Working Papers 308808, University of Bonn, Center for Development Research (ZEF).
12. Kosfeld, R., & Mitze, T. (2023). Research and development intensive clusters and regional competitiveness. *Growth and Change*, 54(4), 885–911.
13. Bal-Prylypko, L., Nikolaenko, M., Stepasyuk, L., Cherednichenko, O., & Lialyk, A. (2022). Forecasting the sale price of pork in agricultural enterprises. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 8(4), 170–187.
14. Zomchak, L., Nehrey, M., Olishevych, M., Voronenko, I., & Rogoza, N. (2023). Economic Growth and Environmental Degradation: Data Intelligence for Sustainable Environment. *Journal of Information Technology Management*, 15(1), 163–177.

15. Vdovyn, M. YA., Zomchak, L., & Bodnar, O. (2021). Klasteryzatsiya krayin TSSYE za pokaznykamy ZED. *Ekonomika ta suspil'stvo*, (26).
16. Vdovyn, M. L., & Lyubovets'ka, D. I. (2023). Taksonomichnyy analiz investytsiynoyi pryvablyvosti riznykh vydiv ekonomichnoyi diyal'nosti Ukrayiny. *Pidpryyemnytstvo i torhivlya*, (37), 5–11.
17. Dobrovolska, O., Schmidtke, K., Lastovchenko, P., Odnoshevna, O., & Tkachenko, O. (2024). Clustering countries of the world according to their business practices in agriculture. *Problems and Perspectives in Management*, 22(2), 352–364.
18. State Statistic Service of Ukraine. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (date of access 1.12.2024)