

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-47-92>

УДК 338.23

# ОЦІНКА ПОТЕНЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

## ASSESSMENT OF POTENTIAL INNOVATION DEVELOPMENT OPPORTUNITIES FOR THE NATIONAL ECONOMY AT THE REGIONAL LEVEL USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS

**Франко Людмила Сергіївна**

старший викладач,

Полтавський університет економіки і торгівлі

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0597-1960>

**Franko Liudmyla**

Poltava University of Economics and Trade

У статті розглянуто можливості використання засобів штучного інтелекту для багатовимірної кластеризації регіонів України в системі оцінювання інноваційної політики. Використовуючи базу даних з 25 об'єктів дослідження та 27 показників, у статті побудовано нейронну мережу інструментами самоорганізуючої карти Кохонена. Процес об'єднує етапи формування та первинної обробки вхідних даних, тестування та навчання даних, побудову самоорганізації карти Кохонена, формування описових характеристик кластерів і обґрунтування висновків. Описові характеристики отриманих кластерів дозволили виділити сильні та слабкі сторони інноваційної політики регіонів у кластері та обґрунтувати потенційні можливості інноваційного розвитку у перспективі. Результати кластеризації підтвердили, що головним завданням державної інноваційної політики у регіонах має бути створення сприятливого інноваційного середовища, поширення практики еко-інновацій, стимулювання цифрової трансформації всіх сфер діяльності, досягнення балансу між фінансуванням інноваційних досліджень і розробок та відповідним результативним споживанням цих коштів тощо.

**Ключові слова:** інноваційна політика, інноваційний розвиток, конкурентоспроможність, кластеризація, самоорганізуючі карти Кохонена.

The article considers the potential of using artificial intelligence tools for the multidimensional classification of regions in Ukraine's innovation policy evaluation system. The article builds a neural network using Kohonen self-organizing map tools, based on a database of 25 research objects and 27 indicators. The process involves forming a sample dataset for analysis, processing input data based on the self-organization of the Kohonen map, forming descriptive characteristics of clusters, and substantiating these findings for conclusions. Five clusters of regions were created based on the indicators of innovative development of the region and the assessment of their impact on competitiveness. The descriptive characteristics of the clusters helped to identify the strengths and weaknesses of the regions' innovation policies and substantiate potential opportunities for future innovative development. The results indicate that clusters #0 (Dnipropetrovsk and Zaporizhzhia regions) and #4 (Kyiv city) exhibit insufficient development and adaptation of eco-innovations. Meanwhile, clusters #1 (Donetsk, Kirovohrad, Mykolaiv, Volyn, Cherkasy, Luhansk regions) and #2 (Vinnytsia, Poltava, Zhytomyr, Zakarpattia, Ivano-Frankivsk, Rivne, Sumy, Ternopil, Kherson, Khmelnytskyi, Chernihiv regions) are characterized by a discrepancy between funding and scientific performance, but with a more advanced digitalization system of business processes. Cluster #3 (Kyiv, Lviv, Odesa, Kharkiv regions) is the most balanced, but it is necessary to direct a larger volume of funding towards environmental protection. The proposed hypothesis regarding the direct relationship between the number of innovatively active enterprises involved in innovative cooperation and the costs of implementing innovations was confirmed. The low correlation supports the hypothesis that insufficient state support for the development of innovative enterprises negatively affects the level of competitiveness in the regions where these enterprises are located. Based on the clustering results, the main objectives of state innovation policy in the regions should include

creating a favorable innovation environment, promoting eco-innovations, stimulating digital transformation across all sectors, achieving a balance between financing for innovative research and development and its effective utilization, and more.

**Keywords:** innovative policy, innovative development, competitiveness, clustering, Kohonen's self-organizing maps.

**Постановка проблеми.** Світовий досвід демонструє, що найбільш розвинені економічні системи досягають високої конкурентоспроможності та стабільного економічного зростання завдяки якійсній регіональній інноваційній політиці. Успішний розвиток конкурентоспроможності країни можливий завдяки застосуванню теорій кластеризації та сучасних концепцій інноваційного розвитку регіональної економічної системи. Реалізація інноваційної політики з урахуванням кластерів регіонів з добре налагодженою системою взаємозв'язків та спільними потенційними можливостями є ключовою перспективою відновлення країни та забезпечення її подальшого економічного зростання. Особливо актуальним стає питання формування кластерної інноваційної політики для відбудови регіонів України після руйнувань, спричинених повномасштабною війною проти росії. В першу чергу важливо провести аналіз сильних і слабких сторін кожного регіону з точки зору інноваційного розвитку. Цей аналіз дозволить оцінити існуючу інфраструктуру, наявні ресурси, людський капітал та визначити пріоритетні сектори, які мають найбільший потенціал для зростання та розвитку кожного регіону. У сучасних складних соціально-економічних умовах використання кластерного підходу є важливою науково-практичною задачею для розвитку інноваційної інфраструктури країни та виходу національної інноваційної системи з кризового стану. Розвиток новітнього методичного інструментарію аналізу, що базується на використанні штучного інтелекту дозволяє покращити якість отриманих моделей кластеризації та врахувати наявність тісного нейронного зв'язку між кластерами.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження зв'язку між кластеризацією регіонів країни та розвитком її інноваційної інфраструктури, аналіз впливу кластерних механізмів на національну інноваційну систему були предметом досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених, які висвітлили ці питання у своїх працях. Так, Поліщук І. І. стверджує, що кластеризація регіонів є ключовою формою забезпечення конкурентоспроможності [7]; Потапова Н. А. зазначає, що використання

кластерного аналізу у поєднанні з одновимірним групуванням дасть змогу сформуванню можливих структури об'єднань регіонів України за значеннями індикаторів інноваційної та наукової діяльності [8]. Горбик В. М. відзначає важливу роль використання кластерів у державному управлінні, обґрунтовуючи це тим, що вони є механізмами підвищення регіональної та національної конкурентоспроможності, сприяють залученню внутрішніх і зовнішніх інвестицій та здатні посилити процеси спеціалізації та розподілу праці між компаніями, а також інноваційні процеси [9]. Синиця В. М. і Вакун О. В. справедливо наголошують, що система моделей розпізнавання діагностичних класів засобами кластеризації дає можливість провести комплексну та локальну діагностику економічного потенціалу регіонів і, як наслідок, виявити напрями адаптивного коригування стратегічних нормативів їх економічного розвитку [10]. При цьому погоджуємося із твердженням авторів щодо необхідності застосування кластерного підходу до реалізації інноваційної політики регіонів країни, оскільки, як зазначають українські науковці: створення кластерів є важливим інструментом забезпечення інноваційного розвитку регіону та зміцнення конкурентоспроможності економіки в цілому [16]; кластери є одним з найефективніших інструментів залучення інвестицій та підвищення конкурентоспроможності підприємств [18]; розвиток кластерів в Україні може стати джерелом інновацій та стимулювати економічне зростання регіонів [12]; кластерний підхід – це ефективний інструмент стимулювання інноваційного розвитку регіону та зміцнення його конкурентоспроможності [15], він дозволяє об'єднувати зусилля учасників інноваційного процесу, що створює потужну синергетичну ефективність та забезпечує прискорення темпів розвитку галузей національної економіки [7].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** В цілому існує велика кількість літератури з оцінки інноваційності регіонів за допомогою кластеризації, в якій підкреслюються специфічні аспекти цього процесу. Однак використанню штучного інте-

лекту для аналізу причинно-наслідкового впливу між конкурентоспроможністю регіону та інноваційною політикою ще не приділено достатньої уваги. Слід відзначити, що поширення новітніх інструментів аналізу великих даних, зокрема, новітні тренди застосування штучного інтелекту зумовлюють необхідність переходу від застосування простих методів кореляційно-регресійного аналізу (які є найбільш поширеними в наукових дослідженнях кластеризації регіонів [5; 8; 10; 0; 7; 15; 12]) до більш складних нейронних мереж (наприклад, Самоорганізуючих карт Коханена) з метою підвищення якості моделей.

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є виявлення потенційних можливостей інноваційного розвитку національної економіки на регіональному рівні із використання новітніх засобів штучного інтелекту.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Розвиток кластерів інноваційної політики є ключовим елементом формування національної інноваційної системи, оскільки дозволяє підвищити ефективність використання ресурсів та забезпечити прискорення процесу комерціалізації наукових розробок. Кластерний підхід може допомогти уряду розробити комплексну та скоординовану регіональну інноваційну політику, яка може сприяти розвитку динамічної та сталої інноваційної екосистеми. Необхідність створення нової політики інноваційного розвитку зумовлена багатьма причинами:

– економічне зростання: інноваційний розвиток може стимулювати економічне зростання шляхом створення нових продуктів, послуг і галузей, які можуть підвищити конкурентоспроможність України та збільшити її ВВП.

– глобальна конкурентоспроможність: Україна має бути більш конкурентоспроможною в глобальному масштабі, щоб залучити іноземні інвестиції та торгових партнерів. Інновації є ключовими для досягнення цього, оскільки вони можуть допомогти Україні розробити нові технології та продукти, які користуються високим попитом.

– створення робочих місць: інноваційний розвиток може створити нові робочі місця та можливості для робочої сили України, зокрема у високотехнологічних галузях, таких як ІТ та біотехнології.

– диверсифікація: економіка України наразі значною мірою залежить від традиційних галузей, таких як сільське господарство

та важка промисловість. Розвиток нових інноваційних галузей може допомогти диверсифікувати економіку та зменшити залежність від цих секторів.

– наслідки війни та реалізація створених можливостей. Війна зруйнувала значну частину виробничої, транспортної та критичної інфраструктури, створивши «розрив» у мільйони гривень між існуючою та інноваційною інфраструктурою. В той же час, серед тисячі негативних наслідків існує один, але надзвичайно важливий, позитивний наслідок: можливість створення інноваційної країни з нуля. Тобто, в даному випадку слід акцентувати більше уваги на іноземних інвестиціях в інновації типу «greenfield», аніж «brownfield», що не потребують реструктуризації існуючих об'єктів, їх модернізації та капіталізації.

– вирішення суспільних проблем: інноваційний розвиток також може допомогти Україні вирішити такі суспільні проблеми, як енергетична безпека, екологічна стійкість та охорона здоров'я. Розвиваючи нові технології та рішення, Україна може стати лідером у цих сферах і покращити якість життя своїх громадян.

Погоджуємося із твердженням Яцкевич І. В., що у повоєнний період розвиток підприємницької діяльності у різних регіонах України буде нерівномірним, що пов'язано з воєнними діями (наприклад, Буча, Ізюм, Ірпінь, Маріуполь, Миколаїв). Така нерівномірність сприяє створенню інноваційних кластерів, які є цілісною системою підприємств і організацій з виробництва й споживання готового інноваційного продукту, що включає в себе весь інноваційний ланцюжок від розвитку фундаментальної наукової ідеї до виробництва та дистрибуції готової продукції, а також систему тісних зв'язків між фірмами, їх постачальниками і клієнтами, інститутами знань, що сприяють появі інновацій [11]. Тому важливим є застосування кластерного підходу до формування регіональної інноваційної політики.

Використання штучного інтелекту може бути корисним інструментом для формування регіональних кластерів для розвитку інноваційної політики. У статті запропонована методика побудови нейронних мереж з використанням самоорганізованих карт Коханена. Методологія дослідження передбачає послідовну реалізацію етапів дослідження, починаючи від формування бази даних досліджень і закінчуючи розробкою висновків на основі отриманих розрахунків (рис. 1).



**Рис. 1. Методологія використання нейронних мереж для дослідження взаємозв'язку між соціальною та екологічною продуктивністю та управлінням доходами**

*Джерело: складено автором*

Етап формування вибірки даних для аналізу. Для досягнення цілей дослідження було проведено аналіз 24 регіонів України та м. Київ за показниками інноваційного розвитку в межах секторів дослідження інноваційної політики, виділених автором у попередніх дослідженнях [6].

За кожною із сфер дослідження виділено набір показників (вхідні дані), що дозволяють оцінити інноваційний розвиток регіону у кожній області (таблиця 1).

Вихідними даними є показники конкурентоспроможності регіонів, отриманих на основі опитування експертів (7454 керівників

суб'єктів підприємницької діяльності, зокрема керівників 3735 підприємств-юридичних осіб та 3719 фізичних осіб-підприємців 45-ти міст з усіх регіонів України, за винятком АР Крим, м. Севастополя та деяких районів Донецької та Луганської областей) щодо регіональних особливостей започаткування бізнесу, доступу до публічного майна, прозорості та відкритості даних; вартості дотримання законодавства; податків та зборів, неформальних платежів та корупції; безпеки ведення бізнесу; лідерства міської влади; ресурсів для розвитку; підтримки інновацій [2]. Дані для аналізу сформовані на основі звітів аналі-

Таблиця 1

**Сектори дослідження інноваційної політики регіонів та показники,  
що їх характеризують**

<b>Кластер</b>	<b>Показник</b>
Інноваційний розвиток бізнес-середовища	1. Кількість інноваційно активних підприємств, залучених до інноваційного співробітництва (X1) 2. Витрати на інновації підприємств за напрямками інноваційної діяльності за регіонами (X2) 3. Обсяг експорту товарів у розрахунку на одну особу (X3) 4. Обсяг капітальних інвестицій (крім інвестицій з державного бюджету) у розрахунку на одну особу населення наростаючим підсумком з початку року (X4) 5. Кількість суб'єктів середнього підприємництва у розрахунку на 10 тис. осіб наявного населення (до початку війни) (X5) 6. Кількість реєстрацій нових суб'єктів бізнесу за регіонами після початку війни (X6)
Інновації в промисловості	7. Обсяг реалізованої промислової продукції у розрахунку на одну особу населення (X7) 8. Частка реалізованої інноваційної продукції у загальному обсязі реалізованої промислової продукції (X8) 9. Кількість інноваційно активних промислових підприємств за напрямками інноваційної діяльності за регіонами (X9) 10. Витрати на інновації промислових підприємств за напрямками інноваційної діяльності за регіонами (X10)
Еко-інновації	11. Частка сумарної потужності котелень на альтернативних видах палива в регіоні (X11) 12. Частка домогосподарств, які уклали кредитні договори в рамках механізмів підтримки заходів з енергоефективності в житловому секторі за рахунок коштів державного бюджету (у тому числі зі співфінансуванням з місцевих бюджетів), відсотків до загальної кількості домогосподарств регіону (X12) 13. Частка населених пунктів, у яких впроваджено роздільне збирання твердих побутових відходів, у загальній кількості населених пунктів регіону, відсотків (X13) 14. Частка відходів, видалених у спеціально відведені місця чи об'єкти або спалених (без отримання енергії), у загальному обсязі утворених відходів, відсотків (негатив) (X14) 15. Капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища (X15)
Диджитал-інновації	16. Частка міських домогосподарств, які мають доступ до Інтернету вдома, відсотків до загальної кількості таких домогосподарств (X 16) 17. Частка загальноосвітніх навчальних закладів денної форми навчання сільської місцевості, що використовують у навчально-виховному процесі комп'ютерну техніку, підключену до Інтернету, відсотків до загальної кількості таких закладів (X17) 18. Кількість органів державної влади та місцевого самоврядування, які надавали можливість використання інструментів електронної демократії (X18); 19. Кількість поданих громадянською, винесених на голосування, підтриманих та реалізованих проєктів "Бюджет участі (громадський бюджет)" за регіонами (X19);
Інтелектуальна власність	1. Витрати на виконання наукових досліджень і розробок (X20) 2. Кількість працівників, задіяних у виконанні НДР із вищою освітою 2020 (X21) 3. Заявки на корисні моделі від національних заявників (X22) 4. Заявки на винаходи (X23)
Менеджмент інновацій	5. Кількість організацій, які здійснювали НДР 2020 (X24) 6. Кількість працівників, задіяних у виконанні НДР 2020 (X25) 7. Витрати на НДР за джерелами фінансування за регіонами (з бюджету) (X26) 8. Витрати на НДР за джерелами фінансування за регіонами (коштів організацій державного сектору) (X27)

*Джерело: складено автором*

тико-статистичних досліджень: «Наукова та інноваційна діяльність України 2021: Статистичний збірник»; «Обстеження інноваційної діяльності в економіці України (за міжнародною методологією»); «Створення та використання передових технологій та об'єктів права інтелектуальної власності на підприємствах України»; «Інноваційна діяльність промислових підприємств України»; «Здійснення наукових досліджень і розробок в Україні» «Довкілля 2021» [3]; «Індекс конкурентоспроможності міст України 2021» [2]; Річний звіт Державного підприємства «Український інститут інтелектуальної власності» (Укрпатент) за 2021 рік [9], оброблені авторами самостійно. Враховуючи обмеженість та подекуди недоступність статистичної інформації після початку повномасштабної війни, з метою приближення статистичної картини використано окремі показники після початку воєнної агресії, взяті із статистичних джерел порталу «Дія. Бізнес» [4].

На наступному етапі здійснюється первинна обробка вхідних даних. Цей процес передбачає формування причинно-наслідкових зв'язків, зокрема, визначення вхідних (27 індикаторів у розрізі секторів інноваційної політики) і вихідних даних (Індекс конкурентоспроможності регіонів).

Кластерна модель, яка застосована у цьому дослідженні – це самоорганізується карта Кохонена. На наш погляд, ця модель є найбільш практичною для вирішення завдань оцінки взаємозв'язку між показниками інноваційного розвитку і конкурентоспроможністю регіонів. Алгоритм самоорганізуючих карт є відомим алгоритмом неконтрольованого навчання, що набув достатньо широкого розповсюдження у дослідженнях зарубіжних науковців [17; 13; 14]. Погоджуємося із твердженням авторів, що перевагами такого типу нейронних мереж як Самоорганізуючі карти Коханена є:

- можливість створення якісних кластерів шляхом виявлення викидів та подальшого аналізу [17];

- врахування структури сусідства між кластерами та забезпечення хорошої візуалізації багатовимірних даних [13];

- реалізація техніки візуалізації даних, яка допомагає зрозуміти багатовимірні дані шляхом зменшення розміру даних до карти [14].

Побудова нейронної мережі після оптимізації набору даних і кількості кластерів полегшить перехід до наступного етапу методології: встановлення наявності або відсутності при-

чинно-наслідкових зв'язків за результатами побудови карти і підтвердження або спростування гіпотез.

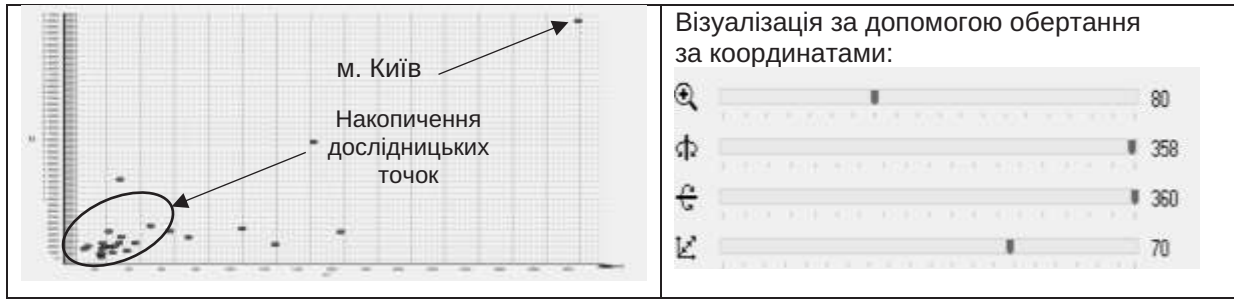
Завершальним етапом реалізації методології є формування висновків і встановлення векторів подальших досліджень.

Досліджуючи емпіричні дані щодо інноваційного розвитку регіонів та його впливу на конкурентоспроможність визначено, що первинна візуалізація аналізу даних для виявлення можливостей їх використання при побудові нейронних зв'язків за допомогою інструментів тривимірної діаграми (рис. 2) показала наявність тенденцій і закономірностей. Під відповідним кутом простежується інтегрування даних в одну площину. В даному випадку графічне відображення даних вказує на накопичення більшої кількості об'єктів у нижньому лівому куті, що дає можливість висунути гіпотезу 1: «Існує прямий зв'язок між кількістю інноваційно активних підприємств регіону, залучених до інноваційного співробітництва та витратами на здійснення інновацій». Тобто за попереднім аналізом даних можна зробити висновок, що показники кількості інноваційних підприємств та витрат на інновації взаємозалежні та пропорційні. Регіони з високим рівнем інноваційної активності та значними витратами на інновації мають вищі показники витрат підприємств на інновації.

Пілотний проект навчальної вибірки дозволив виділити 12 кластерів, однак аналіз вибірки показує значну диверсифікацію підприємств за кластерами та існування помилки у моделі, оскільки 11 кластер містить 0 об'єктів дослідження. Тому виникає необхідність перенавчання вибірки і зменшення розмірності вхідних даних. Перенавчання вибірки дозволило сформувати оптимальну кількість кластерів – 5, що є більш відповідною кількістю для досягнення мети нашого дослідження (рис. 3).

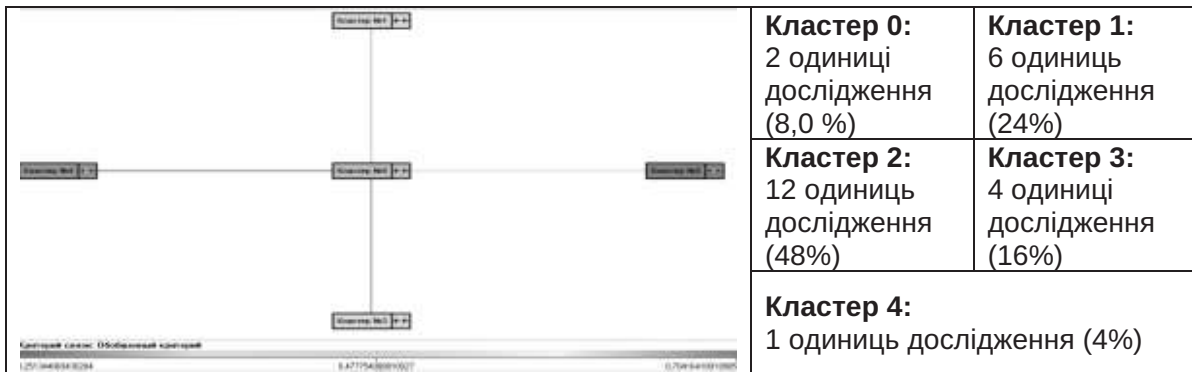
Аналіз нормальності і якості побудови нейронної мережі передбачає порівняльний аналіз значення факторів у формуванні кластера. Аналізуючи поділ вибірки на класи, слід зазначити, що більшість кластерів є досить значними (більше 55% за винятком окремих показників). Це свідчить про те, що нейронна мережа побудована якісно і не вимагає перенавчання. Наступним етапом методології є визначення описових характеристик кластерів (рис. 4).

Так, кластер № 0 включає 2 об'єкти дослідження (Дніпропетровська та Запорізька



**Рис. 2. Графічна візуалізація розміщення точок бази даних регіонів в тривимірній площині**

*Джерело: складено автором за допомогою програми Deductor Studio*



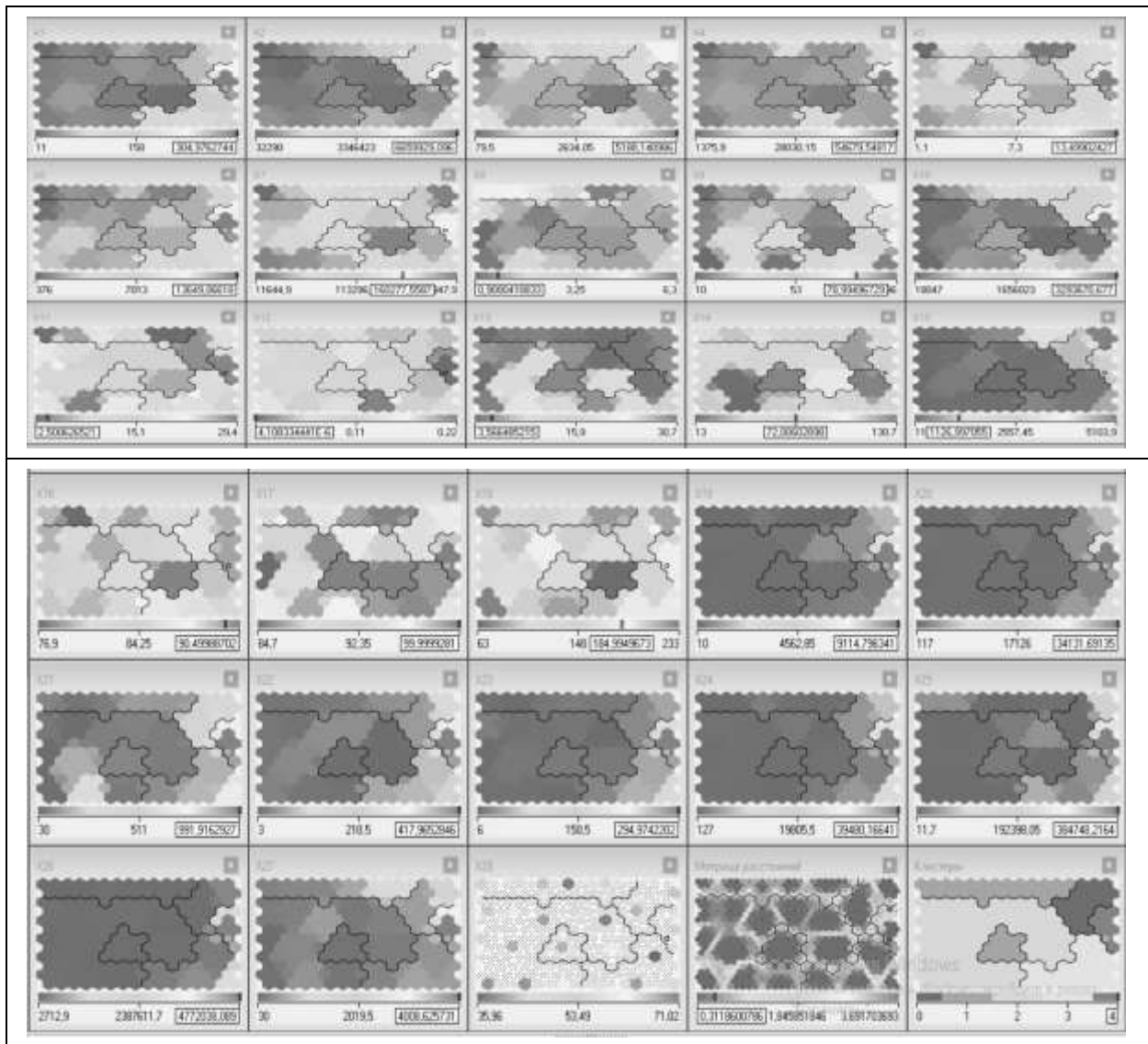
**Рис. 3. Кластерний розподіл після перенавчання тренувальної вибірки**

*Джерело: складено автором за допомогою програми Deductor Studio*

області) і характеризується високими показниками кількості інноваційно-активних підприємств (в тому числі у промисловості) та сприятливим інноваційним середовищем. Регіони кластеру мають високі показники продуктивності промисловості та розгалужену підприємницьку інфраструктуру. Разом з тим, ці області мають середній рівень впровадження еко-інновацій, зокрема, обсягу капітальних інвестицій на охорону навколишнього природного середовища та низький рівень впровадження новітніх технологій розумного енергоспоживання та поводження із відходами. Практика «розумного еко-споживання» не є розповсюдженою, про що свідчить низька частка домогосподарств, які уклали кредитні договори в рамках заходів з енергоефективності в житловому секторі за рахунок коштів державного бюджету та частка населених пунктів, у яких впроваджено роздільне збирання твердих побутових відходів. Окрім того, перспективною нішою впровадження інновацій є сфера цифрових технологій, індикатори якої за даним кластером знаходяться нижче середнього по Україні значення.

До кластера № 1 увійшли шість регіонів: Донецька; Кіровоградська; Миколаївська; Волинська; Черкаська, Луганська області. Основними спільними характеристиками об'єктів даного кластеру є недостатньо сприятливе бізнес-середовище (невелика кількість інноваційно активних підприємств, витрат на здійснення інновацій, низька ділова активність бізнесу тощо). Кластер характеризується незначними обсягами фінансування науково-дослідних робіт (18599 тис. грн порівняно із середнім за регіонами 36678 тис. грн) та відповідною низькою результативністю споживання цих коштів (мінімальна кількість організацій та дослідників, що здійснюють НДР, невелика кількість заявок на винаходи та корисні моделі тощо). Поряд з цим, об'єкти кластеру мають достатньо високі показники адаптації еко-інновацій та застосування діджитал-інновацій у розвитку регіонів.

До другого кластера увійшли 12 регіонів: Вінницька, Полтавська, Житомирська, Закарпатська, Івано-Франківська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Херсонська, Хмельницька, Чернігівська області. Основними характеристиками кластера є мінімальні



**Рис. 4. Кластеризація регіонів Самоорганізуючими картами Кохонена відповідно до впливу показників інноваційного розвитку на конкурентоспроможність регіонів**

*Джерело: складено автором за допомогою програми Deductor Studio*

обсяги фінансування НДР (у середньому 121 тис. грн. проти 675 тис. грн за регіонами України), мінімальна кількість науково-дослідних організацій та залучених до наукової діяльності осіб (у середньому 9,8 одиниць та 394 осіб відповідно). Кластер характеризується незначним обсягом інноваційно-активних підприємств, зокрема у промисловості. Основним напрямком інноваційної діяльності у цьому кластері є розроблення нових технологій у сфері еко-споживання та цифрової трансформації. Бізнес-середовище ведення підприємництва є відносно сприятливим та після початку повномасштабної війни спостерігається зростання ділової активності.

До третього кластера увійшли 4 регіони: Київська, Львівська, Одеська, Харківська області. Даний кластер є достатньо активним у впровадженні інновацій на підприємствах, достатнім інноваційним розвитком промисловості та впровадженням еко-інновації, однак має низький показник капітальних інвестицій на охорону навколишнього природного середовища (середнє значення за кластером 83,8 млн. грн. у порівнянні із 529, 5 млн. грн по Україні). Переважно цей кластер характеризується перевищенням обсягів фінансування НДР над результатами виконаних робіт у НДР та незначної питомої ваги в обсягах наукових робіт, розробок нових продуктів і розробок нових технологій. Однак в цілому даний клас-



тер є найбільш гармонійно-збалансованим щодо розвитку усіх секторів інноваційного середовища.

До четвертого кластера потрапив лише один об'єкт спостереження – м. Київ. Показники цього кластера є нетиповими і значно перевищують середнє значення за більшістю індикаторів інноваційного розвитку. Цей кластер є лідером за показниками кількості інноваційно-активних підприємств, витратами на здійснення інноваційної діяльності, розвиненістю бізнес-середовища (обсяги експорту товарів у розрахунку на одну особу, обсяг капітальних інвестицій, кількість суб'єктів підприємництва є найвищими і становлять відповідно 54684,4 млн. грн, 13,5 од. та 13650 од.). Цей регіон характеризується високими показниками впровадження діджитал-інновацій (кількість поданих громадськості, винесених на голосування, підтриманих та реалізованих проєктів «Бюджет участі» (громадський бюджет) становить 4009 од. порівняно із середнім значенням 553 од.), якісним співвідношенням обсягів фінансування НДР (витрати на виконання наукових досліджень і розробок та результатів складають 34135 млн грн у порівнянні із середнім за регіонами 2722 млн грн) та

розумним споживанням цих коштів (м. Київ є амбасадором за кількістю зареєстрованих заявок на винаходи та на корисні моделі: 418 та 295 заявок відповідно). Разом із тим, сфера еко-інновацій є недостатньо розвиненою, регіон характеризується низьким рівнем використання альтернативних видів палива, технологій енергозбереження та меншими обсягами фінансування капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища (1127,1 млн. грн.) порівняно з середнім за регіонами України (5103,9 млн. грн.).

Слід відмітити, що у кластерах 0 та 4 спостерігається недостатня розвиненість та адаптація еко-інновацій (рис. 5). В той час кластери 1 та 2 характеризуються дисбалансом між фінансуванням та результатами наукової діяльності, однак більш розвиненою системою діджиталізації бізнес-процесів. Кластер 3 є найбільш збалансованим, однак необхідно спрямувати більший обсяг фінансування на охорону навколишнього середовища.

Підсумовуючи, зазначимо, що інноваційна політика України має великий потенціал для розвитку різних регіонів країни. Однак, щоб успішно реалізувати цю політику, потрібно вирішувати декілька ключових проблем:



**Рис. 5. Результати кластеризації регіонів України за рівнем впливу інноваційного розвитку на конкурентоспроможність**

Примітка: Регіони, що увійшли до кластерів: кластер 0 (Дніпропетровська, Запорізька); кластер 1 (Донецька; Кіровоградська; Миколаївська; Черкаська; Луганська; Волинська); кластер 2 (Вінницька, Полтавська; Житомирська, Закарпатська, Івано-Франківська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Херсонська, Хмельницька, Чернігівська); кластер 3 (Київська; Львівська; Одеська; Харківська); кластер 4 (м. Київ).

Джерело: складено автором

По-перше, важливо підвищити рівень фінансування інновацій (кластер 0, 1, 2, 3). Уряд повинен сприяти розвитку підприємництва та залученню іноземного капіталу в економіку, що дозволить збільшити обсяги інвестицій в інноваційні проекти.

По-друге, необхідно створити в Україні стимули для створення та розвитку інноваційних підприємств (кластер 1, 2). Для цього можна використовувати різні інструменти, такі як податкові пільги, дотації, гранти, конкурси та інші.

По-третє, важливо розвивати інноваційну інфраструктуру (кластер 0, 4), таку як високошвидкісний Інтернет, науково-дослідні центри, інкубатори та акселератори. Це дозволить підвищити якість наукових досліджень та прискорити процес комерціалізації інноваційних проектів.

По-четверте, важливо створити умови для співпраці між науково-дослідними установами та промисловими підприємствами (кластер 0, 1, 2, 3, 4). Це можна зробити шляхом створення інноваційних кластерів та технопарків, де науковці та підприємці зможуть спільно

працювати над розробкою нових технологій та продуктів.

**Висновки.** У статті розглянуто потенціал використання засобів штучного інтелекту для багатовимірної класифікації регіонів у системі оцінки інноваційної політики України. Описові характеристики кластерів допомогли виявити сильні та слабкі сторони інноваційної політики регіонів та обґрунтувати потенційні можливості майбутнього інноваційного розвитку. За результатами кластеризації визначено, що основні цілі державної інноваційної політики в регіонах мають включати створення сприятливого інноваційного середовища, просування еко-інновацій, стимулювання цифрової трансформації в усіх секторах, досягнення балансу між фінансуванням інноваційних досліджень і розробок та його ефективним використанням та ін. Напрямами подальших досліджень має стати формування новітньої політики інноваційного розвитку, що стане основою для економічного зростання України, глобальної конкурентоспроможності, створення робочих місць, диверсифікації та вирішення суспільних викликів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Горбик В. М. Кластеризація регіонів у державному управлінні природно-економічним потенціалом. *Держава та регіони*. 2018. № 3 (63). С. 57–62.
2. Індекс конкурентоспроможності міст України 2021. *Інститут економічних досліджень та політичних консультацій*. URL: [http://www.ier.com.ua/ua/mci/index\\_2021](http://www.ier.com.ua/ua/mci/index_2021).
3. Інформація Державної служби статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>.
4. Інформація порталу «Дія. Бізнес». URL: <https://business.dia.gov.ua>.
5. Князевич А. О., Брітченко І. Г. Кластерний підхід до створення інноваційної інфраструктури країни. *Науковий вісник Мукачівського державного університету*. 2015. № 2(4). Ч. 1. С. 24–29.
6. Педченко Н.С., Стрілець В.Ю., Франко Л.С. Макроконкурентна парадигма інноваційного розвитку національної економіки. *Наукові перспективи*. 2022. № 1(19). С. 351–360.
7. Поліщук І. І. Кластеризація як форма забезпечення конкурентоспроможності регіону. *Економіка та держава*. 2015. № 9. С. 22–25.
8. Потапова Н. А. Кластеризація економічних регіонів України за показниками інноваційної та наукової діяльності. *Вісник Національного університету „Львівська політехніка”*. 2010. № 5. С. 33–39.
9. Річний звіт Державного підприємства «Український інститут інтелектуальної власності» (Укрпатент) за 2021 рік. URL: <https://ukrpatent.org/uk/news/main/annual-report-2021-21092022>.
10. Синиця В. М., Вакун О. В. Кластеризація регіонів за рівнем економічного потенціалу. *Економіка і суспільство*. 2017. № 12. С. 776–784.
11. Яцкевич І. В. Інноваційна політика України у післявоєнний період. *Економіка та суспільство*. 2022. № 39. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/issue/view/39>.
12. Balaban O. S. Formation and development of clusters as a factor of innovation and economic growth in Ukraine. *Economic Annals-XXI*. 2019. № 177 (1–2). P. 26–30.
13. Cottrell M., Olteanu M., Rossi F., Villa-Vialaneix N. N. (2018) Self-organizing maps, theory and applications. *Revista de Investigacion Operacional*. 2018. № 39 (1). P. 1–22.
14. García-Tejedor A. J., Nogales A. An open-source Python library for self-organizing-maps. *Software Impacts*. 2022. № 12. P. 100–280.
15. Gubersky, L. (2015). Clusters and cluster policy: modern concept and features of implementation. *Economy and region*, 1(57), 7–14.

16. Melnyk, L., Panchenko, N. Cluster policy as a tool of innovative regional development. *Journal of Entrepreneurship Education*. 2019. № 22 (6). P. 1–9.
17. Nowak-Brzezińska A., Horyn C.. Self-Organizing Map algorithm as a tool for outlier detection. *Procedia Computer Science*. 2022. № 207. P. 2162–2171.
18. Shapoval O. I. Cluster approach in the context of regional development. *Actual problems of economics*. 2020. № 222(10). P. 207–212.

## REFERENCES:

1. Horbyk V. M. (2018) Klasteryzatsiia rehioniv u derzhavnomu upravlinni ekonomichnym potentsialom [Clustering of regions in state management of natural and economic potential]. *State and regions*, vol. 3, no. 63, pp. 57–62. (in Ukrainian)
2. Competitiveness Index of Ukrainian Cities 2021. Institute of Economic Research and Political Consultations. Available at: [http://www.ier.com.ua/ua/mci/index\\_2021](http://www.ier.com.ua/ua/mci/index_2021) (accessed 01.03.2023)
3. Information of the State Statistics Service of Ukraine. Available at: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (accessed 01.03.2023).
4. Information on the portal "Diya. Business". Available at: <https://business.dii.gov.ua> (accessed 01.03.2023).
5. Knyazevich A. O., Britchenko I. G. (2015) Klasternyi pidkhid do stvorennia innovatsiinoi infrastruktury krainy [Cluster approach to the creation of innovative infrastructure of the country]. *Scientific Bulletin of Mukachevo State University*, vol. 2, no. 4.1, pp. 24–29. (in Ukrainian)
6. Pedchenko N. S., Strilets V. Yu., Franko L. S. (2022) Makrokonkurentna paradyhma innovatsiinoho rozvytku natsionalnoi ekonomiky [Macrocompetitive paradigm of innovative development of the national economy]. *Scientific perspectives*, vol. 1 no. 19, pp. 351–360 (in Ukrainian)
7. Polishchuk I. I. (2015) Klasteryzatsiia yak forma zabezpechennia konkurentospromozhnosti rehionu [Clustering as a form of ensuring the competitiveness of the region]. *Economy and the state*, no. 9, pp. 22–25. (in Ukrainian)
8. Potapova N. A. (2010) Klasteryzatsiia ekonomichnykh rehioniv Ukrainy za pokaznykamy innovatsiinoi ta naukovoї diialnosti [Clustering of economic regions of Ukraine according to indicators of innovative and scientific activity]. *Bulletin of the Lviv Polytechnic National University*, no. 5, pp. 33–39. (in Ukrainian)
9. Annual report of the State Enterprise "Ukrainian Institute of Intellectual Property" 2021. Available at: <https://ukrpatent.org/uk/news/main/annual-report-2021-21092022> (accessed 01.03.2023).
10. Sinytsia V. M., Vakun O. V. (2017) Klasteryzatsiia rehioniv za rivnem ekonomichnoho potentsialu [Clustering of regions according to the level of economic potential]. *Economy and society*, no. 12, pp. 776–784. (in Ukrainian)
11. Yatskevich I. V. (2022) Innovatsiina polityka Ukrainy u pislivoienni period [Innovative policy of Ukraine in the post-war period]. *Economy and society*, no. 39. Available at: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/issue/view/39> (accessed 01.03.2023) (in Ukrainian)
12. Balaban O. S. (2019) Formation and development of clusters as a factor of innovation and economic growth in Ukraine. *Economic Annals-XXI*. № 177 (1–2). P. 26–30.
13. Cottrell M., Olteanu M., Rossi F., Villa-Vialaneix N. N. (2018) Self-organizing maps, theory and applications. *Revista de Investigacion Operacional*. 2018. № 39 (1). P. 1–22.
14. García-Tejedor A. J., Nogales A. (2022) An open-source Python library for self-organizing-maps. *Software Impacts*. № 12. P. 100–280.
15. Gubersky, L. (2015). Clusters and cluster policy: modern concept and features of implementation. *Economy and region*, 1(57), 7–14.
16. Melnyk, L., Panchenko, N. (2019) Cluster policy as a tool of innovative regional development. *Journal of Entrepreneurship Education*. № 22 (6). P. 1–9.
17. Nowak-Brzezińska A., Horyn C. (2022) Self-Organizing Map algorithm as a tool for outlier detection. *Procedia Computer Science*. № 207. P. 2162–2171.
18. Shapoval O. I. (2020) Cluster approach in the context of regional development. *Actual problems of economics*. № 222(10). P. 207–212.