

КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ: ТИПОЛОГІЯ РОЗВИТКУ

Сталий розвиток, що передбачає гармонійне поєднання економічного зростання та екологічної рівноваги, є ключовим пріоритетом для України. Однак, існування значних і стійких регіональних диспропорцій за рівнем економічного розвитку (ВРП, підприємницька активність) та станом довкілля (викиди, стан лісових ресурсів) створює суттєві виклики для формування ефективної державної політики. Уніфіковані підходи не враховують унікальну специфіку регіонів, яка особливо загострилася внаслідок повномасштабної агресії РФ, що спричинила релокацію бізнесу, падіння ВРП та екологічні катастрофи. Відсутність інтегрованого підходу, що враховує взаємовплив економічної активності та екологічних наслідків, перешкоджає досягненню ЦСР.

Сучасні макроекономічні наукові дослідження використовують широкий арсенал кількісних інструментів для аналізу складних економічних систем. Серед найбільш значущих методологічних підходів виділяють таксономічне рейтингування [1] для оцінки еколого-економічної резильєнтності регіонів, багатовимірне моделювання [2, 3], яке застосовується для комплексного аналізу регіональних ринків праці. Крім того, активно використовуються методи аналізу часових рядів, такі як авторегресійний підхід [4] у сфері продовольчої безпеки, статистичний аналіз [5] для вивчення експортних операцій (наприклад, у сфері послуг), а також кластерний підхід [6] для опису регіонального стану сільського господарства України.

Метою дослідження є проведення кластерного аналізу регіонів України на основі обраних еколого-економічних показників для ідентифікації об'єктивно існуючих типологічних груп зі схожими профілями розвитку та виявлення характерних рис кожної з груп.

Методологічною основою є кількісний підхід із застосуванням методів багатовимірного статистичного аналізу. Об'єктами дослідження є 24 області України (без врахування м. Києва та тимчасово окупованих територій) станом на 2020 рік.

Фінальний набір індикаторів для кластеризації включав п'ять ключових показників:

- Валовий регіональний продукт (ВРП, грн).
- Викиди діоксиду вуглецю (CO₂) в атмосферне повітря (т).
- Кількість діючих суб'єктів господарювання (од.).
- Площа рубок лісу (га).
- Частка природно-заповідного фонду (ПЗФ) у загальній площі області (%).

Через значну різницю в одиницях виміру та масштабах було проведено з-стандартизацію даних (функція `scale()` в R) для забезпечення однакової ваги показників та коректного розрахунку Евклідової відстані.

Оптимальна кількість кластерів (k) визначалася за допомогою методу «ліктя» (Elbow Method), який аналізує загальну внутрішньокластерну суму квадратів відстаней (WCSS). Аналіз графіку залежності WCSS від k чітко вказав на наявність «ліктя» при $k=3$.

Для групування застосовано метод k -середніх (K-means), що мінімізує внутрішньокластерну дисперсію

Емпіричною базою слугували офіційні дані Державної служби статистики України, Державного агентства лісових ресурсів та Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України за 2020 рік.

Аналіз координат центроїдів кластерів та їхнього регіонального складу дозволив виділити три типологічні групи:

Кластер 1: Економічні центри з високим екологічним тиском (6 областей: Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Львівська, Одеська, Харківська). Це абсолютні економічні лідери. Найвищий середній ВРП (247.8 млрд грн) та найбільша кількість діючих підприємств (121.8 тис. од.). Найвищі середні викиди $\$CO_2$ (11.3 млн т) та колосальні

обсяги утворення відходів. При цьому найнижча частка ПЗФ (4.59%). Індустріально-урбаністична модель розвитку, що генерує багатство, але створює серйозні техногенні виклики.

Кластер 2: Регіони обмеженого розвитку з низькими викидами CO₂ (8 областей: Вінницька, Кіровоградська, Луганська, Миколаївська, Полтавська, Тернопільська, Херсонська, Чернівецька). Найнижчий середній ВРП (89.4 млрд грн) та найменша кількість підприємств (47.5 тис. од.). Найнижчий тиск на атмосферу. Найнижчий середній рівень викидів CO₂ (1.47 млн т). Має проміжний, але високий показник відходів (через специфіку окремих областей). Модель із меншим економічним динамізмом, часто з аграрним ухилом та відносно низьким техногенним навантаженням на атмосферу.

Кластер 3: Регіони високого природного капіталу та інтенсивного лісокористування (10 областей: Волинська, Житомирська, Закарпатська, Івано-Франківська, Київська, Рівненська, Сумська, Хмельницька, Черкаська, Чернігівська). Помірний, проміжний рівень ВРП (100.5 млрд грн, завищений впливом Київської області). Економіка тісно пов'язана з природними ресурсами. Найвищий природний капітал та інтенсивне використання лісу. Найвища частка ПЗФ (11.13%) та найнижчий рівень утворення відходів. Водночас, найвища середня площа рубок лісу (28.36 тис. га). Модель, що базується на використанні та збереженні природних активів, створюючи виклики щодо збалансування лісокористування та природоохоронних цілей.

Проведене дослідження підтвердило наявність суттєвих регіональних диспропорцій в Україні за еколого-економічними показниками та виявило три чітко розрізнені моделі регіонального розвитку.

Головний висновок полягає в тому, що економічний розвиток не має прямого лінійного зв'язку з усіма аспектами екологічного стану чи тиску, що підкреслює необхідність комплексного багатовимірного підходу до аналізу. Виявлена типологія доводить недоцільність застосування уніфікованих підходів і вказує на необхідність розробки диференційованих стратегій для кожного типу регіонів з метою досягнення Цілей сталого розвитку.

Перелік посилань:

1. Зомчак, Л. М., Пилипів, Р. І., Комар, М. І. Еколого-економічна резильєнтність регіональних систем України в умовах деструктивних викликів. *Управління змінами та інновації*. 2025. № 15. С. 28–32.
2. Zomchak, L., Nakava, S. Unveiling Disparities and Resilience in Ukrainian Regional Labor Markets: Multidimensional Ranking Approach. *Developments in Information and Knowledge Management Systems for Business Applications: Volume 8*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2025. P. 495–516.
3. Зомчак Л. М., Огородник С. П., Бортник Я. В. Місцеві бюджети регіонів України: багатовимірне моделювання динаміки та фінансової стійкості в умовах війни. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2025. № 2 (17). С. 47–53. DOI: 10.32782/dees.17-7.
4. Zomchak L., Kukhotska T. Building Food Security Resilience in Ukraine: The Autoregressive Approach to Food Price Forecasting. In *Developments in Information and Knowledge Management Systems for Business Applications: Volume 8*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2025. P. 403–424.
5. Vdovyn M., Zomchak L. Export in services of Ukraine: pre-pandemic period, Covid-19 and war. *Věda a perspektivy*. 2022. Vol. 8, no. 15. P. 48–57.
6. Зомчак Л. М., Дида А. О. Регіональна диференціація та диспропорції аграрного сектору України: кластерний підхід. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2024. № 6 (15). С. 24–30. DOI: 10.32782/dees.15-4.
7. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 10.11.2025).