**Олена БАРАБАШ,**
д-р. техн. наук, професор, професорка кафедри екології та
технологій захисту навколишнього середовища
Національний транспортний університет, Україна
ORCID 0000-0001-5206-2922
barabashelena29@gmail.com
**Ярослав ВОЗНЮК,**
здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,
спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»,
Національний транспортний університет, Україна
ORCID 0009-0003-3050-5333
yarik-voznyuk@ukr.net

# ОЦІНКА РІВНЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВ

*Анотація. Під час впровадження та функціонування системи екологічного менеджменту керівництво багатьох підприємств недостатньо уваги приділяє питанням контролю стану виконання цілей та задач окреслених в екологічній політиці підприємства. Також керівництво повинно контролювати процес організації та виконання запланованих природоохоронних. Постійний моніторинг реалізації та результативності організаційних змін та екологічної діяльності дозволяє оцінити рівень ефективності системи екологічного менеджменту підприємства.*

*Ключові слова: система екологічного менеджменту, моделювання, кластеризація, ефективність, екологічна безпека*

**Актуальність.** Діяльність підприємств повинна відбуватись таким чином, щоб керівництво не було налаштоване лише на короткострокову економічну стратегію отримання прибутків. Формування соціо-еколого-економічної системи підприємства відповідно до вимог ДСТУ ISO 14001:2015 [1] дозволяє шляхом економії ресурсів, застосування природоохоронних технологій, підвищення екологічної освіти та кваліфікації й компетентності працівників розширити не лише ринки збуту продукції та послуг, збільшити прибутки від їх реалізації, але й зменшити негативний вплив підприємства на довкілля шляхом управління екологічними аспектами його діяльності [2, с. 166-165; 3, с. 119001-119004; 4, с. 1-3].

**Постановка завдання.** Оцінити ефективність впровадженої та функціонуючої системи екологічного менеджменту підприємства можливо за допомогою моделювання даних отриманих з результаті розрахунку комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного менеджменту (SEM) та рівня організаційних змін на підприємстві (M). В результаті цих розрахунків отримують значення рівня екологічної безпеки підприємств та визначають тип моделі CEM [5, с. 130-201]. Узагальнення отриманих даних дозволяють класифікувати та змоделювати рівень ефективності системи екологічного менеджменту підприємств шляхом кластеризації.

**Результати дослідження.** Для того, щоб змоделювати рівень ефективності системи екологічного менеджменту потрібно зрозуміти, що підприємство – це складна система із багатьма взаємопов’язаними процесами [6, с. 133-154]. Ця система функціонує в умовах неповноти та неточності інформації. Для того щоб побудувати точну математичну модель такого складного об’єкту найбільш ефективними є нечіткі методи моделювання, які засновані на знаннях експертів, що дозволяє отримати результати в ітеративному процесі уточнення моделі.

До числа складних, слабо формалізованих об’єктів, що функціонують в значній мірі в умовах невизначеності, слід віднести організаційні зміни діяльності підприємства направлені на впровадження СЕМ. Складовою оцінки організаційних змін діяльності підприємства є вибір та дослідження типу моделі СЕМ за ефективністю функціонування.

Аналіз діяльності підприємства, його вплив на навколишнє середовище, статистична, нормативно-правова та апріорна інформація дозволили виділити три основні типи моделей СЕМ за ефективністю функціонування (рис. 1).

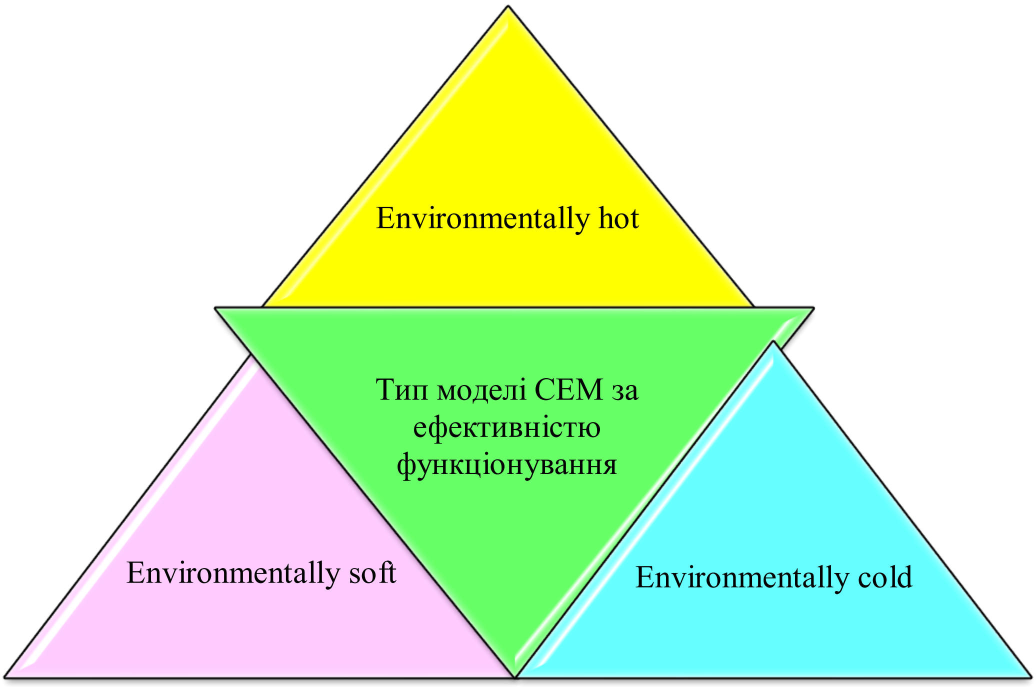



Рисунок 1 – Типи моделей СЕМ за ефективністю функціонування
*Джерело: розроблено авторами*

Такі типи моделей СЕУ за ефективністю функціонування були запропоновані відповідно до ряду чинників, від яких залежить рівень організаційних змін діяльності підприємств (табл. 1).

Таблиця 1 – Тип моделі СЕМ за ефективністю функціонування відповідно до рівня організаційних змін діяльності підприємства [6, с. 184-193]

| № | Рівень організаційних змін діяльності | Значення рівня організаційних змін діяльності | Тип моделі СЕМ за ефективністю функціонування |
|---|---|---|---|
| 1 | Високий | 71−100 % | Environmentally hot |
| 2 | Середній | 31−70 % | Environmentally soft |
| 3 | Низький | 1−30 % | Environmentally cold |

*Джерело: розроблено авторами*

Вибір типу моделі СЕМ за ефективністю функціонування дає змогу: проаналізувати безмірні показники окремих складових стану впровадженої СЕМ та рівень розвитку кожного її окремого елементу.

Наступним кроком для встановлення рівня ефективності СЕМ є визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕМ, який формується на основі показників екологічної дієвості, ефективності управління та екологічної результативності СЕМ. Дослідження цих вимірних показників, в відбуваються із застосуванням методів біологічного моніторингу [7, с. 8-10; 8, с. 30-31; 9, с. 56-58].

На наступному етапі дослідження потрібно оцінити вагомість групових показників комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕМ на основі визначення ступеня важливості його параметрів, присвоєння їм різних рангів, обробку результатів і визначення коефіцієнтів вагомості шляхом експертних оцінок. При поєднанні отриманих даних щодо комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕМ та значень коефіцієнтів вагомості шляхом експертних оцінок проводиться оцінювання рівня екологічної безпеки підприємств, які впровадили СЕМ.

Наступним кроком є проведення кластерного аналізу даних за принципом «найближчого сусіда», користуючись агломеративним ієрархічним алгоритмом класифікації на основі даних критерію контролю екологічної діяльності СЕМ та визначеного типу моделі СЕМ. В якості відстані між значеннями чинників SEM та M ми приймаємо звичайну евклідову відстань ($p_{ij}$) та проводимо розрахунки за запропонованою формулою:

$$p_{ij} = \sqrt{\sum_{i=1,\, j=1}^{k} \left(SEM_i - SEM_j\right)^2 + (M_i - M_j)^2} \qquad (1)$$

де $i$ та $j$ – кількість об’єктів.

В результаті розрахунків отримуємо матрицю відстаней між значеннями комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного менеджменту та рівня організаційних змін за підприємствами.

На наступному кроці проводимо пошук найменшого значення відстані між отриманими результатами. Аналіз отриманої матриці дозволяє об’єднати в один кластер найбільш близькі значення між підприємствами, якщо різниця відстаней між значеннями дорівнює 0. Обравши найменше із двох розглянутих значень, доцільно сформувати нову матрицю відстаней, в результаті чого отримаємо кластери. На наступному етапі повторюємо попередній крок і формуємо нову матрицю відстаней, визначивши найменше значення між підприємствами, отримавши в результаті декілька кластерів. Таким чином ми аналізуємо та формуємо матриці до тих пір, доки не сформуємо результуючу матрицю відстаней, вибравши найменше значення відстаней між підприємствами.

Ми пропонуємо в результаті виконаних кроків пошуку найменшої відстані між значеннями сформувати 3 кластери, що визначать рівень ефективності системи екологічного менеджменту підприємств за рівнем організаційних змін та контролюванням екологічної діяльності СЕМ.

Засобами пакету MatLab доцільно провести комп’ютерну обробку та узагальнити отримані результати. Для виконання кластерного аналізу пропонуємо використовувати функцію findcluster, яка призначена для виклику графічного інтерфейсу програми нечіткої кластеризації методами нечітких c-середніх (fcm) і субтрактивної кластеризації (subtractiv). Для даних використовується коло, для центрів кластерів чорна точка.

Кластерний аналіз за субтрактивним алгоритмом розбиває результати досліджень на три кластери відповідно до рівня організаційних змін, що були впроваджені на підприємствах та контролювання ними екологічної діяльності СЕМ для встановлення рівня ефективності системи екологічного менеджменту підприємств (рис. 2).

Графічна інтерпретація результатів класифікації підприємств за двома визначеними параметрами дозволяє сформувати 3 кластери рівня ефективності системи екологічного менеджменту підприємств відповідно до рівня організаційних змін підприємства та контролювання екологічної діяльності СЕМ.

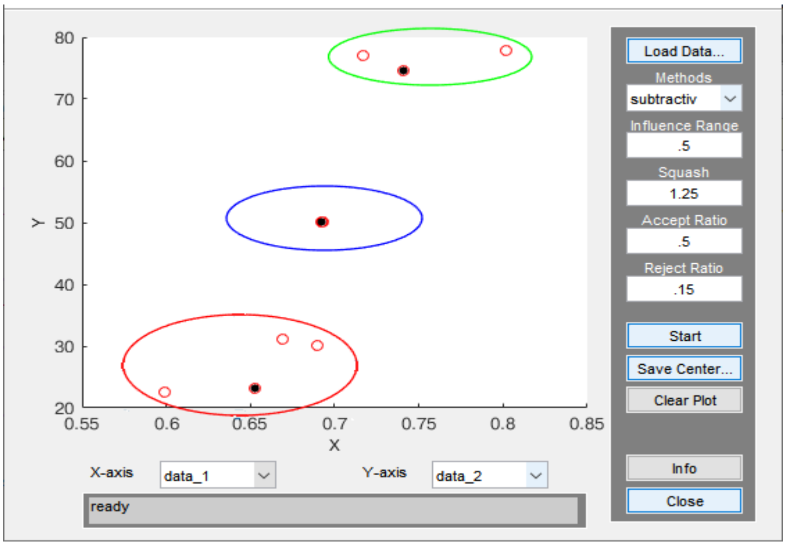
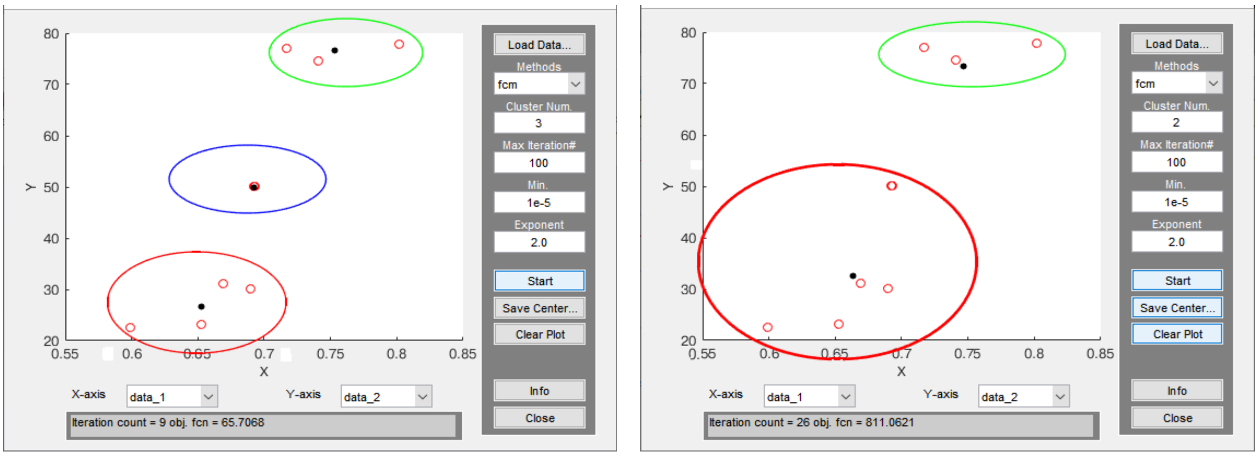



Рисунок 2 – Рівень ефективності системи екологічного менеджменту підприємств за допомогою субтрактивної кластеризації

*Джерело: розроблено авторами*

Для узагальнення та візуалізації результатів за алгоритмом с-середніх із зазначенням кількох варіантів в залежності від застосування двох та трьох кластерів, можна визначити групи підприємств з різним рівнем ефективності системи екологічного менеджменту підприємств (рис. 3). Якщо розбивка результатів на 3 кластери (рис. 3 а) дозволила визначити за типами моделей СЕМ рівень ефективності системи екологічного менеджменту підприємств, то графічна інтерпретація результатів на 2 кластера дозволяє більш чітко візуалізувати та виокремити ті підприємства, які своїми управлінськими рішеннями забезпечують екологічну безпеку, сприяють покращенню стану довкілля та мають оптимальний рівень ефективності системи екологічного менеджменту (рис. 3 б).




а) б)

Рисунок 3 – Рівень ефективності системи екологічного менеджменту підприємств за допомогою кластеризації с-середніх: а – 3 кластери, б – 2 кластери.

*Джерело: розроблено авторами*

Отже, наявність даних щодо типів моделей СЕМ функціонуючих на підприємстві дозволяють візуалізувати рівень ефективності СЕМ підприємств у вигляді кластерів:

Перший кластер – (оптимальний рівень ефективності системи екологічного менеджменту) – підприємства, що керуються у своїй діяльності принципами збалансованого розвитку та характеризуються високим рівнем організаційних змін діяльності.

Другий кластер (середній рівень ефективності системи екологічного менеджменту) – підприємства, управлінська діяльність яких потребує коригування та перегляду завдань та заходів визначених в екологічній програмі для підвищення рівня їх організаційних змін

Третій кластер (мінімальний рівень ефективності системи екологічного менеджменту) – підприємства, управлінська діяльність яких потребує повного перегляду та нових підходів, що негативно позначається на рівні їх організаційних змін.

Така оцінка ефективності системи екологічного менеджменту підприємств дозволяє визначити на скільки рівень організаційних змін діяльності підприємств під час впровадження СЕМ, позначається на її функціонуванні. Встановлюючи залежність між рівнем організаційних змін та типом впровадженої системи екологічного управління, керівництво підприємства зможе оперативно провести аналіз визначених недоліків у роботі та здійснити необхідні коригуючи дії для усунення невідповідностей. Отже, своєчасне визначення проблем в системі екологічного менеджменту та швидке реагування керівництва стане запорукою для постійного контролю та поліпшування стану та екологічної діяльності підприємств.

**Висновки.** Таким чином, узагальнення результатів за допомогою кластерного аналізу із застосуванням методу «найближчого сусіда» надає можливість побудувати матрицю відстаней для встановлення рівня ефективності системи екологічного менеджменту підприємств.

Сформовані кластери чітко візуалізують інформацію щодо рівня ефективності системи екологічного менеджменту підприємств, від тих які мають інноваційні тенденції в організаційній діяльності, що забезпечує їм оптимальний рівень розвитку, до тих, що вимагають негайного втручання та коригування управлінських екологічних рішень та входять до групи з мінімальним рівнем ефективності системи екологічного менеджменту.

*Список використаних джерел*

1. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ, 2016. 37 с. ISO 14001:2015, IDT.

2. Xiajie, Z., Chenxi, L., Lijuan, C., Wei, L., Xinsheng, Z., Jinzhi, W., Yinru, L., Jing, L. Coupled patterns of natural and anthropogenic resources in typical ecosystems in coastal areas of China. *Environmental Research*, 239 (2), 2023. https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117411

3. Kaur N., Sharma R., Mehta K. 9 Emerging Green: Exploring Strategic Factors for SMEs' Adoption of Green Technology and Innovation in India. *Sustainability, Green Management, and Performance of SMEs*, 2024. P. 165-186. https://doi.org/10.1515/9783111170022-009

4. Li C., Huang M. Environmental Sustainability in the Age of Big Data: Opportunities and Challenges for *Business and Industry. Environ Sci Pollut Res,* 30, 2023. P. 119001–119015. https://doi.org/10.1007/s11356-023-30301-5

5. Барабаш О. В. Оцінювання ефективності функціонування систем екологічного управління суб'єктів господарювання: монографія / О. В. Барабаш, Київ, 2020. 236 с.

6. Барабаш О. В. Наукові основи застосування методів біотестування та біоіндикації в системах управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 21.06.01 ; Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр. Київ, 2020. 38 с.

7. Barabash O. V., Lozova T. M., Kozlova T. A. Assessment of the urban environment quality in Kyiv. *Acta Carpatica*. 2018. 27. P. 5−11.

8. Hoivanovych N. K., Voloshanska S. Y., Monastyrska S. S. Analysis the state of environment by biological methods. *Publishing House «Baltija Publishing»,* 2024. https://doi.org/10.30525/978-9934-26-395-8-2

9. Barabash, O., Weigang, G. (2021). Mathematical Modeling of the Summarizing Index for the Biosystems Status as a Tool to Control the Functioning of the Environmental Management System at Business Entities. *Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020*), 1265, P. 56−66. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4_6

**Olena BARABASH,**
Doctor of Technical Sciences,
Professor Ecology and Environmental Protection Technology Department,
National Transport University, Ukraine
**Yaroslav VOZNIUK,**
Ph.D. student,
National Transport University, Ukraine

## EVALUATION OF THE LEVEL OF EFFICIENCY OF THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM OF ENTERPRISES

*Abstract. During the implementation and operation of the environmental management system, the management of many enterprises does not pay enough attention to issues of monitoring the state of fulfillment of the goals and objectives outlined in the environmental policy of the enterprise. Also, the management should control the process of organization and implementation of planned environmental protection. Constant monitoring of the implementation and effectiveness of organizational changes and environmental activities allows to assess the level of efficiency of the enterprise's environmental management system.*

*Keywords: environmental management system, modeling, clustering, efficiency, environmental safety*

**Максим ГЕДІН,**
канд. іст. наук, доцент, доцент кафедри психології і туризму
Київський національний лінгвістичний університет, Україна
ORCID 0000-0002-5031-8207
maks300011@ukr.net

## СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТУРИЗМУ В УМОВАХ ВІЙНИ

*Анотація. Досліджується вплив принципів сталого розвитку на туристичну індустрію. Туризм, охоплюючи широкий спектр видів економічної діяльності, вважається найпотужнішою індустрією світу, в зв'язку з чим, наносить серйозної шкоди природним системам та породжує соціальну напругу. Це стало причиною численних спроб адаптації головних положень і принципів концепції сталого розвитку до контексту туризму. Встановлено, що використовуючи принципи концепції сталого розвитку, туризм може стати рушійною силою, який виведе інші галузі на шлях сталого розвитку.*

*Ключові слова: сталий туризм; туристична індустрія; кризові явища.*

**Актуальність.** Після 24 лютого 2022 року кожен громадянин України спрямував власні ресурси на шлях до Перемоги. Це стало пріоритетом і безпосередньою метою життя кожного українця. Не секрет, що війна Росії проти України примушує багатьох думати, що іноземці до нас тепер не захочуть їхати ще дуже довго. В той же час у світі є багато прикладів коли після масштабних конфліктів країни швидко відновлювалися та знову вітали гостей. Зокрема, конфлікт у Боснії та Герцеговині тривав з 1992-1995 рр., проте за офіційними даними, з 1995 року приріст турпотоків у країну складав 24% щорічно. У 2010 році Сараєво було в топ-10 міст для відвідування від путівника Lonely Planet. У 2019 році загальний вклад туризму в економіку Боснії та Герцеговини складав 10,5%[1]. Подібні тенденції можна було спостерігати в різні часи в Хорватії, Єгипті та на Кіпрі.

Туристична сфера України серед тих, що постраждали від війни чи не найбільше. Втрати галузі за 10 місяців 2022 року вже сягають мільярдів гривень. Хоча точний підрахунок збитків зі зрозумілих причин провести наразі проблематично, вже можна