

## МЕТОДИКА ДІАГНОСТИКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕХНОГЕННИХ ОБ'ЄКТІВ

**Кандидат технічних наук, Томашевська Т.В.**

Національна академія статистики, обліку та аудиту, Україна, Київ

*В статті висвітлюються шляхи вивчення екологічного стану техногенних об'єктів, що передбачає врахування багатьох моментів. Проводиться класифікація станів екологічної безпеки. Метою класифікації техногенних об'єктів є встановлення рівнів безпеки по кожному об'єкту з подальшим віднесенням стану до певного класу в залежності від ступеня важкості ситуації. Запропонована методика є достатньо простою і може використовуватись при попередній оцінці екологічного стану.*

*Ключові слова: екологічна безпека, техногенні об'єкти, класифікаційні методи, техногенна діяльність, екологічний стан.*

*The article highlights the ways to study the ecological state of man-made objects, which involves consideration of many points. A classification of state environmental safety are provided. The purpose of the classification of man-made objects is to establish security levels for each object and then charging status to a class, depending on the situation. The technique is relatively simple and can be used in the preliminary evaluation of the ecological state.*

### **Вступ**

За останні десятиріччя екологічний стан в багатьох регіонах нашої країни значно погіршився. Причиною цього є не тільки безконтрольна техногенна діяльність, але й відсутність достовірних даних про стан навколишнього середовища. До задач екологічного моніторингу належать задачі отримання, обробки і розподілу цієї інформації по зацікавлених організаціях.

Одним з головних етапів діагностики екологічного стану є його класифікація. Мета класифікації екологічних станів країни, регіону, галузі,

підприємства тощо. полягає у віднесенням стану до певного класу в залежності від ступеня важкості ситуації [1, с.34-34].

### **Постановка завдання**

Аналіз техногенних ризиків в Україні показує, що ймовірність настання аварійних ситуацій залишається достатньо високою. Необхідність оцінки екологічного стану техногенних об'єктів потребує розробки і впровадження достатньо простих і в той же час ефективних методів та систем. Такі методи повинні забезпечувати адекватну оцінку стану безпеки та служити підґрунтям для вироблення прогнозів розвитку ситуації.

### **Виклад основного матеріалу**

При оцінці екологічного стану техногенних об'єктів прийнято виділяти такі рівні (зони) кризовості [2, с.78-82]:

– нормальний стан (Н). Для даного стану характерна відсутність загроз або дуже слабкий їхній вплив, який запобігається або самим об'єктом, або плановими діями системи управління;

– передкризовий стан (ПК). Такий стан означає істотну дію загроз, що супроводжується помітним ослабленням рівня екологічної безпеки. У результаті потрібно проводити термінові, часто високовитратні дії по нейтралізації та усуненню виникаючих загроз.

– кризовий стан (К). Цей стан характеризується настільки значним ослабленням опору загрозам, що система не в змозі упоратися з ними власними силами. Для виведення її з критичного стану необхідні зовнішня допомога і така мобілізація власних ресурсів, що далеко відводить систему від стану оптимального функціонування.

Негативним моментом розподілу рівня безпеки на три зони є слабе диференціювання якісного стану об'єкта за ступенями безпеки, що не дає змоги достатньою мірою встановити глибину зволікання в реагуванні на негативний розвиток ситуації. Тому пропонується усередині зон передкризового і кризового станів додатково розглядати підзони (підрівні), які розрізняються стадіями поглиблення кризи, наприклад:

- початкова (припустима) передкриза (ПП);
- передкриза, що розвивається (РП);
- критична передкриза (КП);
- нестабільна криза (НК);
- загрозна криза (ЗК);
- критична (катастрофічна) криза (КК).

Для оцінки рівня екологічної безпеки використовуються результати спостережень за об'єктом. Основною особливістю даних про навколишнє середовище, що визначає вимоги до алгоритмів їх обробки, є надзвичайна різноманітність цих даних за джерелами інформації [3, с.221-225].

В будь-якій задачі аналізу, вихідні дані подаються у вигляді прямокутної таблиці (матриці), кожен рядок якої є результатом виміру  $n$  розглянутих ознак на одному з обстежуваних об'єктів. У нашому випадку, кожний рядок являє собою об'єкт моніторингу (регіон, підприємство, місто і т.ін.), стовпці – індикативні показники.

Проведення класифікації об'єктів потребує введення деякої міри подібності (відмінності) об'єктів. Для кількісної характеристики міри подібності використовують таке поняття як “відстань” між об'єктами в багатовимірному просторі. Подібність або відмінність між об'єктами встановлюється в залежності від відстані між ними [4, с.40].

Ми будемо застосовувати як міру відстані між об'єктами евклідову відстань. Нехай вектор індикативних показників для  $i$ -го об'єкта задається набором  $X_i=(X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ip})$  а для  $j$ -го об'єкта – набором  $X_j=(X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jp})$ . Квадрат евклідової відстані між  $X_i$  та  $X_j$  в матриці спостережень визначається за формулою:

$$d_{ij}=(X_i-X_j)^T (X_i-X_j)=\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2, \quad (1)$$

де  $x_{ik}$  – значення  $k$ -ї ознаки для  $i$ -го об'єкта.

Для усунення впливу на процедуру класифікації різноманітності вхідних даних вся інформація повинна бути пронормована відносно середніх

показників. Нормування показників  $x$  проводилось за такою формулою:

$$x_{ij}^H = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j}, \quad (2)$$

де  $x_{ij}^H$  - нормоване значення  $j$ -ої ознаки у  $i$ -го об'єкта;

$x_{ij}$  - значення  $j$ -ої ознаки у  $i$ -го об'єкта;

$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}$  - середнє арифметичне значення  $j$ -ої ознаки;

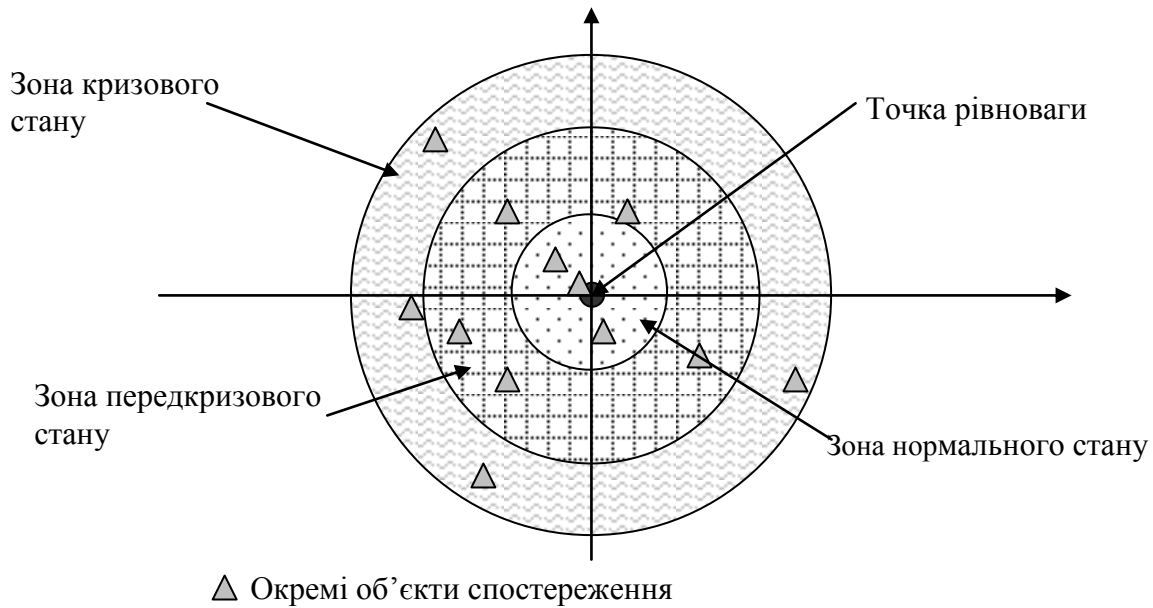
$\sigma_j^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$  - дисперсія  $j$ -ої ознаки;

$j$  - пробігає значення по стовпчиках;

$i$  - пробігає значення по рядках.

Таким чином, проведене нормування фактично визначає, наскільки відхиляється кожний конкретний об'єкт (в нашому випадку вид економічної діяльності) від середнього значення (тобто рівноважного стану економічної системи).

Визначаємо принцип утворення груп об'єктів. Зрозуміло, що для екологічної системи найоптимальнішим варіантом є стан рівноваги. Тому пропонується утворювати групи за принципом відмінності, тобто в термінах кластерного аналізу віддаленості, від стану рівноваги. В одну групу об'єднуються ті об'єкти, які характеризуються рівною (більш однаковою) відстанню від рівноважного стану (рис. 1). Зрозуміло, що чим ближче відстань від об'єкта до точки рівноваги системи, тим менш кризовий стан даного об'єкта (відносно інших об'єктів). Таким чином, можна виділити зони нормального, передкризового та кризового станів у системі.



**Рис. 1. Схема принципу утворення груп для аналізу стану екологічної безпеки**

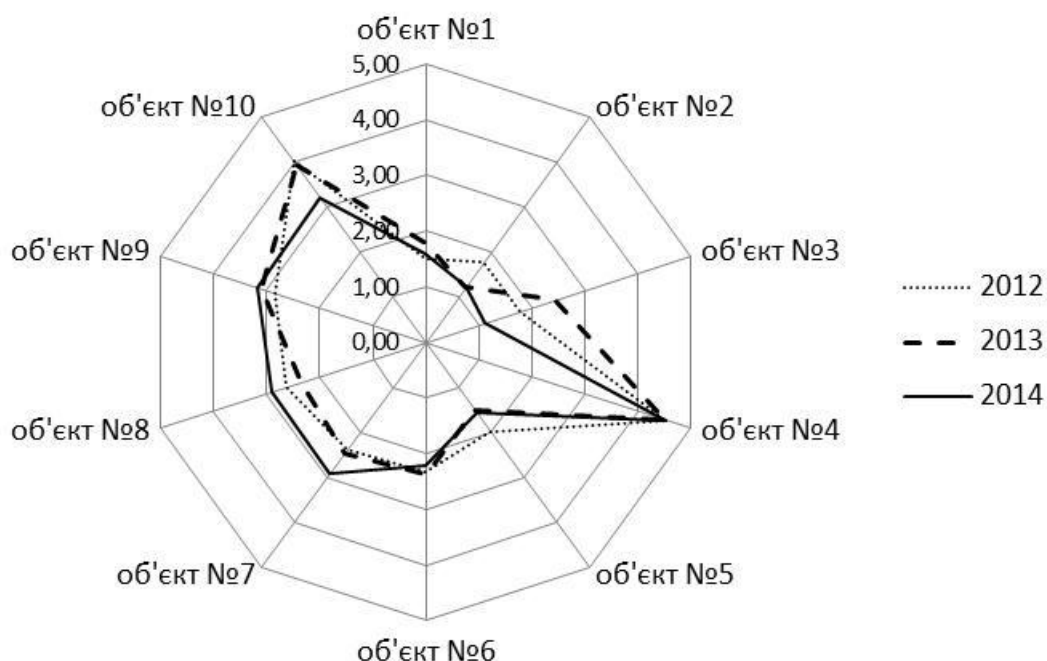
Точкою рівноваги (тобто рівноважним станом) будемо вважати точку  $\bar{X} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$ ,

де  $\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}$  – середнє арифметичне значення  $j$ -ої ознаки.

Потім необхідно підрахувати відстань кожного об'єкта від точки рівноваги за формулою (1). Отримані значення відстаней розділити на ту кількість зон, яка визначена потребами аналізу.

Одержані результати дають можливість оцінити стан екологічної безпеки кожного об'єкта відносно рівноважної точки.

Для проведення аналізу стану екологічної безпеки було обрано 11 об'єктів (промислових підприємств). Дані для аналізу були вибрані з [5]. Аналіз здійснювався за такими показниками: сумарна кількість атмосферних викидів, питомі витрати паливно-енергетичних ресурсів, виробництво теплової енергії, кількість вщтатних ситуацій. Дані бралися за 2012-2014 роки з . Результати обчислень наведені на рис.2.



**Рис. 2. Класифікація об'єктів промисловості за рівнями екологічної безпеки.**

Отримані за допомогою побудованої методики оцінки можуть виступати в якості основи для розробки системи заходів щодо обмеження або припинення антропогенних дій, по профілактичному зміцненню або подальшому "лікуванню" об'єкта.

### **Висновки**

Розроблена методика є досить універсальною і може бути використана для аналізу рівня екологічної безпеки не тільки промислових об'єктів, але й об'єктів живої природи, оскільки вона не залежить від обраної системи індикативних показників. Вона може бути частиною як регіональної, так і локальної системи моніторингу.

### **Література**

1. Анфилатов В.С. Системный анализ в управлении. - М.: Наука, 2003.
2. Измалков В.И., Измалков А.В. Техногенная и экологическая безопасность и управление риском. СПб: НИЦЭБ РАН, 1998. – 482 с.
3. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность. М.: Академия, Юнити-Дана, 2003. – 751 с.

4. Гайдышев И.П. Анализ и обработка данных: специальный справочник. – СПб.: Питер, 2001. – 752 с.
5. Матеріали Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України щодо результатів моніторингу показників енергоефективності за 2012-2014 роки [Електронний ресурс]; режим доступу: <http://sae.gov.ua/uk>.

### **References:**

1. Anfilatov V.S. Sistemnyy analiz v upravlenii. – M.: Nauka, 2003.
2. Izmailkov V.I., Izmailkov A.V. Tekhnogennaya i ekologicheskaya bezopasnost i upravlenie riskom. – SpB.: NITSEB RAN, 1998. – 482 с.
3. Khotuntsev Yu.L. Ekologiya i ekologicheskaya bezopasnost. M.: Akademiya, Yuniti-Dana, 2003. – 751 с.
4. Gaydyshev I.P. Analiz i obrabotka dannykh: spetsialnyy spravochnik. – SpB.: Piter, 2001. – 752 с.
5. Materialy Derzhavnogho aghentstva z energhoefektyvnosti ta energhozberezhennja Ukrajinu shhodo rezuljtativ monitorynghu pokaznykiv energhoefektyvnosti za 2012-2014 roky [Elektronnyj resurs]; rezhym dostupu <http://sae.gov.ua/uk>.