

## ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ІНТЕГРАЛЬНИХ ІНДЕКСІВ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

**Ключові слова:** інтегральний індекс, економічна безпека, метод головних компонент, експертний метод, вагові коефіцієнти.

Економічна безпека національної економіки як невід'ємна складова частина національної безпеки має досить розгалужену структуру [1], і водночас її можна розглядати як достатньо замкнену систему, яка має свою внутрішню та вертикальну будову. Багатогранність категорії «економічна безпека національної економіки» обумовлює підвищений інтерес і різноманітність науково-методичних підходів до оцінювання її інтегрального рівня в цілому та в розрізі основних функціональних складників, які в підсумку направлені адекватно ідентифікувати її стан та виявити найбільш вагомі фактори впливу з метою розробки ефективних регуляторних засад її зміцнення. Під час знаходження агрегованого індексу економічної безпеки національної економіки, який характеризується сукупністю первинних показників, постає завдання формування вагових коефіцієнтів впливовості, оскільки функціональні складники не завжди мають однакову значимість.

Так, серед якісних методів дослідження особливу увагу заслуговують експертні методи, в основі яких лежить використання думки фахівця (експерта) [3] й які визначаються відносно нескладною технологією проведення та багатоваріантністю сфери застосування.

У межах даного дослідження проблема відбору експертів займала найбільший обсяг часу, оскільки якість і достовірність результатів експертного анкетування залежить від компетентності та фаховості представників експертної групи, крім того, важливим завданням є досягнення узгодженості думок експертів. Найбільш простою є методика оцінки відносних коефіцієнтів компетентності за результатами висловлювань спеціалістів про склад експертної групи.

За результатами проведеного опитування складають матрицю, елементами якої є змінні  $x_{ij}$ . Причому  $x_{ij} = 1$ , якщо  $j$ -й експерт назвав  $i$ -го експерта та  $x_{ij} = 0$ , якщо  $j$ -й експерт не назвав  $i$ -го експерта. Причому кожен експерт може включати або не включати себе в експертну групу. За даними матриці обчислюються коефіцієнти компетентності як відносна вага експертів:

$$k_i = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_{ij}} \quad (i = \overline{1, m}) \quad (1)$$

де  $k_i$  – коефіцієнт компетентності  $i$ -го експерта,  $m$  – кількість експертів (розмірність матриці). Коефіцієнти компетентності нормовані, тому їх сума дорівнює 1. Зміст коефіцієнтів компетентності, обчислених за даними таблиці  $\|x_{ij}\|$ , полягає в тому, що обчислюється кількість голосів, відданих за  $i$ -го експерта, та ділиться на загальну суму всіх голосів [5].

Визначення узгодженості оцінок експертів необхідне для підтвердження вірності гіпотези про те, що експертну оцінку можна використовувати для визначення важливості певних параметрів, що використовуються в дослідженні та можуть відіграти важливу роль у прогнозуванні. Оцінка узгодженості експертних думок виконується шляхом обчислення кількісної міри, що характеризує ступінь близькості індивідуальних думок [6].

Матеріали, отримані в результаті опитування експертів шляхом анкетування, являють собою сукупність оцінок відносної важливості, присвоєних експертом кожному з порівнювальних параметрів. Для обробки матеріалів, отриманих у результаті експертної оцінки, використовують такі позначення:  $m$  – кількість експертів, які прийняли участь в анкетуванні;  $n$  – кількість об'єктів, які оцінюються;  $C_{ij}$  – оцінка відносної важливості (у балах)  $i$ -м експертом  $j$ -го об'єкту.

Показники узагальненої думки можна отримати такими методами [7]. Перший метод – це середнє арифметичне значення величини  $M_j$  оцінки, яка визначається для кожного з об'єктів, що порівнюються:

$$M_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m C_{ij}. \quad (2)$$

Чим більше значення  $M_j$ , тим важливішим є  $j$ -й об'єкт, за думкою експертів. Другий спосіб – це сума рангів оцінок  $S_j$ , які отримані  $j$ -м об'єктом:

$$S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij}, \quad (3)$$

де  $R_{ij}$  – ранг оцінки  $i$ -м експертом  $j$ -го об'єкта.

Під час отримання узагальненої думки таким методом найбільш важливими варто вважати об'єкти, які характеризуються найменшим значенням  $S_j$ .

Відомі такі показники степені узгодженості думок експертів, як коефіцієнт варіації  $V_j$  та коефіцієнт конкордації  $W$  [7]. Коефіцієнт варіації  $V_j$  оцінок, отриманих  $j$ -м об'єктом, характеризує варіативність, яка визначається відношенням середнього квадратичного відхилення до середнього арифметичного значення оцінки об'єкта. Коефіцієнт варіації обчислюють так:

- обчислюється дисперсія  $D_j$  оцінок, отриманих  $j$ -м об'єктом:

$$D_j = \frac{1}{m_j - 1} \sum_{i=1}^{m_j} (C_{ij} - M_j)^2;$$

- обчислюється середнє квадратичне відхилення оцінок, отриманих  $j$ -м об'єктом:

$$\sigma_j = \sqrt{D_j}$$

- визначається коефіцієнт варіації оцінок, отриманих  $j$ -м об'єктом:

$$V_j = \frac{\sigma_j}{M_j}$$

Коефіцієнт варіації  $V_j$  визначається для кожного з об'єктів та характеризує ступінь узгодженості думок експертів відносно важливості  $j$ -го об'єкту. Чим менше значення  $V_j$ , тим вищий ступінь узгодженості думок експертів. Прийнятним є значення коефіцієнту не більше 0,25.

Для характеристики ступеню узгодженості оцінок, наданих різними експертами визначеній кількості об'єктів, використовується коефіцієнт конкордації [6]. Коефіцієнт конкордації  $W$  є показником ступеню узгодженості думок експертів про відносну важливість сукупності всіх запропонованих для порівняння об'єктів. Для обчислення коефіцієнту конкордації необхідно визначити середнє арифметичне сум рангів оцінок для всіх об'єктів:

$$S_i = \sum_{j=1}^m C_{ij}.$$

Під час розрахунку сумарної колективної оцінки також важливо врахувати компетентність кожного з експертів. Коефіцієнт компетентності кожного з експертів оцінювався за шкалою від 0 до 1. Обчислення цих коефіцієнтів дає змогу не тільки переглянути склад експертної групи, але й скорегувати оцінки колективної думки експертної групи. В останньому випадку, наприклад, середня колективна оцінка буде дорівнювати:

$$S_i = \sum_{j=1}^m \lambda_j C_{ij}.$$

де  $\lambda_j$  – коефіцієнт компетентності  $j$ -го експерта.

Визначаємо оцінку дисперсії за формулою:

$$D = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2,$$

де  $n$  – кількість об'єктів, що порівнюються;  $S$  – оцінка математичного сподівання, яка дорівнює:

$$\bar{S} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i;$$

Визначається коефіцієнт значущості (або ваговий коефіцієнт) кожного фактору, встановленого в цілому по групі експертів за формулою:

$$K_i = \frac{2(mn - S_i)}{mn(n-1)}$$

Дисперсійний коефіцієнт конкордації визначається як відношення оцінки дисперсії до максимального значення цієї оцінки:

$$W = \frac{D}{D_{\max}};$$

Коефіцієнт конкордації змінюється від нуля до одиниці, оскільки  $0 \leq D \leq D_{\max}$ . Максимальне значення дисперсії дорівнює

$$D_{\max} = \frac{m^2(n^3 - n)}{12(n-1)}.$$

Якщо ввести позначення:

$$R = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m S_{ij} - \bar{S} \right)^2;$$

тоді оцінка дисперсії може бути представлена у вигляді:

$$D = \frac{R}{(n-1)};$$

а коефіцієнт конкордації обчислюватиметься за виразом:

$$W = \frac{12R}{m^2(n^3 - n)}.$$

Отримана формула визначає коефіцієнт конкордації, коли відсутні зв'язані ранги, тобто оцінка кожного експерта для різних критеріїв не повторюється, що було однією з умов під час проведення анкетування. Коефіцієнт конкордації може приймати значення від 0 до 1. За повної узгодженості думок експертів  $W = 1$ . Прийнятним є значення коефіцієнта не менше 0,75.

Отже, нами виділено найбільш вагомі фактори впливу на субіндекси економічної безпеки та встановлено їх вагові коефіцієнти. Результати розрахунків у розрізі макроекономічної безпеки національної економіки представлено в табл.

Таблиця

*Значення коефіцієнту конкордації W*

Назва показника	Коефіцієнт конкордації W
1. Макроекономічний показник	0,770
2. Продовольча складова	0,761
3. Виробнича складова	0,800
4. Енергетична складова	0,793
5. Соціально-демографічний показник	0,902
6. Фінансова складова	0,932
7. Зовнішньоекономічний показник	0,770
8. Інвестиційно-інноваційний показник	0,856
9. Показник екологічної сталості	0,925

Визначення вагових коефіцієнтів функціональних складників економічної безпеки національної економіки в цілому та в розрізі основних індикаторів (субіндексів) другого порядку є вкрай важливим завданням, оскільки є невід’ємним кроком та підґрунтям для розробки методики комплексного інтегрального оцінювання економічної безпеки на міждержавному рівні. Результати діагностичних оцінок дадуть змогу сформулювати основні гіпотези щодо впливу функціональних складових на інтегральний рівень економічної безпеки та виявити ті, які суттєво перешкоджають створенню внутрішнього та зовнішнього безпекового простору України.

Оскільки метод експертного анкетування носить частку суб’єктивізму, рекомендуємо застосовувати для визначення вагомості коефіцієнтів як метод експертних оцінок, так і інструментарій кореляційного аналізу (зокрема, метод головних компонент), що дасть змогу найбільш точно сформулювати пріоритетність та вагомість індикаторів економічної безпеки національної економіки.

### **Список використаних джерел**

1. Белоусова І. А. Економічна безпека як складова національної безпеки України / І. А. Белоусова // Економічний часопис-XXI. – 2010. – № 5-6. – С. 14-18.
2. Волощук Р. В. Порівняльний аналіз підходів до визначення вагових коефіцієнтів інтегральних індексів стану складних систем / Р. В. Волощук // Індуктивне моделювання складних систем. – 2013. – Вип. 5. – С. 151-165 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Imss\\_2013\\_5\\_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Imss_2013_5_29)
3. Башинська І. О. Використання методу експертних оцінок в економічних розрахунках / І. О. Башинська // Актуальні проблеми економіки. – 2015. – № 7. – С. 408-412.
4. Грабовецький Б. С. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання : [монографія] / Б. С. Грабовецький. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 171 с.
5. Елтаренко Е. А., Крупнова Е. К. Обработка экспертных оценок : [учебное пособие] / Е. А. Елтаренко, Е. К. Крупнова. – М. : МИФИ, 1982. – 96 с.
6. Тимошенко О. В. Підходи до визначення вагових коефіцієнтів інтегральних індексів економічної безпеки національної економіки / О. В. Тимошенко, К. І. Коцюбівська // Причорноморські економічні студії. – 2016. – Вип. 8. – С. 230-235.
7. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании / Академия наук Украинской ССР Ордена Ленина Институт кибернетики. – Киев : Наукова думка, 1974. – 159 с.