ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ІНТЕГРАЛЬНИХ ІНДЕКСІВ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

APPROACHES TO DEFINITION THE WEIGHTS INTEGRAL INDICES OF ECONOMIC SECURITY OF THE NATIONAL ECONOMY

УДК 303.725.23; 338.24.

Тимошенко О.В.
к.е.н., доцент, докторант
Національна академія управління
Коцюбівська К.І.
к.т.н, доцент кафедри
комп'ютерних наук
Київський національний університет
культури і мистецтв

У статті розглянуто основні науково-практичні підходи до визна чення вагових коефіцієнтів, що характеризують складні економічні системи і використовуються для визначення агрегованих індексів, зокрема в задачах оцінювання економічної безпеки національної економіки. Обґрунтовано основні позитивні наслідки та недоліки використання методу головних компонент та методу експертного опитування під час знаходження вагових індексів економічної безпеки.

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

В статье рассмотрены основные научно-практические подходы к определению весовых коэффициентов, которые характеризуют сложные экономические системы и используются для определения агрегированных индексов, в том числе в задачах оценивания экономической безопасности национальной экономики. Обоснованы основные позитивные и отрицательные последствия использования метода главных компонент и метода экспертных оценок при расчете весовых индексов экономической безопасности.

Ключевые слова: *интегральный индекс, экономическая безопасность национальной экономики, метод главных компонент, экспертный метод, весовые коэффициенты.*

The article describes the main theoretical and practical approaches to determining the weighting factors which characterize the complex economic system and are used to determine the aggregate indices, including the problems of estimation of economic security of the national economy. The author substantiated the main positive and negative consequences of the use of principal component analysis and a method of expert estimations in calculating the weight of economic security indices.

Key words: *integral index of economic security of the national economy, the principal component analysis, expert method, weights.*

Постановка проблеми. 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.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретико-методологічні засади оцінювання рівня економічної безпеки національної економіки широко актуалізуються в наукових роботах відомих учених-економістів, таких як: А. Абалкін, О. Власюк, В. Геєць, В. Горбулін, М. Єрмошенко, В. Мунтіян, С. Пирожков, А. Сухоруков, Ю. Харазішвілі, О. Черняк, Н. Юрків та ін. Економіко-математичні методи оцінювання рівня економічної безпеки, зокрема науково-практичні підходи до визначення вагових коефіцієнтів первинних показників із подальшою верифікацією їх на інтегральний індекс, висвітлені такими вченими, як: І. Башинська, Р. Волощук, Б. Грабовецький, Д. Корнілов, Т. Котенко, Е. Крупнова, М. Медиковський, Д. Митяков.

Незважаючи на наявність значного масиву теоретико-методологічних і практичних напрацювань, проблематика оцінювання рівня економічної безпеки в контексті обґрунтованого підходу до розрахунку вагових коефіцієнтів потребує подальших досліджень з урахуванням нової економічної реальності.

Постановка завдання. Метою роботи є аналіз та систематизація науково-практичних підходів до визначення вагових коефіцієнтів первинних показників із подальшою верифікацією їх на інтегральний індекс економічної безпеки національної економіки для визначення найефективнішого методу для конкретної задачі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Процедура визначення вагових коефіцієнтів може здійснюватися як із використанням об'єктивних методів (переважно економіко-математичних та статистичних), так і за суб'єктивним методом (експертного опитування), кожен з яких має свої переваги та суттєві недоліки [2]. Проаналізуємо особливості застосування основних підходів до визначення вагових коефіцієнтів інтегральних індексів економічної безпеки національної економіки.

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 багатоваріант-

ністю сфери застосування. Використання експертів як джерел інформації про майбутній розвиток досліджуваного процесу ґрунтується на гіпотезі наявності бодай у частині провідних спеціалістів конкретної області глибоких і професійних знань щодо шляхів розв'язання досліджуваної проблематики [4]. Даний метод заснований на частковому інтуїтивному припущенні розвитку досліджуваних питань без їх конкретної формалізації, що дає можливість формувати наближені кількісні оцінки.

Алгоритм проведення експертного опитування та обробки результатів експертизи повинен містити такі невід'ємні кроки:

- постановка завдання, окреслення мети дослідження та її логічне формулювання;
- встановлення відповідальної особи та координатора проведення експертизи;
- встановлення групи експертів із числа провідних та компетентних фахівців у галузі дослідження та поставлених завдань;
- розробка анкети з чітко окресленим колом питань та варіантами відповідей як за пріоритетністю, так і за бальною шкалою;
- економіко-статистична обробка експертного опитування (при цьому експертиза може бути проведена у декілька етапів);
- аналіз результатів експертних оцінок та достовірність проведення анкетування.

У контексті поставленого автором завдання основною метою проведення експертного опитування є встановлення вагових коефіцієнтів першого та другого порядків для інтегрального оцінювання рівня економічної безпеки національного економіки. Чіткість окресленого завдання є неодмінною умовою успішного проведення експертизи.

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. Під час використання такої методики низка спеціалістів пропонують висловити свою думку про залучення експертів у групу для вирішення певної проблеми. Після проведення декількох етапів такого опитування можна скласти повний список кандидатів в експерти. За результатами проведеного опитування складають матрицю, елементами якої є змінні $x_{i,j}$. Причому $x_{i,j} = 1$, якщо j-й експерт назвав i-го експерта та $x_{i,j} = 0$, 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:

$$k_i = \frac{\sum_{j=1}^{m} x_{ij}}{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} x_{ij}} \qquad \left(i = \overline{1,m}\right), \tag{1}$$

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 $\|x_{i,j}\|$, полягає в тому, що обчислюється кількість голосів, відданих за i-го експерта, та ділиться на загальну суму всіх голосів [5].

Ураховуючи окреслену складність формування експертної групи, на першому етапі експертизи координатором було залучено понад 200 потенційних фахівців-експертів (методом «сніжної грудки»), тоді як на другому етапі опитування до експертної групи увійшли тільки 30 (не погоджувалися давати відповіді за відсутності часу, за недостатнього рівня професіоналізму в даній проблематиці тощо), які становили репрезентативну вибіркову сукупність. Для кожного експерта прораховувався рівень компетентності на основні таких критеріїв: освіта (кандидат наук – 3 бали, доктор наук – 4 бали, доктор наук, професор – 5 балів); фаховість у сфері економічної безпеки національної економіки (є спеціалістом – 3 бали, опосередковано – 2 бали); досвід роботи у подібних експертизах (брав участь – 3 бали, не брав участь – 0 балів). При цьому максимально можлива сума балів дорівнювала 11, за цих обставин експерт отримував компетентність на рівні 1.

Анкета експертного опитування повинна містити коло окреслених питань, які повинні бути складені за певною структурно-логічною схемою та алгоритмом від складних до простих, від широких до вузьких. Для встановлення вагових коефіцієнтів оцінювання інтегрального рівня економічної безпеки та її функціональних складників експертам було запропонованого дати відповіді на такі питання:

- проранжуйте за мірою пріоритетності важливість впливу окремих функціональних складників на інтегральний показник економічної безпеки держави від 1 до 9 (1 – даний показник має найменший вплив; 9 – пріоритетність у контексті впливу даного показника на економічну безпеку максимальна);
- проаналізуйте за попереднім методом (мірою пріоритетності) вплив функціональних складників на макроекономічний (фінансовий, продовольчий, зовнішньоекономічний, інвестиційно-інноваційний, енергетичний, виробничий, соціально-демографічний, екологічний) складник інтегрального показника економічної безпеки держави (1 – даний показник має найменший вплив; 9–20 – пріоритетність максимальна).

Існують такі методи обробки експертних опитувань: метод, що базується на основі використання показника варіації, метод апріорного ранжування, метод середньоарифметичних величин (є найбільш розповсюдженим і застосовується в усіх країнах), метод застосування окремих ігрових концепцій під час оцінювання групових рішень із використанням інструментарію кореляційного аналізу, зокрема рангової кореляції, метод попарних порівнянь, метод безпосередньої оцінки, метод адаптивної оцінки тощо із обов'язковим розрахунком достовірності оцінок експертів з урахуванням узгодженості думок експертів.

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) і-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:

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

Чим більше значення Mj , тим важливішим є j-й об'єкт, за думкою експертів.

Другий спосіб – це сума рангів оцінок S_j, які отримані j-м об'єктом:

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

де Rij – ранг оцінки і-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:

$$D_j = \frac{1}{m_j - 1}\sum_{i=1}^{m_j}\left(C_{ij} - M_j\right); \qquad (4)$$

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

$$\sigma_j = \sqrt{D_j}; \qquad (5)$$

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

$$V_j = \frac{\sigma_j}{M_j}. \qquad (6)$$

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 [8]. 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:

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} C_{ij}. \qquad (7)$$

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:

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} \lambda_j C_{ij}, \qquad (8)$$

де λ_j – коефіцієнт компетентності j-го експерта.

Визначаємо оцінку дисперсії за формулою:

$$D = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(S_i - \bar{S}\right), \qquad (9)$$

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

$$\bar{S} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} S_i, \qquad (10)$$

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

$$K_i = \frac{2\left(mn - S_i\right)}{mn(n-1)}, \qquad (11)$$

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

$$W = \frac{D}{D_{\max}}, \qquad (12)$$

Коефіцієнт конкордації змінюється від нуля до одиниці, оскільки $0 \le D \le D_{max}$.

Максимальне значення дисперсії дорівнює:

$$D_{\max} = \frac{m^2\left(n^3 - n\right)}{12\left(n-1\right)}. \quad (13)$$

Якщо ввести позначення:

$$R = \sum_{i=1}^{n}\left(\sum_{j=1}^{m} S_i - \bar{S}\right)^2, \quad (14)$$

тоді оцінка дисперсії може бути представлена у вигляді:

$$D = \frac{R}{\left(n-1\right)}, \quad (15)$$

а коефіцієнт конкордації обчислюватиметься за виразом:

$$W = \frac{12R}{m^2\left(n^3 - n\right)}. \quad (16)$$

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. Рівень узгодженості думок експертів за обчисленим коефіцієнтом конкордації W відображено в табл. 1.

Таблиця 1

Значення коефіцієнту конкордації *W*

Назва показника	Коефіцієнт конкордації *W*
1. Макроекономічний показник	0,77
2. Продовольчий складник	0,761
3. Виробничий складник	0,8
4. Енергетичний складник	0,793
5. Соціально-демографічний показник	0,902
6. Фінансовий складник	0,932
7. Зовнішньоекономічний показник	0,77
8. Інвестиційно-інноваційний показник	0,856
9. Показник екологічної сталості	0,925

Обчислення коефіцієнтів конкордації показали, що достатньо висока узгодженість думок експертів спостерігається за показником інвестиційно-інноваційного (*W* = 0,856), соціально-демографічного (*W* = 0,902), екологічного складників (*W* = 0,925), найвищої узгодженості експерти досягли під час оцінювання фінансового складника (*W* = 0,932).

Оскільки розрахунок вагових коефіцієнтів за методом експертних оцінок вносить вагу суб'єктивізму під час комплексного оцінювання рівня економічної безпеки національної економіки, доцільним також є врахування методу головних компонент. Якщо під час дослідження наявна макроекономічна модель із факторними ознаками – основними субіндексами економічної безпеки, найбільш ефективним та точним є застосування методу чутливості. Такий підхід дає змогу уточняти вагові коефіцієнти в кожному окремому періоді, що є більш адекватним реальній економіці, але він більш складний. Метод головних компонент є також достатньо розповсюдженим і застосовується як Державною службою статистики, так і фахівцями Міністерства економічного розвитку та торгівлі України. За допомогою даного методу вагові коефіцієнти дорівнюють коефіцієнтам еластичності побудованих кореляційно-регресійних залежностей. Метод головних компонент також не позбавлений недоліків, оскільки вагові коефіцієнти потрібно постійно уточнювати та перерахувати, враховуючи динамічність системи економічної безпеки.

Визначення вагових коефіцієнтів за методом головних компонент автором здійснено за допомогою спеціалізованого програмного продукту MathCAD, який дає можливість автоматизовано проводити економіко-математичні розрахунки, розв'язувати задачі автоматизації та лінійного програмування. Основна ідея методу головних компонент полягає у зменшенні розмірності сукупності даних, що складаються з великої кількості взаємопов'язаних змінних за максимально можливого збереження варіації всередині сукупності даних. Це досягається шляхом переходу до нової сукупності змінних, тобто основних компонентів, які не є взаємопов'язаними і упорядковані таким чином, що декілька перших змінних зберігають більшість інформації, яка міститься у початкових змінних. Отже, більшість інформації, яку несли у собі змінні початкової сукупності, зберігається у змінних, що входять до нової сукупності. Простір головних компонент ортогональний. Математична модель методу головних компонент базується на логічному припущенні, що значення множини взаємозалежних ознак породжують деякий загальний результат. Вирішення поставленої задачі методом головних компонент зводиться до поетапного перетворення матриці вихідних даних X [9] (рис. 1)

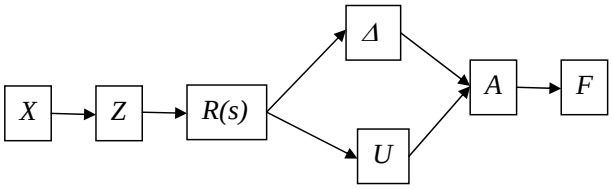

Рис. 1. Схематичне зображення математичних перетворень

На рис. 1 позначення: *X* – матриця вихідних даних розмірністю *m*×*n* (*m* – кількість парметрів, які оцінюються, *m* – кількість експертів у групі); *Z* – матриця центрованих і нормованих значень ознак; *R* – матриця парних кореляцій; Δ – діагональна матриця власних (характеристичних) чисел; *A* – матриця факторного відображення, її елементи α_{rj} – вагові коефіцієнти. Спочатку *A* має розмірність

$n \times n$ – по кількості елементарних ознак X_j, потім в аналізі залишається r найбільш вагомих компонент $(r \leq n)$. Обчислюють матрицю A по відомим даним матриці власних чисел Δ і нормованих власних векторах U за формулою $A = U \times \Delta/2$. F – матриця значень головних компонент розмірністю $r \times m$. Аби виявити спільну інформацію в наших факторах, проведено аналіз основних компонентів.

На прикладі показника макроекономічної безпеки виконаємо перетворення дев'яти вхідних факторів на дев'ятьох незалежних основних компонентів факторів, які міститимуть такий самий обсяг інформації. Потім відберемо лише декілька нових факторів, дані про які характеризуються найбільшою мінливістю. Внесок параметру темпу приросту ВВП в сумарну дисперсію становить 43,1%, рівня безробіття – 23,4%, відношення обсягу ВВП за ПКС на особу в країні до середнього значення в країнах ЄС – 16,4%. Разом три компоненти пояснюють 82,9% сумарної варіації. Ці фактори відповідають за найбільшу частину сумарної дисперсії, тому обираємо їх для подальшого аналізу.

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. 2.

Таблиця 2

Вагові коефіцієнти індексів макроекономічної безпеки за методом головних компонент і експертним методом

Назва показника і його сутність	МГК, вагові	Експертний метод
Розмір економіки країни, % до ВВП країн ЄС-28	0,012	0,102
Відношення обсягу ВВП на одну особу в країні до середнього значення в країнах ЄС-28, %	0,018	0,110
Відношення обсягу ВВП за ПКС на особу в країні до середнього значення в країнах ЄС-28, %	0,164	0,150
ВВП на душу населення, дол. США	0,032	0,140
ВВП на душу населення за ПКС, дол. США	0,014	0,085
Рівень тінізації економіки, % ВВП	0,056	0,110
Сальдо поточного рахунку платіжного балансу країни, % ВВП	0,039	0,095
Рівень безробіття, %	0,234	0,105
Темп приросту ВВП, %	0,431	0,103

Як видно із представлених даних, метод експертних оцінок щодо встановлення вагових коефіцієнтів дав дещо інші результати (так, ваговий коефіцієнт темпів приросту ВВП за методом головних компонент дорівнює 0,431, тоді як за експертним методом – 0,103), що потребуватиме подальшого узгодження отриманих результатів у межах поставленої задачі.

На рис. 2. графічно представлено ранжування інтегрального індексу економічної безпеки національної економіки за експертним методом.

Запропоновані науково-практичні підходи до визначення вагових коефіцієнтів та розрахунок інтегрального рівня економічної безпеки національної економіки створюють можливість порівнювати в одному масштабі динаміку агрегованого індексу з пороговими значеннями, оцінити рівень економічної безпеки України як кінцевий результат соціально-економічного розвитку.

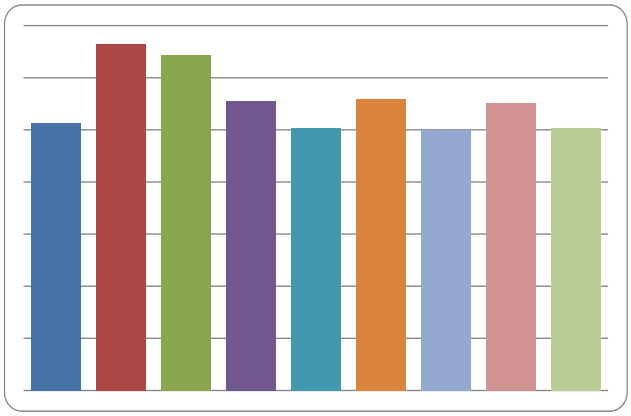

Рис. 2. Ранжування інтегрального індексу економічної безпеки національної економіки за експертним методом (1 – макроекономічна, 2 – продовольча, 3 – виробнича, 4 – енергетична, 5 – соціально-демографічна, 6 – фінансова, 7 – зовнішньоекономічна , 8 – інвестиційно-інноваційна, 9 – екологічна)

Висновки з проведеного дослідження. 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 сформувати 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 сформувати пріоритетність та вагомість індикаторів економічної безпеки національної економіки.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Бєлоусова І.А. Економічна безпека як складова національної безпеки України / І.А. Бєлоусова // 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

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.Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання : [монографія] / Б.Є. 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. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс ; пер. с англ. – М. : Радио и связь, 1991. – 224 с.

7. Экспертные оценки в нучно-техническом прогнозировании / Академия наук Украинской ССР Ордена Ленина Институт кібернетики. – Киев : Наукова думка, 1974. – 159 с.

8. Кендэл М. Ранговые корреляции. Зарубежные статистические исследования / М. Кендэл. – М. : Статистика, 1975. – 216 с.

9. Котенко Т.Ю. Економічне моделювання взаємозв'язку операційних витрат та фінансового результату / Т.Ю. Котенко // Культура народов Причерноморья. – 2011. – № 205. – С. 50–55.