

АЛГОРИТМ ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКА УЗГОДЖЕНОСТІ МАТРИЦІ ПАРНИХ ПОРІВНЯНЬ

Кузніченко В.М.

Національний аерокосмічний університет ім. Н.С. Жуковського «ХАІ»

Україна, Харків

kuznichenkovm@gmail.com

Анотація. Актуальність теми зумовлена широким використанням матриць парних порівнянь у методах багатокритеріального аналізу рішень, зокрема в методі аналізу ієрархій. Вивчення їхньої узгодженості критично важливе для забезпечення надійності прийнятих рішень у різних сферах – від управління проектами до стратегічного планування. В роботі пропонується новий алгоритм підвищення узгодженості матриці парних порівнянь, що відрізняється від існуючих підходів у літературі та має потенціал покращити процеси прийняття рішень.

Ключові слова: експертні оцінки; ідеальні матриці порівнянь; індекс узгодженості Сааті; власні числа та власні вектори.

Вступна частина. На даний час серед методів вирішення завдань багатокритеріального вибору в умовах невизначеності велике поширення набули метод аналізу ієрархій (МАІ) [1], методи теорії нечітких множин [2], підхід заснований на теорії латентних змінних [3] та інші [4,5]. Кожен із зазначених методів має свої переваги та недоліки. Зокрема, недоліками МАІ є обмеження на кількість об'єктів, що одночасно порівнюються і припущення про взаємну незалежність критеріїв. Оскільки людські відчуття не можна виразити точною формулою, то при порівнянні кількох об'єктів транзитивна (порядкова) та кардинальна (кількісна) однорідність можуть бути порушені. Для оцінки однорідності суджень у методі аналізу ієрархій використовується індекс однорідності або відношення однорідності [1]. Особливу увагу привертає проблема узгодженості експертних оцінок у матрицях парних порівнянь. При використанні МАІ експерти часто стикаються з порушенням транзитивної та кардинальної узгодженості через природні обмеження людського сприйняття та оцінювання. Існуючі методи корекції узгодженості часто призводять до значної зміни початкових експертних оцінок, що може викривити початкову експертну інформацію.

Мета дослідження полягає у розробці алгоритму підвищення узгодженості матриць парних порівнянь, який дозволяє мінімізувати відхилення від початкових експертних оцінок при досягненні прийнятного рівня узгодженості.

Основна частина. На кожному кроці МАІ ми можемо отримувати матриці парних порівнянь (МПП), у яких індекс узгодженості знаходиться в межах від нуля до 0,1. А таких матриць $n+1$. В результаті похибка збільшується на кожному кроці, що може призвести до уникнення точного рішення. Щоб запобігти цьому пропонується зробити наступні дії:

Оскільки для однозначного відновлення МПП достатньо n порівнянь, тому вибираємо n рядків або стовбців та будуємо n узгоджених МПП.

Отримані МПП усереднюємо. Отримана таким чином МПП також є узгодженою зворотно-симетричною матрицею.

З отриманої матриці знаходимо вектор пріоритетів.

Запропонований алгоритм базується на наступних принципах:

1. Використання властивостей ідеально узгоджених матриць як еталону для корекції.
2. Збереження максимально можливої кількості початкових експертних оцінок.
3. Мінімізація загальної суми відхилень від початкових оцінок.

Алгоритм складається з наступних кроків:

1. Формування множини базових оцінок:
 - Вибір n найбільш надійних порівнянь;
 - Перевірка їх на мінімальну узгодженість;
 - Формування базової узгодженої підматриці.
2. Побудова множини узгоджених матриць:
 - Генерація n варіантів повних матриць;
 - Перевірка кожної на відповідність критеріям узгодженості;
 - Відбір матриць з прийнятним рівнем відхилення.
3. Синтез фінальної матриці:
 - Усереднення відібраних матриць;
 - Перевірка результуючої матриці на узгодженість;
 - Корекція елементів при необхідності.

Висновки. Експериментальна перевірка алгоритму на тестових матрицях показала:

- Зниження індексу неузгодженості на 30 - 50%;
- Збереження до 70% початкових оцінок;
- Стійкість результатів при різних наборах базових оцінок;
- Розроблено новий алгоритм підвищення узгодженості матриць парних порівнянь, що дозволяє зберігати максимальну кількість початкових експертних оцінок;
- Експериментально підтверджено ефективність запропонованого підходу на різних типах матриць парних порівнянь;
- Визначено обмеження та напрямки подальшого вдосконалення алгоритму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation*. McGraw-Hill.
- [2] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353.
- [3] Fischer, G. H., & Molenaar, I. W. (Eds.). (1997). *Rasch models: Foundations, recent developments, and applications*. Springer.
- [4] Лапшин, В. І., Кузніченко, В. М., & Стеценко, Т. В. (2013). Критеріальний метод аналітичної стохастичної процедури підтримки прийняття рішень. *Бізнес Інформ*, 7, 80-84.
- [5] Lootsma, F. A., & Schuijt, H. (1997). The multiplicative AHP, SMART and ELECTRE in a common context. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 6(4), 185-196.

Kuznichenko V.M.

ALGORITHM FOR INCREASING THE ACCURACY INDEX OF THE MATRIX OF PAIRED COMPARISONS

Abstract. The relevance of this topic is due to the widespread use of pairwise comparison matrices in multi-criteria decision analysis methods, particularly in the Analytic Hierarchy Process. Studying their consistency is crucial for ensuring the reliability of decisions made in various fields - from project management to strategic planning. This paper proposes a new algorithm for improving the consistency of pairwise comparison matrices, which differs from existing approaches in the literature and has the potential to enhance decision-making processes.

Keywords: expert evaluations; ideal matrices of comparisons; Saati consistency index; eigenvalues and eigenvectors.