

А. О. ОНИЩЕНКО

аспірант кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова
ORCID: 0009-0005-6721-5350

Б. П. БОЧАРОВ

кандидат технічних наук,
доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова
ORCID: 0000-0002-5324-6851

О. Б. КОСТЕНКО

кандидат технічних наук,
доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова
ORCID: 0000-0001-9744-4377

ГІБРИДНА МОДЕЛЬ MCDM ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ ПОШУКОВОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Метою дослідження є розроблення інтегрованої моделі підтримки прийняття рішень у сфері пошукової оптимізації (SEO) із використанням гібридного підходу, що поєднує методи DEMATEL, DANP та VIKOR. Така модель дозволяє комплексно оцінювати взаємозв'язки між технічними, контентними та поведінковими факторами оптимізації, визначити їх системну роль та формувати обґрунтовані управлінські рішення в умовах зростаючої складності алгоритмів пошукових систем. На відміну від лінійних та ієрархічних методів оцінювання, запропонований підхід враховує міжкритеріальні залежності та причинно-наслідкові впливи, що робить його особливо придатним для аналізу сучасних SEO-процесів.

У межах емпіричного дослідження проаналізовано групу вебресурсів технологічного сектору, для яких було сформовано експертні оцінки за вісьмома ключовими критеріями: якість контенту, семантичне ядро (ключові слова), швидкість завантаження сторінок, структура сайту, мобільна адаптивність, профіль зворотних посилань, поведінкові та технічні фактори. Метод DEMATEL дав змогу побудувати матрицю причинно-наслідкових впливів і визначити домінуючі критерії, серед яких провідну роль відіграють структура сайту та швидкість завантаження. Подальше застосування методу DANP забезпечило обчислення інтегральних ваг критеріїв, що відображають їхню відносну важливість у мережі взаємозалежностей. На завершальному етапі метод VIKOR був використаний для компромісного ранжування вебресурсів та визначення сайтів із найбільш збалансованими параметрами.

Отримані результати підтверджують ефективність гібридної MCDM-моделі для формування стратегічних SEO-рішень, оптимізації ресурсів, виявлення «вузьких місць» та підвищення релевантності вебресурсів у пошуковій видачі. Запропонований підхід може бути корисним для фахівців із оптимізації, маркетингологів і аналітиків, які потребують кількісного, системного та прозорого методу оцінювання якості оптимізації.

Ключові слова: пошукова оптимізація, SEO, DEMATEL, DANP, VIKOR, вебаналітика, релевантність, зворотні посилання, ключові слова, цифровий маркетинг.

А. О. ONYSHCHENKO

Postgraduate Student at the Department of Computer Science
and Information Technologies
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv
ORCID: 0009-0005-6721-5350

B. P. BOCHAROVCandidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Computer Science
and Information TechnologiesO. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv
ORCID: 0000-0002-5324-6851**O. B. KOSTENKO**Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Computer Science
and Information TechnologiesO. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv
ORCID: 0000-0001-9744-4377

A HYBRID MCDM MODEL FOR THE INTELLIGENT ENHANCEMENT OF SEARCH ENGINE OPTIMIZATION

The objective of the study is to develop an integrated decision-support model for search engine optimization (SEO) based on a hybrid multi-criteria approach combining the DEMATEL, DANP, and VIKOR methods. The proposed framework enables a comprehensive evaluation of the interdependencies among technical, content-related, and behavioral SEO factors, identification of their systemic roles, and formulation of well-grounded optimization decisions in the context of increasingly complex search engine algorithms. Unlike classical linear or hierarchical evaluation approaches, this model considers causal relationships and inter-criteria dependencies, making it particularly suitable for analyzing modern SEO environments.

Within the empirical investigation, a group of technology-sector websites was analyzed based on expert evaluations across eight key criteria: content quality, keyword semantics, page loading speed, site structure, mobile responsiveness, backlink profile strength, user behavior signals, and technical SEO. The DEMATEL method was employed to construct a causal-effect influence matrix and identify dominant criteria, with site structure and loading speed demonstrating the strongest causal impact. Subsequently, the DANP method enabled the calculation of global criteria weights that reflect their relative importance within the network of mutual influences. At the final stage, the VIKOR method was applied to perform compromise-based ranking of the evaluated websites and to determine those with the most balanced SEO performance.

The findings demonstrate the effectiveness of the hybrid MCDM model for supporting strategic SEO decision-making, optimizing resource allocation, identifying systemic bottlenecks, and enhancing the relevance and visibility of web resources in search engine results. The proposed approach can serve as a quantitative, transparent, and analytically robust tool for SEO specialists, digital marketers, and analysts involved in evaluating and improving website optimization strategies.

Key words: search engine optimization, SEO, DEMATEL, DANP, VIKOR, web analytics, relevance, backlinks, keywords, digital marketing.

Постановка проблеми

У сучасній цифровій економіці ефективна присутність у пошукових системах є вирішальним фактором конкурентоспроможності бізнесу, незалежно від галузі. Пошукова оптимізація (Search Engine Optimization) перетворилася зі статичної техніки налаштування вебсайтів на складний процес, що поєднує технічну архітектуру, контентну релевантність, поведінкові фактори користувачів і зовнішні сигнали авторитетності. Умови високої конкуренції в інформаційному середовищі та постійна еволюція пошукових алгоритмів вимагають від фахівців більш глибокого аналітичного підходу до SEO-стратегій.

Класичні методи SEO-аналітики, які ґрунтуються на евристичних підходах або лінійній ваговій оцінці критеріїв, виявляються недостатніми для повного врахування складної структури взаємозв'язків між факторами оптимізації. Зокрема, вони не враховують зворотні зв'язки, залежності між критеріями, а також вплив поведінкових та соціальних сигналів на загальну ефективність просування. Крім того, складність пошукових систем, як-от Google, дедалі більше базується на алгоритмах штучного інтелекту, що ускладнює передбачення результатів оптимізації за допомогою традиційних підходів.

У зв'язку з цим виникає потреба у використанні гібридних моделей багатокритеріального прийняття рішень (MCDM), які здатні не лише ідентифікувати впливові фактори, але й враховувати їхню взаємозалежність, а також дозволяють здійснювати порівняння альтернатив з урахуванням компромісів. Методологічна інтеграція DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory), DANP (DEMATEL-based Analytic Network Process) та VIKOR відкриває нові можливості для побудови інструментів оцінки й оптимізації SEO-стратегій на обґрунтованій основі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Упродовж останніх десятиліть пошукова оптимізація набула надзвичайної ваги в теорії та практиці цифрового маркетингу. Вона охоплює широкий спектр заходів від технічної оптимізації структури сайту до стратегічного управління контентом, зворотними посиланнями та поведінковими сигналами користувачів. Проте у світлі

ускладнення пошукових алгоритмів, зокрема впровадження штучного інтелекту, традиційні методи аналізу SEO-факторів дедалі частіше втрачають ефективність [1].

Базові дослідження у сфері SEO переважно зосереджувались на ідентифікації окремих факторів впливу на ранжування (наприклад, частота ключових слів, кількість зворотних посилань, наявність мета-даних) [2][3]. Одним із ключових проривів стала модель PageRank, що розглядала гіперпосилання як індикатор авторитетності сторінки [4]. Подальші оновлення алгоритмів Google Panda і Penguin зосередилися на якості контенту та боротьбі зі спам-посиланнями, водночас посилюючи роль поведінкових факторів [5].

Попри суттєвий внесок цих підходів у розуміння принципів пошукової видачі, наукова критика наголошує на їхніх обмеженнях. Зокрема, класичні методи припускають незалежність між критеріями SEO, тоді як у реальному цифровому середовищі чинники є взаємопов'язаними та динамічними [6].

Для подолання цих обмежень у літературі з'являються пропозиції щодо застосування багатокритеріальних моделей прийняття рішень (MCDM). Модель DEMATEL дозволяє дослідити причинно-наслідкові зв'язки між критеріями, будуючи матрицю впливів. На її основі модель DANP (DEMATEL-based Analytic Network Process) дозволяє обчислити ваги залежних критеріїв у складній мережі впливів [7]. Зі свого боку, метод VIKOR використовується для знаходження компромісного рішення за наявності множинних альтернатив із суперечливими критеріями [8].

Окрему увагу привертають роботи, що поєднують ці методи в гібридні моделі для вирішення складних прикладних завдань. Зокрема, у роботі Huang et al. (2020) було реалізовано гібридну модель DEMATEL-DANP-VIKOR для оцінки SEO-факторів технокомпаній, що дозволило встановити найбільш критичні зони покращення (наприклад, мета-теги, ключові слова, сайт-гайди) [9].

Таким чином, наявна наукова база демонструє актуальність інтегрованих MCDM-підходів як ефективного інструменту аналізу, планування та вдосконалення SEO-стратегій у висококонкурентному цифровому середовищі.

Формулювання мети дослідження

Метою даного дослідження є формалізація процесу ранжування SEO-факторів із урахуванням міжкритеріальних взаємозв'язків та компромісного аналізу альтернатив. Для досягнення цієї мети побудовано гібридну MCDM-модель, яка дозволяє виявити ключові чинники впливу, обчислити їх ваги та визначити пріоритети оптимізації на прикладі реальних вебресурсів у технологічному секторі. Таким чином, подальше дослідження спрямовано на розроблення інтегрованої MCDM-моделі, що комплексно відображає взаємозв'язки між SEO-факторами та визначає оптимальні напрями їх вдосконалення.

З метою формалізації процесу оцінки та пріоритетизації SEO-факторів у межах даного дослідження запропоновано використання інтегрованого підходу на основі методів DEMATEL, DANP та VIKOR, які є складовими сучасного арсеналу багатокритеріального прийняття рішень (MCDM).

Викладення основного матеріалу дослідження

У цифровому середовищі SEO-фактори характеризуються високим ступенем взаємозалежності: зміни у швидкості завантаження сторінки можуть впливати на показники відмов, які, у свою чергу, впливають на поведінкові сигнали та ранжування. Для моделювання таких взаємозв'язків було обрано метод DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory), який дозволяє побудувати матрицю причинно-наслідкових впливів між критеріями.

Отримані дані використовуються у модифікованому методі DANP (DEMATEL-based Analytic Network Process), що дозволяє визначити глобальні ваги критеріїв, враховуючи взаємозалежності між ними. Це дає змогу уникнути спотворень, притаманних ієрархічним моделям на кшталт АНР, у випадку наявності зворотних зв'язків між факторами.

Остаточне ранжування SEO-альтернатив здійснюється за допомогою методу VIKOR, який дозволяє визначити компромісне рішення, максимально наближене до ідеального варіанту, з урахуванням як максимального виграшу, так і мінімального ризику невідповідності.

На основі аналізу актуальної літератури та експертних інтерв'ю з SEO-спеціалістами були сформовані такі критерії:

- K1 – Якість контенту
- K2 – Семантичне ядро (ключові слова)
- K3 – Швидкість завантаження сторінок
- K4 – Структура сайту
- K5 – Мобільна адаптивність
- K6 – Backlink-профіль
- K7 – Поведінкові фактори
- K8 – Індексція та технічне SEO

Після побудови матриці впливів за DEMATEL було отримано граф (див. рис. 1), який демонструє сильні причинно-наслідкові зв'язки між швидкістю, поведінковими факторами та структурою сайту.

Методика була апробована на прикладі групи сайтів малого бізнесу з різних доменних зон (комерційні сайти, блогіві платформи, лендинги), що мають приблизно однаковий розмір та тематику. Збір SEO-метрик здійснювався з використанням Google Search Console, Ahrefs, PageSpeed Insights та Screaming Frog.

Застосування моделі дозволило:

- виявити фактори з найбільшим прямим та опосередкованим впливом (структура сайту, швидкість, ключові слова),
- визначити відносні ваги кожного критерію за DANP,
- ранжувати сайти за якістю SEO з урахуванням компромісних стратегій за VIKOR.

Результати дослідження

На основі побудованої моделі було отримано такі ключові результати:

Матриця впливу DEMATEL. У процесі експертного оцінювання впливів між факторами була сформована початкова матриця прямого впливу, нормалізована та використана для побудови повної впливової матриці. На її основі визначено:

- Критерій-джерела впливу (causal group): K3 (Швидкість завантаження), K4 (Структура сайту)
- Критерій-результати (effect group): K7 (Поведінкові фактори), K8 (Індексація)

Сумарний результат показує, що структура сайту (K4) має найвищу сукупну причинну дію, тоді як поведінкові фактори (K7) найсильніший отримувач впливу.

Графова модель DEMATEL, представлена на рис. 1, ілюструє комплексні взаємовпливи між технічними параметрами, контентом, лінкуванням, соціальними сигналами та UX-компонентами. Як видно зі схеми, доміnantними є фактори, що виконують причинну роль, тоді як інші групи виступають здебільшого отримувачами впливів, формуючи системну конфігурацію SEO-процесу.

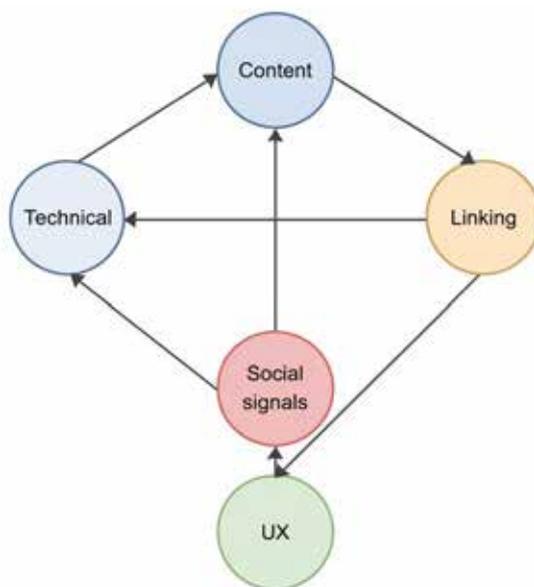


Рис. 1. Графова модель взаємовпливів SEO-факторів (DEMATEL)

Глобальні ваги критеріїв за DANP. Метод DANP дозволив розрахувати інтегральні ваги з урахуванням як прямих, так і непрямих зв'язків. Результати наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Глобальні вагові коефіцієнти критеріїв у моделі DANP

| Критерій | Вага (%) |
|------------------------------|----------|
| K1 – Якість контенту | 17.8 |
| K2 – Ключові слова | 15.2 |
| K3 – Швидкість завантаження | 14.9 |
| K4 – Структура сайту | 18.5 |
| K5 – Мобільна адаптивність | 8.3 |
| K6 – Backlink-профіль | 10.6 |
| K7 – Поведінкові фактори | 9.7 |
| K8 – Індексація/технічне SEO | 5.0 |

Найбільші ваги отримали структура сайту, якість контенту та ключові слова, що підтверджує гіпотезу про їхню критичну важливість для успішної SEO-стратегії.

Ранжування альтернатив за методом VIKOR. Було проаналізовано 6 сайтів (A–F), для кожного з яких зібрані значення SEO-метрик. На основі ваг з DANP застосовано VIKOR для пошуку компромісного рішення. Результати представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

Q-індекс та ранги сайтів за методом VIKOR

| Сайт | Q-індекс (VIKOR) | Ранг |
|------|------------------|------|
| A | 0.155 | 1 |
| B | 0.204 | 2 |
| C | 0.311 | 3 |
| D | 0.485 | 4 |
| E | 0.622 | 5 |
| F | 0.751 | 6 |

Сайт А показав найкращу збалансованість між усіма показниками і визначений як найбільш оптимальний з точки зору SEO-пріоритетів.

Результати, отримані внаслідок застосування гібридної MCDM-моделі, дозволяють сформулювати низку теоретичних узагальнень і практичних висновків щодо стратегічного

Застосування DEMATEL у поєднанні з DANP забезпечило глибше розуміння внутрішньої структури взаємозв'язків між SEO-факторами. Методика дозволила не лише визначити вагу кожного критерію, а й врахувати його системну роль – як джерела або отримувача впливу. Це суттєво підвищує якість стратегічного планування, оскільки дозволяє фокусувати ресурси не лише на найважливіших, але й на найбільш впливових факторах.

Метод VIKOR, у свою чергу, забезпечив ефективне компромісне ранжування альтернатив (сайтів) на основі множини взаємопов'язаних метрик. Це дозволяє обґрунтовано визначати SEO-лідерів і зони для вдосконалення з урахуванням як ідеального, так і антиідеального рішень.

Для SEO-команд і аналітиків результати цього дослідження дають можливість:

- сформувати пріоритетну послідовність дій в межах SEO-кампаній;
- розробити KPI, що ґрунтуються не лише на емпіричних даних, а й на кількісній моделі впливу;
- виявити потенційні «вузькі місця» у стратегії оптимізації (наприклад, слабку структуру сайту чи проблеми з індексацією), які мають опосередкований негативний вплив на інші метрики.

На відміну від традиційних евристичних методів SEO-аналізу, які базуються переважно на досвіді або інтуїції, запропонований підхід надає формалізований інструментарій для підтримки прийняття рішень. Крім того, модель дозволяє врахувати динамічну природу SEO-факторів та еволюцію алгоритмів пошукових систем, що є ключовим у сучасному конкурентному середовищі.

Висновки

У межах дослідження було розроблено та апробовано гібридну модель багатокритеріального прийняття рішень для оцінки ефективності SEO-стратегій, яка поєднує методи DEMATEL, DANP та VIKOR. Запропонований підхід дозволив комплексно враховувати взаємозв'язки між критеріями оптимізації, визначати їх відносну важливість, а також здійснювати компромісне ранжування альтернатив вебресурсів залежно від ступеня відповідності ідеальній SEO-конфігурації.

У результаті дослідження було встановлено, що найбільший причинно-наслідковий вплив на загальний рейтинг вебресурсу мають такі фактори, як структура сайту, якість контенту, швидкість завантаження, релевантність ключових слів та профіль зворотних посилань. Інтеграція методів DEMATEL і DANP дала змогу побудувати структуровану карту впливів між цими факторами, що, у свою чергу, дозволило виявити ключові "вузлові" елементи системи SEO та визначити, які з них виступають основними ініціаторами змін.

Застосування методу VIKOR дало змогу здійснити багатокритеріальну оцінку вебресурсів, враховуючи взаємозалежність критеріїв і дозволяючи формувати компромісні рішення в умовах неоднорідності оптимізаційних показників. Такий підхід виявився особливо корисним під час проведення SEO-аудитів та аналізу конкурентного середовища.

Гібридна модель MCDM довела свою ефективність як інструмент стратегічного управління SEO у складному, динамічному цифровому середовищі. Вона сприяє зростанню органічного трафіку, покращенню ранжування сторінок у результатах пошуку та раціоналізації розподілу ресурсів у межах SEO-команд.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на автоматизацію обчислень за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, розширення моделі за рахунок включення поведінкових і соціальних сигналів, а також інтеграцію з інструментами веб-аналітики для оперативного моніторингу змін у показниках ефективності пошукової оптимізації.

Список використаної літератури

1. Amin G. R., Emrouznejad A. Optimizing search engines results using linear programming. *Expert Systems with Applications*. 2011. Vol. 38, no. 9. P. 11534–11537.
2. Aswani R., Kar A. K., Ilavarasan P. V., Dwivedi Y. K. Search engine marketing is not all gold: insights from Twitter and SEOClerks. *International Journal of Information Management*. 2018. Vol. 38, no. 1. P. 107–116.
3. Bar-Ilan J., Mat-Hassan M., Levene M. Methods for comparing rankings of search engine results. *Computer Networks*. 2006. Vol. 50, no. 10. P. 1448–1463.
4. Dye K. Website abuse for search engine optimization. *Network Security*. 2008. No. 3. P. 4–6.
5. Malaga R. A. Search engine optimization – black and white hat approaches. *Advances in Computers*. 2010. Vol. 78. P. 1–39.
6. Mavridis T., Symeonidis A. L. Identifying valid search engine ranking factors in a Web 2.0 and Web 3.0 context for building efficient SEO mechanisms. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2015. Vol. 41. P. 75–91.
7. Yalçın N., Köse U. What is search engine optimization: SEO? *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2010. Vol. 9. P. 487–493.
8. Xiang Z., Gretzel U. Role of social media in online travel information search. *Tourism Management*. 2010. Vol. 31, no. 2. P. 179–188.
9. Zhang J., Dimitroff A. The impact of webpage content characteristics on webpage visibility in search engine results (part I). *Information Processing & Management*. 2005. Vol. 41, no. 3. P. 665–690.
10. Tzeng G. H., Huang J. J. Multiple attribute decision making: methods and applications. London : Chapman & Hall/CRC, 2011. 352 p.
11. Tsuei H. J., Tsai W. H., Pan F. T., Tzeng G. H. Improving search engine optimization (SEO) by using hybrid modified MCDM models. *Artificial Intelligence Review*. 2020. Vol. 53. P. 1–16.
12. Jansen B. J., Spink A. An analysis of web searching by European AlltheWeb.com users. *Information Processing & Management*. 2005. Vol. 41, no. 2. P. 361–381.
13. Spink A., Jansen B. J., Blakely C., Koshman S. A study of results overlap and uniqueness among major web search engines. *Information Processing & Management*. 2006. Vol. 42, no. 5. P. 1379–1391.
14. Hung Y. H. та ін. Online reputation management for improving marketing by using a hybrid MCDM model. *Knowledge-Based Systems*. 2012. Vol. 35. P. 87–93.
15. Vaughan L. New measurements for search engine evaluation proposed and tested. *Information Processing & Management*. 2004. Vol. 40, no. 4. P. 677–691.

References

1. Amin, G. R., & Emrouznejad, A. (2011). Optimizing search engines results using linear programming. *Expert Systems with Applications*, 38(9), 11534–11537. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.03.030>
2. Aswani, R., Kar, A. K., Ilavarasan, P. V., & Dwivedi, Y. K. (2018). Search engine marketing is not all gold: Insights from Twitter and SEOClerks. *International Journal of Information Management*, 38(1), 107–116. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.07.005>
3. Bar-Ilan, J., Mat-Hassan, M., & Levene, M. (2006). Methods for comparing rankings of search engine results. *Computer Networks*, 50(10), 1448–1463. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2005.10.020>
4. Dye, K. (2008). Website abuse for search engine optimization. *Network Security*, 2008(3), 4–6. [https://doi.org/10.1016/S1353-4858\(08\)70028-X](https://doi.org/10.1016/S1353-4858(08)70028-X)
5. Malaga, R. A. (2010). Search engine optimization – black and white hat approaches. *Advances in Computers*, 78, 1–39. [https://doi.org/10.1016/S0065-2458\(10\)78001-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2458(10)78001-3)
6. Mavridis, T., & Symeonidis, A. L. (2015). Identifying valid search engine ranking factors in a Web 2.0 and Web 3.0 context for building efficient SEO mechanisms. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 41, 75–91. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2015.02.002>
7. Yalçın, N., & Köse, U. (2010). What is search engine optimization: SEO? *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 9, 487–493. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.185>
8. Xiang, Z., & Gretzel, U. (2010). Role of social media in online travel information search. *Tourism Management*, 31(2), 179–188. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2009.02.016>
9. Zhang, J., & Dimitroff, A. (2005). The impact of webpage content characteristics on webpage visibility in search engine results (part I). *Information Processing & Management*, 41(3), 665–690. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2003.12.001>
10. Tzeng, G.-H., & Huang, J.-J. (2011). *Multiple attribute decision making: Methods and applications*. Chapman & Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/b11032>
11. Tsuei, H.-J., Tsai, W.-H., Pan, F.-T., & Tzeng, G.-H. (2020). Improving search engine optimization (SEO) by using hybrid modified MCDM models. *Artificial Intelligence Review*, 53, 1–16. <https://doi.org/10.1007/s10462-018-9644-0>

12. Jansen, B. J., & Spink, A. (2005). An analysis of Web searching by European AlltheWeb.com users. *Information Processing & Management*, 41(2), 361–381. [https://doi.org/10.1016/S0306-4573\(03\)00067-0](https://doi.org/10.1016/S0306-4573(03)00067-0)
13. Spink, A., Jansen, B. J., Blakely, C., & Koshman, S. (2006). A study of results overlap and uniqueness among major Web search engines. *Information Processing & Management*, 42(5), 1379–1391. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2005.11.001>
14. Hung, Y.-H., Huang, T.-L., Hsieh, J. C., Tsuei, H. J., Cheng, C.-C., & Tzeng, G.-H. (2012). Online reputation management for improving marketing by using a hybrid MCDM model. *Knowledge-Based Systems*, 35, 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2012.03.004>
15. Vaughan, L. (2004). New measurements for search engine evaluation proposed and tested. *Information Processing & Management*, 40(4), 677–691. [https://doi.org/10.1016/S0306-4573\(03\)00043-8](https://doi.org/10.1016/S0306-4573(03)00043-8)

Дата першого надходження рукопису до видання: 12.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 09.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025