

Розробка методики оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту з використанням нечіткої логіки

І. В. Алєйников, К. А. Тамер, Ю. В. Журавський, О. Я. Сова, Н. В. Смірнова, Р. М. Животовський, С. С. Гаценко, С. М. Петрук, Р. В. Пікуль, А. В. Шишацький

Розроблено методику оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту з використанням нечіткої логіки. Відмінна особливість запропонованої методики полягає в тому, що зазначена методика має гнучку ієрархічну структуру показників. Це дозволяє звести завдання багатокритеріального оцінювання альтернатив до одного критерію або використовувати для вибору вектор показників та забезпечує можливість нечіткого представлення показників і відношення сумісності між ними, які можуть реалізувати різний характер взаємозалежностей. Також дана методика дозволяє реалізувати методи прямого і зворотного нечіткого оцінювання та враховує різну значимість окремих показників за рахунок використання ваги показника. Розробка запропонованої методики обумовлена необхідністю виконувати обробку більшої кількості інформації та має помірну обчислювальну складність.

За результатами дослідження встановлено, що запропонована методика має обчислювальну складність на 10–15 % менше, у порівнянні з методиками, які використовуються для оцінки ефективності прийнятих рішень з питань стратегічного менеджменту. Зазначена методика дозволить провести оцінку стану інформаційно-аналітичного забезпечення та визначити ефективні заходи для підвищення ефективності інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту. Зазначена методика дозволяє підвищити швидкість оцінки стану інформаційно-аналітичного забезпечення, зменшити використання обчислювальних ресурсів систем підтримки та прийняття рішень, виробити заходи, що спрямовані на підвищення ефективності інформаційно-аналітичного забезпечення. Зазначену методику доцільно використовувати в системах підтримки прийняття рішень для оцінки питань стратегічного менеджменту

Ключові слова: інформаційно-аналітичне забезпечення, нечіткі множини, обчислювальна складність, система показників, нечіткі моделі, стратегічний менеджмент

1. Вступ

У процесі стратегічного менеджменту центральне місце займають питання розробки і прийняття управлінських рішень, які в сучасних умовах неможливі без ефективної інформаційно-аналітичної підтримки. При цьому під стратегічним менеджментом прийнято розуміти цілеспрямовану діяльність відповідних

посадових осіб для підтримки належного стану об'єктів управління, планування та підготовки стратегічних заходів [1].

Основою стратегічного управління є рішення керівника (начальника), яке представляє собою певний порядок і способи виконання поставлених стратегічних завдань. Підготовка та прийняття стратегічних рішень є однією з найважливіших функцій керівника (начальника) по управлінню об'єктом управління [1].

Тому обґрунтованість і своєчасність рішення керівника становлять найважливіше завдання відповідних посадових осіб та аналітичних підрозділів зі стратегічного менеджменту.

Великий вплив на ефективність виконання цього складного завдання посадовими особам є методи прийняття рішення, вдосконалення яких здійснюється на основі комплексної автоматизації та інформатизації [1].

Таким чином, створення і впровадження в практику роботи сучасних керівників нових високоефективних автоматизованих систем та інформаційних технологій підтримки та прийняття рішень є одним з найважливіших напрямів удосконалення стратегічного управління.

В даний час активно розвиваються програмні системи підтримки прийняття стратегічних рішень, що дозволяють підвищити ефективність інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності службових осіб.

Серед факторів, які стимулюють розвиток цього класу програмних систем, можна відмітити підвищення ролі їх використання для вирішення слабо структурованих і важко формалізованих завдань в умовах невизначеності та неточності, що є характерними особливостями опису казуальних зв'язків між елементами обстановки.

В даний час для вирішення завдань обліку закономірностей стратегічних процесів найбільш поширені три основні підходи. У першому, аналітичному, використовується їх феноменальний опис, що отримується на основі дедуктивного виведення з більш загальних законів (закономірностей). У другому, імітаційному, закономірності процесів враховуються при побудові їх математичних моделей, причому самі моделі можна в певному сенсі розглядати як частковий інструмент опису закономірностей діяльності управлінських процесів. Методологічно обидва підходи пов'язуються між собою в рамках єдиної ієрархічної системи моделей. У третьому підході виявлення законів (закономірностей) керування процесів здійснюється на основі спільного аналізу вихідних даних і результатів моделювання процесів в різних варіантах розвитку обстановки, а також прийняття і здійснення управлінських дій.

Перший підхід застосовується для побудови моделей якісного аналізу процесів в умовах найбільш високої невизначеності стратегічного планування, характерною для рівня вищого керівництва державних структур і корпорацій, головною особливістю моделей якісного аналізу є те, що результати їх роботи, як правило, не виражаються в числових шкалах (наприклад, динаміка розвитку – біфуркацій – фазового портрету соціально-економічної макросистеми), що робить їх малоприматними на нижніх рівнях планування.

Другий підхід найбільш поширений. Однак в ньому не передбачається явний опис закономірностей управлінських процесів у вигляді каузальних ланцюжків за

окремими елементами обстановки. Такі математичні моделі є лише інструментом прогнозування можливого ходу і результату управлінських процесів при заданих умовах обстановки і рішеннях. Формування каузальних ланцюжків, які розкривають механізми дій відповідних законів (закономірностей), що вимагає цілеспрямованого повномасштабного експериментування з моделями. Як показують дослідження, зазначені моделі є одним з головних невідповідностей існуючих інформаційно-аналітичних технологій прийняття стратегічних рішень цілям і задачам системного аналізу і, як наслідок, недостатньою якістю прийняття стратегічних рішень з використанням апарату математичного моделювання.

В останні десятиліття посилюється тенденція застосування методів штучного інтелекту. Однак їх застосування в існуючих системах стратегічного менеджменту в основному обмежується експертним підходом в інтересах автоматизації та інформатизації окремих етапів підготовки інформації при прийнятті стратегічного рішення.

В роботах [2–6] представлені дослідження з розробки методів (підходів) з багатокритеріального оцінювання складних об'єктів. В якості математичного апарату в зазначених роботах використовуються теорія нечітких множин, методи аналізу ієрархій та методи експертних оцінювань.

Зазначені підходи мають наступні недоліки:

- забезпечують отримання оцінки лише загального характеру і відводять від бачення конкретних зв'язків між об'єктами;
- складність обробки неоднорідних даних, що мають кількісну та якісну природу;
- обмеженість розмірностей моделей, що використовуються;
- складність прийняття рішення в умовах невизначеності.

В таких умовах важливого значення набуває розробка методів багатокритеріального оцінювання складних об'єктів і альтернатив стратегічного менеджменту.

Враховуючи зазначене, використання теорії нечітких множин та нечіткої логіки для систем підтримки та прийняття рішення є актуальним напрямком подальших наукових досліджень в системах підтримки та прийняття рішень в інтересах стратегічного менеджменту.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

В роботі [8] описаний підхід на основі агентів, який використовується в мультиагентній інформаційно-аналітичній системі і розглянуто проблеми інформаційної підтримки прийняття рішень. До недоліків зазначеного підходу слід віднести обмеженість представлення складних систем, а саме в жодного з агентів немає уявлення про всю систему.

В роботі [9] наведено оперативний підхід з просторового аналізу в морській галузі для кількісної оцінки та відображення супутніх екосистемних послуг. Такий підхід охоплює тривимірність морського середовища, розглядаючи окремо всі морські області (морська поверхня, водяний стовп та морське дно). Фактично, метод буде 3-вимірні моделі моря шляхом оцінки та картографування, що пов'язані з кожним із трьох морських доменів через прийняття репрезентативних показників. До недоліків зазначеного методу слід віднести неможливість гнучкого налаш-

тування (адаптації) оціночних моделей при додаванні (виключенні) показників і зміні їх параметрів (сумісності та значущості показників).

В роботі [10] представлена модель машинного навчання для автоматичної ідентифікації запитів та надання інформаційних служб підтримки, що обмінюються між членами інтернет-спільноти. Зазначена модель призначена для обробки великої кількості повідомлень користувачів соціальних мереж. Недоліками зазначеної моделі є відсутність механізмів оцінки адекватності рішень, що приймаються та велика обчислювальна складність.

В роботі [11] представлено метод аналізу великих масивів даних. Зазначений метод орієнтований на пошук скритої інформації в великих масивах даних. Метод включає операції генерування аналітичних базових ліній, зменшення змінних, виявлення розріджених ознак та наведення правил. До недоліків зазначеного методу належить неможливість врахування різних стратегій оцінювання рішень.

В роботі [12] запропоновано підхід для оцінки вартості життя клієнта в галузі авіаперевезень. В зазначеному підході спочатку використовується регресійна модель, після чого використовується модель непрямого оцінювання. На кінцевому етапі відбувається порівняння результатів оцінки з використанням обох моделей оцінювання. До недоліків зазначеного підходу слід віднести неможливість визначення адекватності отриманої оцінки.

В роботі [13] наведений підхід до кількісного оцінювання що призначений для оцінки оптимального відбору чи / та тестування аналітичних методів. Об'єктивні критерії, пов'язані з аналітичними показниками, стійкістю, впливом на навколишнє середовище та економічними витратами, оцінюються за допомогою визначення штрафних балів, розділених на п'ять різних блоків. Для кожного блоку загальна кваліфікація масштабується від 0 до 4 і зображується на звичайній шестикутній піктограмі, що дозволяє порівняти аналітичні процедури. До недоліків зазначеного підходу відноситься відсутність можливості збільшення кількості показників, що оцінюються.

В роботі [14] наведений механізм трансформації інформаційних моделей об'єктів будівництва до їх еквівалентних структурних моделей. Цей механізм призначений для автоматизації необхідних операцій з перетворення, модифікації та доповнення під час такого обміну інформацією. До недоліків зазначеного підходу слід віднести неможливість оцінити адекватність та достовірність процесу трансформації інформації.

В роботі [15] проведено розробку аналітичної web-платформи для дослідження географічного та часового розподілу інцидентів. Web-платформу, містить декілька інформаційних панелей зі статистично значущими результатами за територіями. Web-платформа включає певні зовнішні джерела даних щодо соціальних та економічних питань, які дозволяють вивчити взаємозв'язок між цими чинниками та розподілом інцидентів у різних географічних рівнях. До недоліків зазначеної аналітичної платформи належить неможливість оцінити адекватність та достовірність процесу трансформації інформації, а також висока обчислювальна складність.

В роботі [16] проведено розробку методу нечіткого ієрархічного оцінювання якості обслуговування бібліотек. Зазначений метод дозволяє провести оцінювання

якості бібліотек за множиною вхідних параметрів. До недоліків зазначеного методу слід віднести неможливість оцінити адекватність та достовірність оцінки.

В роботі [17] проведено порівняння ефективності двох методів оцінки аналітичної ієрархії та методу нечіткої аналітичної ієрархії. Наведено переваги та недоліки зазначених методів. До недоліків зазначених методів слід віднести відсутність врахування сумісності нерівномірно значних показників та неможливість оцінити адекватність прийнятих рішень.

В роботі [18] проведено аналіз 30 алгоритмів обробки великих масивів даних. Показано їх переваги та недоліки. Встановлено, що аналіз великих масивів даних повинен проводитися пошарово, відбуватися в режимі реального часу та мати можливість до самонавчання. До недоліків зазначених методів слід віднести їх велику обчислювальну складність та неможливість провести перевірку адекватності отриманих оцінок.

В роботі [19] представлено підхід з оцінки вхідних даних для систем підтримки та прийняття рішень. Сутність запропонованого підходу полягає в класифікації базового набору вхідних даних, їх аналізу, після чого на підставі аналізу відбувається навчання системи. Недоліками зазначеного підходу є поступове накопичення помилки оцінювання та навчання в зв'язку з відсутністю можливості оцінки адекватності прийнятих рішень.

В роботі [20] представлено підхід щодо обробки даних з різних джерел інформації. Зазначений підхід дозволяє проводити обробку даних з різних джерел. До недоліків зазначеного підходу слід віднести низьку точність отриманої оцінки та неможливість здійснити перевірку достовірності отриманої оцінки.

В роботі [21] проведений порівняльний аналіз існуючих технологій підтримки прийняття рішень, а саме: метод аналізу ієрархій, нейронні мережі, теорія нечітких множин, генетичні алгоритми і нейро-нечітке моделювання. Вказані переваги і недоліки даних підходів. Визначено сфери їх застосування. Показано, що метод аналізу ієрархій добре працює за умови повної початкової інформації, але в силу необхідності порівняння експертами альтернатив і вибору критеріїв оцінки має високу частку суб'єктивізму. Для задач прогнозування в умовах ризику і невизначеності обґрунтованим є використання теорії нечітких множин і нейронних мереж.

В роботі [22] розглядаються проблемні аспекти інформаційно-аналітичного забезпечення прийняття стратегічних рішень в сучасному менеджменті. Уточнено роль і місце процесу розробки і прийняття управлінських рішень при стратегічному плануванні. Проаналізовано існуючі підходи до обліку закономірностей ходу і результату стратегічних процесів. В ході проведеного аналізу встановлено, що особливий інтерес представляють підходи і методи сучасної теорії моделей в системах управління, які дозволяють здійснювати лінгвістичну апроксимацію математичних моделей кібернетичних систем. Така апроксимація забезпечує досягнення найбільш високого рівня абстрактного опису систем, що дозволяє виявляти найбільш загальні поняття і дослідити взаємини між ними. Однак отримані результати не в повній мірі поширюються на системи організаційного управління. Для вирішення задач стратегічного менеджменту запропоновано використовувати теорію нечітких множин та нейронних мереж.

В роботі [23] описуються інструменти та методи аналізу та обробки інформації про кількість та якість персоналу Міністерства оборони Республіки Чехія. До недоліків зазначеного підходу слід віднести високу обчислювальну складність, неможливість оцінити адекватність та достовірність рішень, що приймаються.

В роботі [24] описуються підходи до обробки постійно оновлюваної інформації, що циркулює в соціальних інформаційних комунікаціях, а саме: активне використання методик контент-моніторингу, контент-аналізу в цьому процесі. До недоліків зазначених методик слід віднести їх велику обчислювальну складність.

В роботі [25] наведено систему ієрархічного нечіткого оцінювання факторів, що впливають на процес вирощування рису. До недоліків зазначеної методики слід віднести накопичування помилки оцінювання в зв'язку з неможливістю оцінити адекватність отриманої оцінки.

В роботі [26] проведено розробку методології визначення та оцінки стратегічного економічного потенціалу теоретико-методологічних засад формування та оцінки рівня стратегічного економічного потенціалу економічних систем. В основі зазначеної методології покладено використання методу аналізу ієрархій. До недоліків зазначеної методології слід віднести залежність отриманих результатів від компетентності експертів та висока обчислювальна складність.

В роботі [27] проведено розробку підходу визначення впливу чинників, що впливають на ефективність господарської діяльності на економіку інтегрованих структур. В основі зазначеного підходу покладено використання методу експертних оцінок. До недоліків зазначеного підходу слід віднести залежність отриманих результатів від компетентності експертів та висока обчислювальна складність.

В роботі [28] проведено розробку системного підходу з оцінки ефективності виконання стратегічного плану. В основі зазначеного системного підходу покладено використання методу експертних оцінок. До недоліків зазначеного системного підходу слід віднести залежність отриманих результатів від компетентності експертів та висока обчислювальна складність.

Проведення аналізу праць [1–28] показав, що в переважній більшості засновані на використанні загальнонаукових методів, як системний, порівняльний, структурно-функціональний аналіз, метод експертних оцінок, методологія сценарного аналізу соціально-економічних систем та теоретико-інформаційного підходу.

Спільними обмеженнями існуючих методів багатокритеріального нечіткого оцінювання альтернатив є:

- складність формування багаторівневої структури оцінювання;
- відсутність врахування сумісності нерівномірно значних показників;
- відсутність можливості спільного виконання прямої і зворотної задач оцінювання за підтримки вибору найкращих рішень.

Для створення програмних засобів підтримки прийняття рішень необхідно створення методів нечіткого оцінювання, що повинні задовольняти наступному комплексу вимог:

- можливість формування узагальненого показника оцінки та вибору рішень на основі наборів часткових показників, що змінюються з урахуванням складної багаторівневої структури оцінювання;

– можливість агрегування різнорідних показників (як кількісних, так і якісних) оцінки та вибору рішень, що розрізняються по вимірювальним шкалами та діапазонами значень;

– врахування сумісності і різної значимості часткових показників в узагальненій оцінці рішень;

– врахування різних стратегій оцінювання рішень;

– гнучке налаштування (адаптація) оціночних моделей при додаванні (виключенні) показників і зміні їх параметрів (сумісності та значущості показників);

– забезпечення можливості реалізації в рамках єдиної моделі: прямого завдання оцінювання узагальненого показника на основі часткових показників; зворотної задачі оцінювання та спільного виконання прямої і зворотної задач оцінювання.

З цією метою пропонується розробити методику, яка б дозволила оцінити інформаційно-аналітичне забезпечення стратегічного менеджменту, мала б гнучке налаштування, реалізовувала пряме та зворотнє оцінювання в рамках єдиної моделі.

3. Мета і завдання дослідження

Метою дослідження є розробка методики оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту з використанням нечіткої логіки. Це зробить можливим врахувати більшу кількість чинників, що впливають на оперативність інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту, а також мають різні одиниці виміру та природу.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

– провести розробку нечіткої оціночної моделі для створення програмних засобів підтримки вибору рішень стратегічного менеджменту;

– провести розробку алгоритму методики оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту з використанням нечіткої логіки.

4. Розробка нечіткої оціночної моделі для створення програмних засобів підтримки вибору рішень стратегічного менеджменту.

Для розробки методики нечіткого оцінювання діяльності службових осіб необхідно провести формалізацію процесу нечіткого оцінювання процесу інформаційно-аналітичного забезпечення. Зазначене авторами дослідження пропонується провести за допомогою розробки моделі нечіткого оцінювання, як складової частини методики оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту.

Нехай є безліч показників, значення яких відображають результати вимірювання/оцінки відповідних властивостей безлічі складних об'єктів або альтернатив рішень.

Всі безліч показників розбивається за рівнями ієрархії. На кожному рівні ієрархії показники утворюють підмножини, кожне з яких відповідає показнику суміжного з ним більш високого рівня ієрархії. На кожному рівні ієрархії, починаючи з другого, можуть існувати показники, що не утворюють підмножин

на більш низькому рівні (“листя”). На першому рівні ієрархії знаходиться підмножина з одного (узагальненого) показника.

Кожному показнику приписується вага. Показники, що належать одній підмножині, утворюють нечітке відношення сумісності.

Зазначена нечітка оціночна модель в формалізованому вигляді може бути представлена таким чином:

$$\left\{ \begin{array}{l} P^{(j)} = \{P_1^{(j)}, \dots, P_q^{(j)}, \dots, P_Q^{(j)}\}, j = 1, \dots, J; q = 1, \dots, Q; \\ P_q^{(j)} = \{p_{q,1}^{(j)}, \dots, p_{q,i}^{(j)}, \dots, p_{q,n_q}^{(j)}\}, i = 1, \dots, n_q; \\ p_{q,i}^{(j)} \leftrightarrow P_s^{(j+1)} = \{p_{s,1}^{(j+1)}, \dots, p_{s,m}^{(j+1)}, p_{s,n}^{(j+1)}\}, \\ j = 1, \dots, J - 1; s = 1, \dots, S, m = 1, \dots, n_s; \\ p_{q,i}^{(j)} \leftrightarrow w_{q,i}^{(j)}, j = 1, \dots, J; \\ \tilde{R}_q^{(j)} = \left\{ \left(\left(p_{q,k}^{(j)}, p_{q,l}^{(j)} \right) / c_{q,l}^{(j)} \right), j = 1, \dots, J; k, l \in \{1, \dots, n_q\} \right\}, \end{array} \right. \quad (1)$$

де J – число рівнів ієрархії моделі; Q – число підмножин показників на j -му рівні ієрархії; s – число підмножин показників на $(j+1)$ рівні ієрархії; n_q – число показників з підмножини $P_q^{(j)}$ j -го рівня ієрархії; n_s – число показників з підмножини $P_s^{(j+1)}$ $(j+1)$ рівня ієрархії віднесеного з i -тим показником $p_{q,i}^{(j)}$ з підмножини $P_q^{(j)}$ j -го рівня ієрархії; $w_{q,i}^{(j)}$ – вага показника $p_{q,i}^{(j)}$; $\tilde{R}_q^{(j)}$ – нечітке відношення сумісності між показниками підмножини $p_{q,k}^{(j)}$ та $p_{q,l}^{(j)}$ з підмножини $P_q^{(j)}$.

На рис. 1 показаний фрагмент нечіткої оціночної моделі запропонованого типу.

Зазначена нечітка оціночна модель дозволяє врахувати всі сформовані вимоги, що пред’являються до тих умов оцінки та вибору рішень і характеризуються такими властивостями:

– має гнучку ієрархічну структуру показників, що дозволяє звести завдання багатокритеріального оцінювання альтернатив до одного критерію або використовувати для вибору вектор показників. Це забезпечує можливість нечіткого представлення показників і відношень сумісності між ними, які можуть реалізувати різноманітний характер взаємозалежностей;

– дозволяє реалізувати методи прямого і зворотного нечіткого оцінювання;

– враховує різну значимість окремих показників за рахунок використання ваги показника;

– містить необхідний набір засобів формалізації для забезпечення програмної реалізації;

– дозволить мінімізувати вплив людини (експерту) на процес оцінювання стратегічної оцінювання.

Зазначена модель усуває недоліки, що властиві відомим системам оцінки, а саме:

- забезпечує отримання оцінки обстановки (об'єкту) та взаємозв'язків між ними;
- дозволяє обробляти неоднорідні данні, що мають кількісну та якісну природу;
- має необмежену розмірність моделі;
- дозволяє описати об'єкт та його взаємозв'язки, що спрощує прийняття рішення в умовах невизначенності.

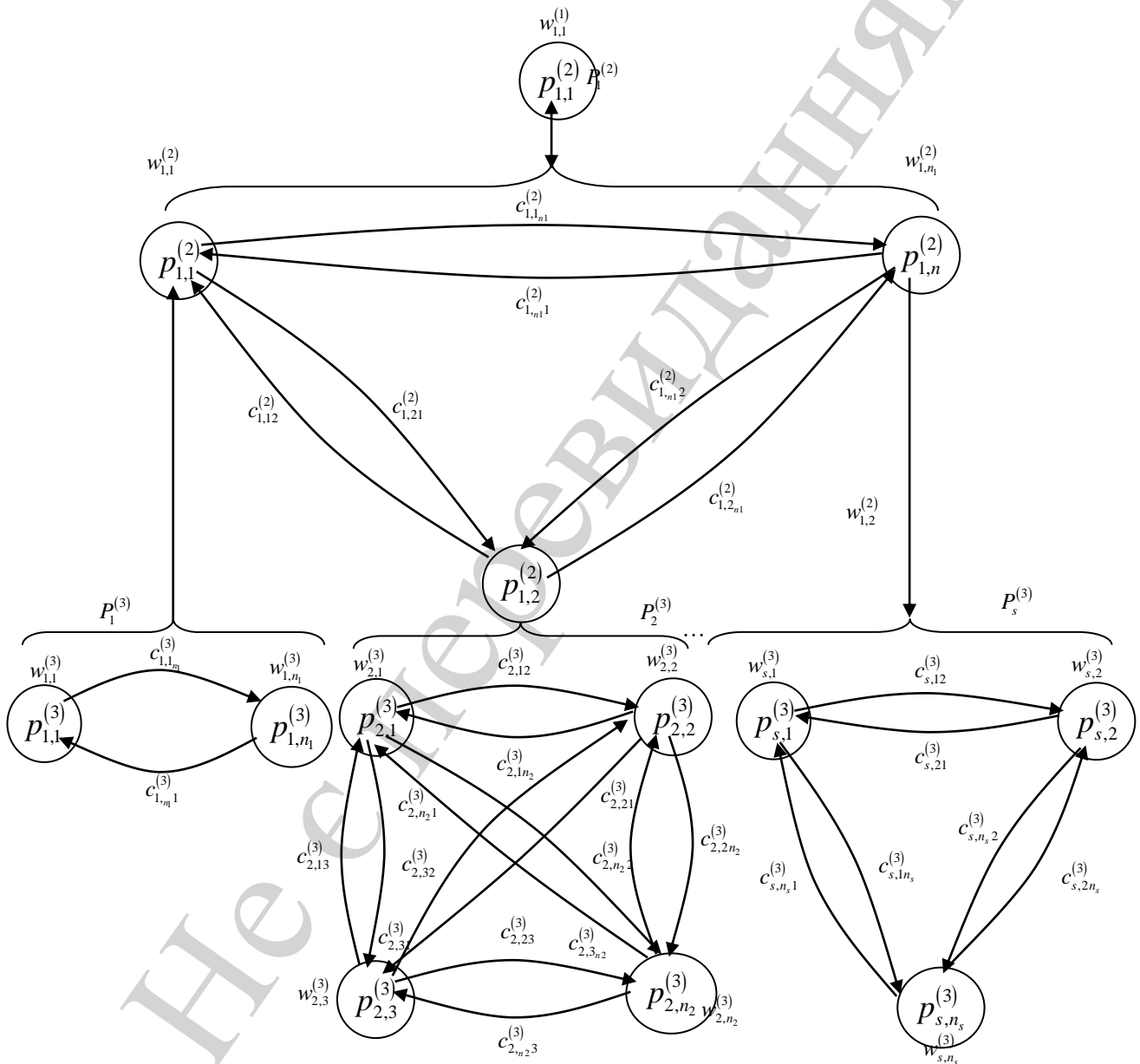


Рис. 1. Фрагмент нечіткої оціночної моделі

Враховуючи зазначене, зазначену модель доцільно використовувати як складову методики оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту з використанням нечіткої логіки.

5. Розробка алгоритму методики оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту з використанням нечіткої логіки

Методика нечіткого оцінювання діяльності службових осіб інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності службових осіб складається з наступних основних етапів (рис. 2).

Окремо хотілося б зазначити, що зазначена методика використовується на етапі оцінювання теперішнього стану об'єкту оцінки (взаємозв'язків між ними) та оцінки ефективності управлінських рішень, тобто зміни стану стану об'єкту управління.

В свою чергу в зазначеній методиці оцінюється безпосередньо теперешній стан об'єкту управління.

Початковим етапом є введення вихідних даних, а саме показників оцінки, які розроблені в [1, 26].

Етап 1. Побудова нечіткої оціночної моделі.

Етап 2. Визначення ступенів сумісності показників інформаційно-аналітичного забезпечення, що агрегуються.

Етап 3. Обґрунтування набору операцій згортки для агрегування показників інформаційно-аналітичного забезпечення.

Етап 4. Співставлення ступенів сумісності показників, що агрегуються з операціями їх згортки.

Етап 5. Задання стратегії оцінювання.

Етап 6. Розбиття нечіткого відношення сумісності на класи сумісності і вибір відповідних їм операцій згортки.

Етап 7. Модифікація нечіткого відношення сумісності.

Етап 8. Формування структури згортки показників нечіткої оціночної моделі.

Етап 9. Завдання зважених значень показників і нечітке оцінювання альтернатив.

Етап 10. Розробка рекомендацій щодо підвищення оперативності інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності службових осіб та визначення раціонального порядку їх роботи.

Розглянемо докладно етапи запропонованої методики оцінювання.

Етап 1. Побудова нечіткої оціночної моделі.

Для побудови нечіткої оціночної моделі пропонується наступний спосіб, що включає в себе:

- по-перше, створення ієрархічної структури показників оцінки;
- по-друге, визначення ваг показників на кожному рівні ієрархії моделі; по-третє, задання нечітких відносин сумісності між показниками на кожному рівні ієрархії моделі.



Рис. 2. Алгоритм реалізації методики нечіткого оцінювання діяльності службових осіб

Для створення ієрархічної структури показників оцінки необхідно вирішити наступні завдання:

– показники кожного рівня ієрархії групуються по підмножинам:

$$P^{(j)} = \{P_1^{(j)}, \dots, P_q^{(j)}, \dots, P_Q^{(j)}\}, \quad j = 1, \dots, J; \quad q = 1, \dots, Q,$$

де $P_q^{(j)}$ – q -та підмножина показників на j -му рівні ієрархії моделі; Q – число підмножин показників на j -му рівні ієрархії;

– для кожного показника $p_q^{(j)}$ j -му рівні ієрархії моделі встановлюється відповідність з підмножиною показників $P_s^{(j+1)}$ $(j+1)$ -го рівня

$$p_{q,i}^{(j)} \leftrightarrow P_s^{(j+1)} = \{p_{s,1}^{(j+1)}, \dots, p_{s,m}^{(j+1)}, \dots, p_{s,n}^{(j+1)}\},$$

$$j = 1, \dots, J - 1; \quad s = 1, \dots, S; \quad q = 1, \dots, Q; \quad m = 1, \dots, n_s,$$

де J – число рівнів ієрархії моделі; Q – число підмножин показників на j -му рівні ієрархії; S – кількість підмножин показників на $(j+1)$ -му рівні ієрархії; n_q – число показників з підмножини $P_q^{(j)}$ j -го рівня ієрархії; n_s – число показників із підмножини $P_s^{(j+1)}$ $(j+1)$ -го рівня ієрархії, співвіднесеного з i -тим показником $p_{q,i}^{(j)}$ з підмножини $P_q^{(j)}$ j -го рівня ієрархії моделі; $p_{q,i}^{(j)}$ – i -тий показник з підмножини $P_q^{(j)}$ j -го рівня ієрархії моделі.

Для створення ієрархічної структури показників можуть бути використані відомі підходи і методи аналізу складних систем, включаючи методи експертного оцінювання. Варто відзначити, що відомі підходи також можуть бути використані і для визначення значущості (ваг) усіх показників на кожному рівні ієрархії моделі:

$$p_{q,i}^{(j)} \leftrightarrow w_{q,i}^{(j)}, \quad j = 1, \dots, J; \quad q = 1, \dots, Q; \quad i = 1, \dots, n_q,$$

де $w_{q,i}^{(j)}$ – вага показника $p_{q,i}^{(j)}$.

Особливий інтерес представляє задання нечітких відносин сумісності між показниками, так як в подальшому саме ці нечіткі відносини визначають операції згортки показників в нечіткій оціночній моделі. Ці нечіткі відношення задаються між показниками з підмножин $P_q^{(j)}$ на кожному рівні ієрархії моделі:

$$\tilde{R}_q^{(j)} = \left\{ \left(\left(p_{q,k}^{(j)}, p_{q,l}^{(j)} \right) / c_{q,kl}^{(j)} \right) \right\},$$

$$j = 1, \dots, J; \quad q = 1, \dots, Q; \quad k, l \in \{1, \dots, n_q\},$$

де $\tilde{R}_q^{(j)}$ – нечітке відношення сумісності між показниками підмножини $P_q^{(j)}$, $c_{q,kl}^{(j)}$ – ступінь сумісності показників $p_{q,k}^{(j)}$ та $p_{q,l}^{(j)}$.

Залежно від особливостей розв'язуваної задачі оцінки, сумісність може трактуватися як кореляція, взаємовплив часткових показників, одночасна досяжність значень співставляємих часткових показників.

Також, на зазначеному етапі відбувається оцінка адекватності інформації, що надходить та визначається її користь.

Етап 2. Визначення ступенів сумісності показників, що агрегуються.

Для визначення ступенів сумісності часткових показників можуть використовуватися як прямі, так і непрямі методи. При використанні прямих способів значення ступенів сумісності $c_{q,kl}^{(j)} \in [0, 1]$ показників $p_{q,k}^{(j)}$ та $p_{q,l}^{(j)}$ ($k, l = 1, \dots, n$, де n – число показників) в нечіткому відношенні сумісності $\tilde{R}_q^{(j)} = \left\{ \left(\left(p_{q,k}^{(j)}, p_{q,l}^{(j)} \right) / c_{q,kl}^{(j)} \right) \right\}$ можуть бути задані безпосередньо самими експертами або отримані в результаті експериментів. Непрямі методи використовуються якщо складно безпосередньо оцінити ступінь сумісності показників.

Крім того, значення $c_{q,kl}^{(j)}$ можуть бути співставлені з критеріальними рівнями сумісності, впорядкованими в порядку зростання ступеня сумісності. Наприклад, відповідно до шкали Харрінгтона, $C = \{NC - \text{“низький рівень”}, LC - \text{“Рівень нижче середнього”}, MC - \text{“Середній рівень”}, HC - \text{“Рівень вище середнього”}, FC - \text{“Високий рівень”}\}$:

$$c_{k,l} \leftrightarrow c_u \in C = \{NC, LC, MC, HC, FC\}, \quad k, l = 1, \dots, n,$$

де u – індекс елемента множини C .

Нечіткі відношення сумісності між показниками з підмножин $P_q^{(j)}$ зручно представити у вигляді нечітких орієнтованих графів $\tilde{G}_q^{(j)}$ з нечіткими вершинами і нечіткими дугами:

$$\tilde{G}_q^{(j)} = \left(\tilde{P}_q^{(j)}, \tilde{R}_q^{(j)} \right).$$

При цьому, так як для всіх підмножин показників нечіткі відносини сумісності задаються аналогічним чином, то перейдемо в подальшому до наступного більш наочному позначенню і опису нечіткого графа сумісності показників:

$$\tilde{G} = \left(\tilde{P}, \tilde{R} \right),$$

де $\tilde{P} = \{p_i / \mu_p(p_i)\}$ – нечітка множина показників (вершин) $p_i \in P$, $i \in \{1, \dots, n\}$; $\mu_p(p_i) \in [0, 1]$ – ступінь належності до базової множини для показника p_i ; $\tilde{R} = \{((p_k, p_l) / c_{kl})\}$, $k, l = 1, \dots, n$, – нечітка множина орієнтованих дуг, причому кожна дуга (p_k, p_l) співставлень відповідному рівню сумісності $c_{kl} \in [0, 1]$ показників p_k та p_l .

Нечітке представлення показників дозволяє використовувати для їх оцінки розвинений апарат теорії нечітких множин і чисел. Представлення ж ступеню сумісності між показниками на основі нечітких відносин сумісності дозволяє застосовувати для їх аналізу підходи і методи теорії нечітких відносин.

Для випадку, коли складно безпосередньо оцінити ступень сумісності показників, пропонується спосіб, заснований на попарному порівнянні всіх показників оцінки і заповненні, так званих, таблиць сполучення між лінгвістичними значеннями цих показників (табл. 1).

Число рядків і стовпців в таблицях сполучуваності для кожної пари показників відповідають лінгвістичним градаціям їх оцінок. На перетині рядка та стовпця ставиться символ «+», якщо можливо відповідне поєднання значень для показників, сумісних з вказаною ступенем. В іншому випадку ставиться символ «-». Частка символів «+» в табл. 1 визначає ступінь сумісності одного показника з іншим.

У разі великої кількості показників для більш точного визначення ступеня їх сумісності, слід збільшити число градацій на лінгвістичних шкалах.

Для оцінки сумісності n показників експертом заповнюються $\frac{n!}{(n-2)!}$ таблиць сполучення.

Таблиця 1
Приклад таблиці сполучення

Середній рівень	Оперативність					
		Дуже погано	Погано	Середньо	Добре	Відмінно
Достовірність	Дуже погано	+	+	+	+	+
	Погано	+	+	+	+	-
	Середньо	+	+	+	-	-
	Добре	+	+	-	-	-
	Відмінно	+	-	-	-	-
Рівень вище середнього	Достовірність					
		Дуже погано	Погано	Середньо	Добре	Відмінно
Оперативність	Дуже погано	+	+	+	+	+
	Погано	+	+	+	+	+
	Середньо	+	+	+	+	+
	Добре	+	+	+	+	-
	Відмінно	+	+	+	-	-

Етап 3. Обґрунтування набору операцій для агрегування показників.

У роботах [1–12] сформульовані вимоги до розроблюваних нечітких моделей оцінювання, що розроблюються, а також до методів прямого і зворотного нечіткого оцінювання на їх основі для підтримки та прийняття рішень. Ці вимоги багато в чому обумовлені вибором операцій згортки і способом їх зіставлення зі ступенем сумісності показників, що агрегуються.

Також, виходячи з сформованих вимог до мінімізації витрат ресурсів і часу для підготовки до проведення оцінки передбачається використання нечітких аналітичних згорток замість FIS (Fuzzy Interface System)-моделей. Це обумовлено, в тому числі, складністю налаштування і використання FIS-моделей як при прямому, так і при зворотному нечіткому оцінюванні альтернатив.

При оцінці і виборі альтернатив рішень особа, що приймає рішення може керуватися різними стратегіями, екстремальними варіантами яких є: досягнення найнижчого значення з усіх показників або досягнення максимального значення хоча б по одному з показників. Для двомісного випадку цим екстремальним стратегіям відповідають такі операції згортки показників p_k та p_l : $\min(p_k, p_l)$ та $\max(p_k, p_l)$. Для визначення ступеня компромісності двомісних операцій згортки пропонується використовувати параметр $\theta \in [0, 1]$. При цьому, чим менше значення параметра θ , тим менше ступінь компромісності показників p_l та p_k . Значення параметра θ будемо обчислювати відповідно до виразу:

$$\theta = \frac{v - v_{\min}}{v_{\max} - v_{\min}}.$$

де v – значення “об’єму” під поверхнею функції, утвореної в результаті застосування відповідної операції згортки; а v_{\min} та v_{\max} – в результаті операцій $\min(p_k, p_l)$ та $\max(p_k, p_l)$, відповідно.

Проведений аналіз найбільш поширених двомісних операцій згортки, які мають зазначеними вище властивостями [2–7, 17], і для цих операцій визначені значення параметра θ . У табл. 2 представлені операції згортки, що задовольняють зазначеним вимогам в порядку зростання значення параметра θ .

З табл. 2 можна зробити висновок, що для екстремальних стратегій оцінювання значення параметра $\theta=0$ відповідає операції згортки $\min(p_k, p_l)$, $\theta=1$ – операції згортки $\max(p_k, p_l)$. Іншими операціями згортки відповідають значення параметра $0 < \theta < 1$.

При побудові моделей оцінки можуть зустрічатися ситуації, коли для декількох (більше двох) показників ступеня їх сумісності (або критеріальних рівнів їх сумісності) збігаються.

Для отримання узагальненої оцінки потрібно послідовно попарно згорнути ці показники з використанням однієї і тієї ж операції. У цьому випадку на результат оцінки впливає наявність властивості асоціативності операції, що за-

стосовується. Відповідно необхідно врахувати вимогу властивості асоціативності для операцій згортки.

Подальший же аналіз використання асоціативних операцій згортки дозволяє зробити висновок про недоцільність використання операції

$\frac{p_k p_l}{1 - p_k - p_l + 2p_k p_l}$ для запропонованої моделі через істотне збільшення невідзначеності при зворотному нечіткому оцінюванні.

Таблиця 2

Операції згортки які доцільно використовувати

№ з/п	Операція згортки показників p_k та p_l	Значення параметра θ
1	$\min(p_k, p_l)$	0,0
2	$\text{med}(p_k, p_l; 0,25)$	0,16
3	$\frac{2p_k p_l}{p_k + p_l}$	0,23
4	$\sqrt{p_k p_l}$	0,33
5	$\text{med}(p_k, p_l; 0,5)$	0,5
6	$\frac{\min(p_k, p_l)}{1 - p_k - p_l }$	0,5
7	$\frac{p_k + p_l}{2}$	0,5
8	$\frac{p_k + p_l - p_k p_l}{1 + p_k + p_l - 2p_k p_l}$	0,5
9	$\frac{\max(x, y)}{1 + x - y }$	0,5
10	$\frac{p_k p_l}{1 - p_k - p_l + 2p_k p_l}$	0,5
11	$1 - \sqrt{(1 - p_k)(1 - p_l)}$	0,67
12	$\text{med}(p_k, p_l; 0,75)$	0,84
13	$\max(p_k, p_l)$	1,0

Решта операції згортки задовольняють всім висунутим вимогам і складають набір операцій для зіставлення зі ступенями сумісного вартості показників (табл. 3).

Таблиця 3

Обґрунтований набір операцій згортки

№ з/п	Операція згортки показників p_k та p_l	Значення параметра θ
1	$\min(p_k, p_l)$	0,0
2	$\text{med}(p_k, p_l; 0,25)$	0,16
3	$\text{med}(p_k, p_l; 0,5)$	0,5
4	$\text{med}(p_k, p_l; 0,75)$	0,84
5	$\max(p_k, p_l)$	1,0

Етап 4. Зіставлення ступенів сумісності показників, що агрегуються з операціями їх згортки.

Можна відзначити, що три операції з відібраних на попередньому етапі операцій згортки є, по суті, варіантами однієї і тієї ж параметризованої операції med з різними значеннями параметра. Ця особливість використовується для запропонованого способу зіставлення ступенів сумісності показників з операціями їх згортки.

Для зіставлення ступенів сумісності показників, що агрегуються з операціями згортки, як правило, використовуються прямі способи безпосереднього встановлення експертом такої відповідності.

Однак з обґрунтованого на попередньому етапі набору операцій можна зробити висновок, що вся безліч компромісних стратегій забезпечує параметризоване сімейство операцій згорток типу:

$$\text{med}(p_k, p_l; \alpha), \quad k, l \in \{1, \dots, n\}, \quad \alpha \in [0, 1].$$

Причому, значення параметра θ можуть використовувати ступені сумісності показників, що агрегуються p_k та p_l . Для ілюстрації зазначеного на рис. 3 представлена залежність θ від α .

Також значення параметра α операції згортки $\text{med}(p_l, p_k, \alpha)$ можуть бути зіставлені з критеріальним рівнями сумісності показників. У табл. 4 наведено приклад такого зіставлення.

Етап 5. Визначення стратегії оцінювання.

Стратегія оцінювання визначається виходячи з переваг особи, що приймає рішення, а також особливостей об'єктів оцінки і полягає в завданні:

- по-перше, порядку огляду ступенів сумісності показників, що обумовлює порядок агрегування показників в моделі;
- по-друге, процедури перерахунку ступенів сумісності показників при їх послідовній згортці.

Можуть бути задані дві основні стратегії нечіткого оцінювання:

- від найменш сумісних показників до найбільш сумісних показників;
- від найбільш сумісних показників до найменш сумісних показників.

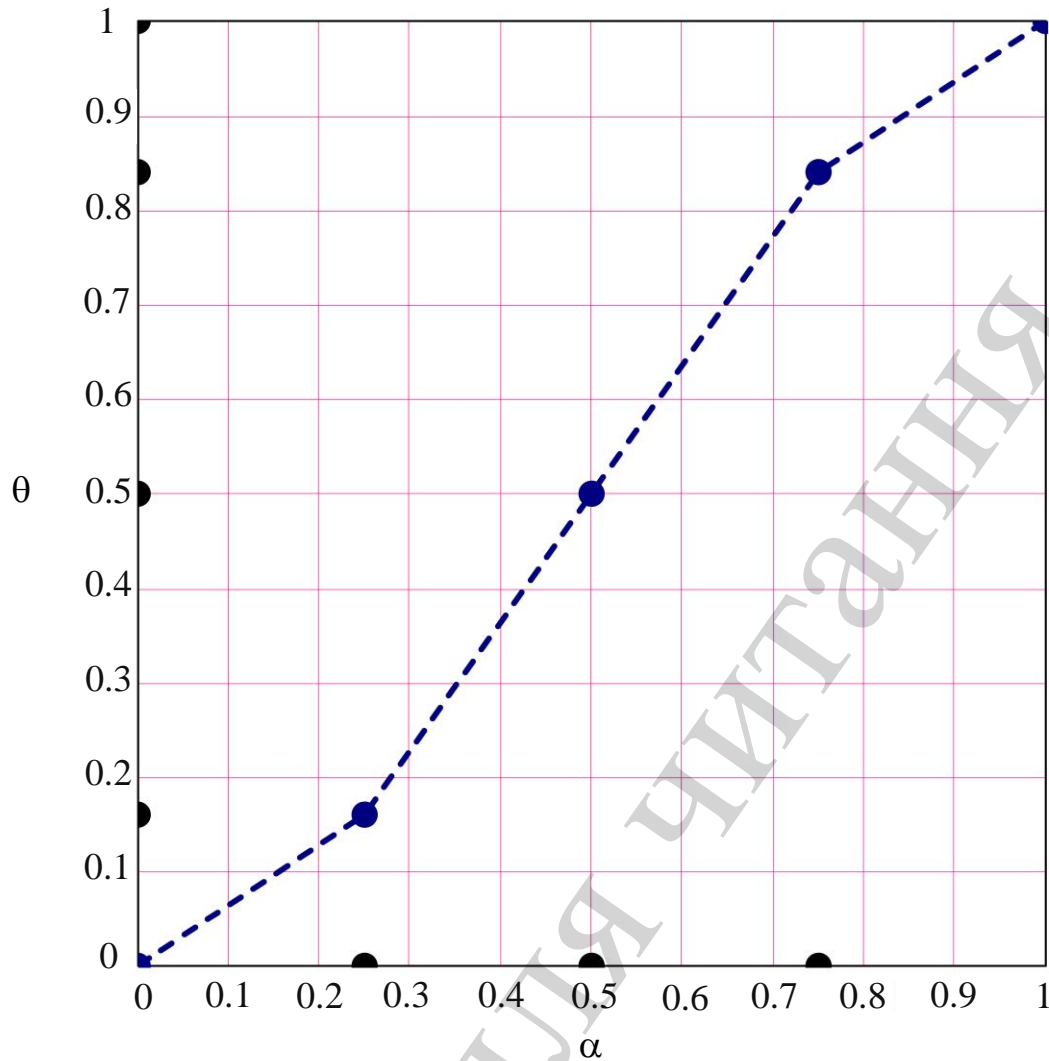


Рис. 3. Графік залежності θ від α для операції згортки $\text{med}(p_l, p_k, \alpha)$

Таблиця 4

Зіставлення значень параметра операції згортки $\text{med}(p_l, p_k, \alpha)$ з критеріальними рівнями сумісності показників

№ з/п	Операція згортки показників p_k та p_l	Критеріальні рівні сумісності показників p_l и p_k	
		Позначення	Опис
1	$\text{med}(p_k, p_l; 0, 0)$	NC	Низький рівень
2	$\text{med}(p_k, p_l; 0, 25)$	LC	Рівень нижче середнього
3	$\text{med}(p_k, p_l; 0, 5)$	MC	Середній рівень
4	$\text{med}(p_k, p_l; 0, 75)$	HC	Рівень вище середнього
5	$\text{med}(p_k, p_l; 1, 0)$	FC	Високий рівень

Причому, стратегія оцінювання може задаватися як для всієї моделі, так і окремо для кожної з підмножин показників.

Етап 6. Розбиття нечіткого відношення сумісності на класи сумісності та вибір відповідних їм операцій згортки.

Розглянемо випадок стратегії оцінювання від найменш сумісних показників до найбільш сумісних показників.

Нечітке відношення сумісності показників може бути розбите на так звані класи сумісності щодо критеріальних рівнів сумісності.

На рис. 4, 5 показано, що нечітке відношення сумісності \tilde{R} щодо критеріального рівня NC – “Відсутність сумісності” може бути розділене два класи сумісності.

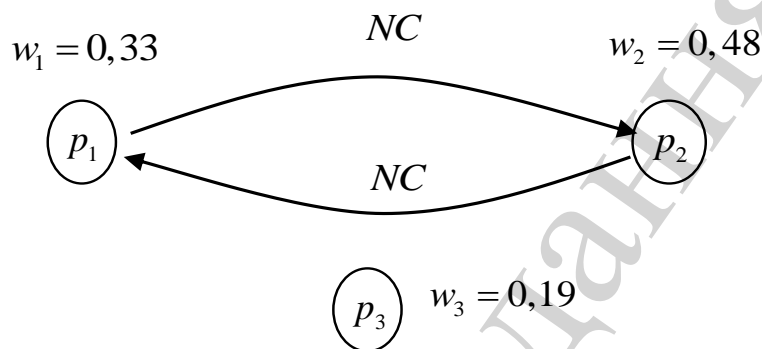


Рис. 4. Класи сумісності нечіткого відношення сумісності

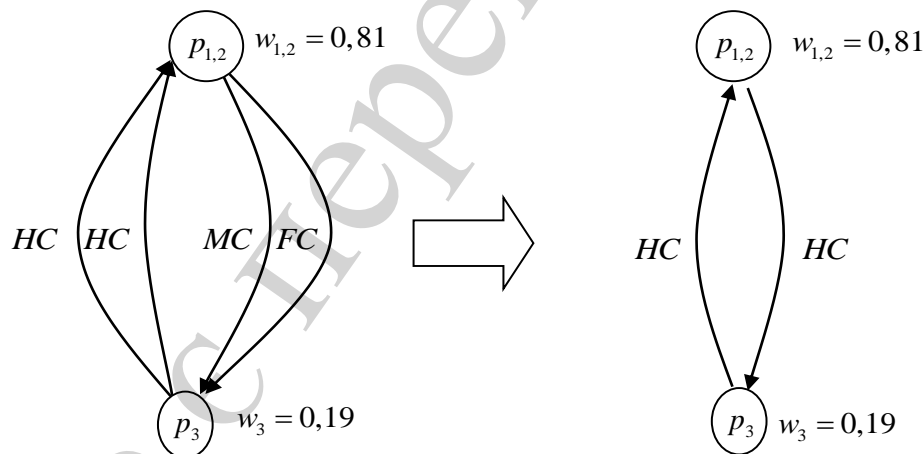


Рис. 5. Приклад модифікації нечіткого відношення сумісності

Для агрегування показників всередині одного класу сумісності показників використовується одна і та ж операція, відповідна заданому критеріальному рівню. І порядок згортки показників всередині одного класу не важливий. Для розглянутого випадку показники p_1 та p_2 , що агрегуються з використанням операції $\text{med}(p_1, p_2; 0, 0)$ або операції $\text{min}(p_1, p_2)$.

Етап 7. Модифікація нечіткого відношення сумісності.

Після згортки показників потрібно виконати модифікацію нечіткого відношення сумісності і зміна ступенів (рівнів) сумісності показників з урахуванням нового агрегованого показника $p_{1,2}$ вага якого буде рівна сумі ваг агрегованих показників (рис. 5).

Етап 8. Формування структури згортки показників.

Етапи 6 і 7 повторюються на всіх рівнях ієрархії нечіткої оціночної моделі, починаючи з нижнього, а на кожному рівні ієрархії – для всіх підмножин показників.

В результаті формується структура згортки показників в наступному вигляді:

$$h^*(p_1, \dots, p_n) = h_u \left(h_y \left(\dots \left(h_t(p_1, p_2), \dots \right), p_{n-1} \right) p_n \right).$$

де t, y, u – індекси операції згортки, що відповідає різним рівням узгодженості показників.

Етап 9. Задання зважених значень показників і нечітке оцінювання альтернатив.

На даному етапі для кожної з оцінюваних альтернатив $A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_m\}$ задаються значення всіх показників $\{p_1, \dots, p_i, \dots, p_n\}$ нижнього рівня ієрархії моделі.

Нечітке значення показника p_i альтернативи a_i в загальному випадку може бути представлено у вигляді нечіткої множини (числа) $p_i = \left\{ \left(p_i / \mu_{\tilde{p}_i}(p_i) \right) \right\}$ даного на $p_i \in [0, 1]$ значеннями функції належності $\mu_{\tilde{p}_i}(p_i) \in [0, 1]$. В окремому випадку значення показника p_i альтернативи a_i може бути представлено чітким значенням $p_i(a_j) \in [0, 1]$. Надалі, якщо не обумовлено зворотнє, будемо використовувати чіткі значення показників. Безпосередньо перед початком прямого нечіткого оцінювання потрібно врахувати різну значимість показників. Процедура обліку значимості показників виконується перед згорткою для кожної пари показників p_k та p_l у відповідності з наступними виразами:

$$p'_k = p_k + (p_k - p_l) \cdot (w_k - \max(w_k, w_l)),$$

$$p'_l = p_l + (p_l - p_k) \cdot (w_l - \max(w_k, w_l)).$$

У разі рівного розподілу ваг, оцінки за показниками не змінюються, якщо вага одного показника менше ваги іншого, то відбувається коригування значення показника з меншою вагою, з урахуванням різниці між значеннями і вагами показників.

Етап 10. Розробка рекомендацій щодо підвищення оперативності інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності службових осіб та визначення раціонального порядку їх роботи.

При вирішенні будь-якої задачі, в тому числі виконання заходів організації стратегічного менеджменту, головним критерієм ефективності роботи є здатність виконати поставлені завдання за встановлений час.

При плануванні заходів стратегічного менеджменту керівник і посадові особи керуються певними правилами, застосовують різні прийоми і способи, які взаємопов'язані між собою і характеризуються відносно чіткою постановкою вирішуваних завдань або виконуваних робіт та регламентацією часу виконання робіт. Ухвалення рішення на використання сил і засобів в ході організації (планування) стратегічного менеджменту може здійснюватися на основі суб'єктивного (інтуїтивного, неформального) підходу [1].

Одним із шляхів вирішення даної задачі є підвищення оперативності роботи посадових осіб в прийнятому циклі управління [1].

До показників оперативності відносяться [1, 26]:

– математичне очікування часу управління M_T ;

– ймовірність завершення циклу управління в заданий час P_y .

При цьому в якості математичного очікування часу управління приймається тривалість критичного шляху в прийнятому циклі T_k , а ймовірність завершення циклу управління в заданий час визначається за формулою [1]

$$P_y = \frac{1}{2} \left[1 + \Phi \left(\frac{T_{dir} - T_k}{\sigma_y} \right) \right], \quad (2)$$

де T_{dir} – директивний час закінчення циклу управління; Φ – приведена функція Лапласа; σ_y – середньоквадратичне відхилення часу виконання робіт посадовими особами організації.

Цільова функція вибору раціонального порядку роботи посадових осіб має вигляд [27].

$$U = \min \{ M_T \}, \text{ при } S = \text{const}, M_T < T_{red}, \quad (3)$$

де S – склад сил та засобів; T_{red} – час від отримання завдання до готовності до його виконання.

Підвищення оперативності в роботі посадових осіб можливо за рахунок визначення раціонального обсягу і послідовності виконання робіт по етапах планування, перерозподілу виконуваних заходів між етапами з орієнтацією на пріоритетну підготовку даних. Отже доцільного розподілити роботи між виконавцями і призначення обґрунтованих строків їх виконання [1, 26, 27].

Відповідно до складу посадових осіб і даними моделювання роботи розподіляються між посадовими особами. Розподіл обов'язків здійснюється таким чином, щоб забезпечувалося виконання вимог про мінімізації часу управління (вираз (2)), рівномірності завантаження виконавців і своєчасності завершення циклу управління.

Коефіцієнти, що оцінюють завантаження посадових осіб (K_n), розраховуються за формулою

$$K_n = \frac{t_n}{T_{\max}^n},$$

де t_n – сумарні витрати часу кожної посадової особи; T_{\max}^n – максимальна тривалість виконання усього комплексу робіт посадовими особами.

При відмінності коефіцієнтів завантаження посадових осіб між собою не більше 5 % можна вважати, що варіант розподілу робіт між ними є раціональним. В іншому випадку доцільно зробити перерозподіл робіт між посадовими особами.

Ймовірність завершення циклу управління у встановлені терміни визначається відповідно до виразу (3). Розподіл обов'язків посадових осіб в кожному циклі управління має бути таким, щоб з ймовірністю $P_y=0,9$ математичне очікування часу завершення прийнятих циклів управління не перевершувало заданої величини. При виконанні перерахованих умов порядок роботи може вважатися раціональним і прийнятий за основу в практичній роботі.

6. Обговорення результатів з розробки методики оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту з використанням нечіткої логіки

Запропоновано методику оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту з використанням нечіткої логіки. Проведено моделювання роботи запропонованої методики в програмному середовищі MathCad 14.

Проведено розробку нечіткої оціночної моделі для створення програмних засобів підтримки вибору рішень стратегічного менеджменту. Перевага зазначеної моделі полягає в тому, що вона виконана у вигляді дерева ієрархії, що робить її універсальною для опису усіх типів об'єктів аналізу (декомпозиції), дозволяє описати не тільки сам об'єкт, але й його зв'язки з іншими об'єктами, за допомогою як якісних, так і кількісних показників оцінювання.

Також, в ході проведеного дослідження авторами було розроблено алгоритм методики оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту з використанням нечіткої логіки, графічне представлення якого наведено на рис. 2. Окремо хотілося б звернути увагу на те, що в зазначеному алгоритмі відбувається обґрунтування операцій згортки (дія 3) та реалізовано визначення стратегії оцінювання (дія 5). Зазначена особливість дозволяє використовувати його для вирішення широкого кола завдань.

Для оцінки ефективності розробленої методики оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту виконано її порівняльну оцінку з найбільш популярними програмними продуктами для управління підприємствами (стратегічного менеджменту):

- ARIS Business Performance Edition (IDS Scheer AG, Німеччина);
- IBM WebSphere Business Modeler (IBM, США);

- System21 Aurora (Campbell Lee Computer Services Limited, Великобританія);
- SAP Strategic Enterprise Management (SAP, Німеччина);
- Hyperion Performance Scorecard (Oracle, США),
- CA ERWin Process Modeler (CA, США).

Для порівняльної оцінки було виконано оцінку реального стану компанії. В якості об'єкту дослідження використовувалося ТОВ "Еверест Лімітед" (м. Київ, Україна).

Результати оцінки реального стану компанії наведені в табл. 5, в якій представлені нормовані результати оцінки.

Таблиця 5

Порівняння обчислювальної складності програмного забезпечення та розробленої методики для оцінювання реального стану компанії

№ п/п	Назва програмного засобу	Кількість обчислень	Розроблена методика (за кількістю обчислень)
1	ARIS Business Performance Edition (IDS Scheer AG)	67000	58960
2	IBM WebSphere Business Modeler (IBM)	64500	58760
3	System21 Aurora (Campbell Lee Computer Services Limited)	57000	48450
4	SAP Strategic Enterprise Management (SAP)	39830	35847
5	Hyperion Performance Scorecard (Oracle)	46200	40194
6	CA ERWin Process Modeler (CA)	43050	37023

Як видно з табл. 5, перевага зазначеної методики у порівнянні з відомими полягає в зменшенні обчислювальної складності, що в свою чергу підвищує оперативність прийняття стратегічних рішень відносно об'єкту управління.

Основними перевагами запропонованої методики оцінки є:

- має гнучку ієрархічну структуру показників, що дозволяє звести завдання багатокритеріального оцінювання альтернатив до одного критерію або використовувати для вибору вектор показників;
- однозначність отриманої оцінки стану інформаційно-аналітичного забезпечення;
- широка сфера використання (системи підтримки та прийняття рішень);
- простота математичних розрахунків;
- можливість адаптації системи показників в ході роботи;
- можливість синтезу оптимальної структури системи підтримки та прийняття рішення.

До недоліків запропонованої методики слід віднести:

- втрата інформативності при оцінюванні стану інформаційно-аналітичного забезпечення за рахунок побудови функції належності. Зазначена втрата інформативності може бути зменшена за рахунок вибору типу функції належності при практичній реалізація запропонованої методики в системах

підтримки та прийняття рішень. Вибір типу функції належності залежить від обчислювальних ресурсів конкретного електронно-обчислювального засобу.

- менша точність оцінювання по окремо взятому параметру оцінки стану інформаційно-аналітичного забезпечення;

- менша точність оцінювання у порівнянні з іншими методами оцінки.

Зазначена методика дозволить:

- провести оцінку стану інформаційно-аналітичного забезпечення;

- визначити ефективні заходи для підвищення ефективності інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту;

- підвищити швидкість оцінки стану інформаційно-аналітичного забезпечення;

- зменшити використання обчислювальних ресурсів систем підтримки та прийняття рішень.

- виробити заходи, що спрямовані на підвищення ефективності інформаційно-аналітичного забезпечення.

За результатами проведеного аналізу ефективності запропонованої методики видно, що її обчислювальна складність на 10–15 % менше, у порівнянні з методиками, що використовуються для оцінки ефективності прийнятих рішень, які представлені в табл. 5.

Зазначене дослідження є подальшим розвитком досліджень проведеними авторами, що спрямовані на розробку методологічних засад підвищення ефективності інформаційно-аналітичного забезпечення, що опубліковані вже раніше [28–31].

Напрямки подальших досліджень слід спрямувати на зменшення обчислювальних витрат при обробці різнотипних даних в системах спеціального призначення.

7. Висновки

1. Запропоновано нечітку оціночну модель для створення програмних засобів підтримки вибору рішень стратегічного менеджменту. Сутність зазначеної нечіткої оціночної моделі для створення програмних засобів підтримки вибору рішень стратегічного менеджменту полягає в тому, що об'єкт оцінки представляється у вигляді древа ієрархії.

Зазначена модель усуває недоліки, що властиві відомим системам оцінки, а саме:

- забезпечує отримання оцінки обстановки (об'єкту) та взаємозв'язків між ними;

- дозволяє обробляти неоднорідні данні, що мають кількісну та якісну природу;

- має необмежену розмірність моделі;

- дозволяє описати об'єкт та його взаємозв'язки, що спрощує прийняття рішення в умовах невизначеності.

Враховуючи зазначене, модель доцільно використовувати як складову методики оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту з використанням нечіткої логіки.

2. В зазначеному дослідженні авторами проведено розробку алгоритму методики оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту з використанням нечіткої логіки. Новизною зазначеного алгоритму є обґрунтування операцій згортки в залежності від варіанту оцінювання та реалізовано вибір стратегії оцінювання, що дозволяє використовувати його для вирішення широкого кола завдань. Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що на їх основі було проведено розробку практичних рекомендацій щодо підвищення рівня оперативності інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності службових осіб.

Отже, розробка методики оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного менеджменту з використанням нечіткої логіки дозволяє виконувати обробку більшої кількості інформації та має помірну обчислювальну складність вважаємо досягнутою.

Подяки

Авторський колектив висловлює подяку за надання допомоги:

Доктору технічних наук, професору Кувшинову Олексію Вікторовичу – заступнику начальника навчально-наукового інституту Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського.

Доктору технічних наук, професору Ротштейну Олександр Петровичу – професору Ієрусалимського політехнічного інституту – Махон Лев.

Кандидату технічних наук, доценту Башкирову Олександр Миколайовичу – провідному науковому співробітнику Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України.

Література

1. Родионов, М. А. (2010). Информационно-аналитическое обеспечение управленческих решений. Москва, 400.
2. Roy, B. (1996). Multicriteria methodology for decision aiding. Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2500-1>
3. Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill, 287.
4. Bellman, R. E., Zadeh, L. A. (1970). Decision-Making in a Fuzzy Environment. Management Science, 17 (4), 141–164. doi: <https://doi.org/10.1287/mnsc.17.4.b141>
5. Mamdani, E. H., Assilian, S. (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. International Journal of Man-Machine Studies, 7 (1), 1–13. doi: [https://doi.org/10.1016/s0020-7373\(75\)80002-2](https://doi.org/10.1016/s0020-7373(75)80002-2)
6. Sugeno, M. (1985). Industrial applications of fuzzy control. Elsevier Science Pub. Co., 269.
7. Fuller, R. (1995). Neural Fuzzy Systems. Publishing House: Abo Akademi University, 348.
8. Onykiy, B., Artamonov, A., Ananieva, A., Tretyakov, E., Pronicheva, L., Ionkina, K., Suslina, A. (2016). Agent Technologies for Polythematic Organizations

Information-Analytical Support. *Procedia Computer Science*, 88, 336–340. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.445>

9. Manea, E., Di Carlo, D., Depellegrin, D., Agardy, T., Gissi, E. (2019). Multidimensional assessment of supporting ecosystem services for marine spatial planning of the Adriatic Sea. *Ecological Indicators*, 101, 821–837. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.017>

10. Xing, W., Goggins, S., Introne, J. (2018). Quantifying the Effect of Informational Support on Membership Retention in Online Communities through Large-Scale Data Analytics. *Computers in Human Behavior*, 86, 227–234. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.04.042>

11. Ko, Y.-C., Fujita, H. (2019). An evidential analytics for buried information in big data samples: Case study of semiconductor manufacturing. *Information Sciences*, 486, 190–203. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.01.079>

12. Çavdar, A. B., Ferhatosmanoğlu, N. (2018). Airline customer lifetime value estimation using data analytics supported by social network information. *Journal of Air Transport Management*, 67, 19–33. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.10.007>

13. Ballester-Caudet, A., Campíns-Falcó, P., Pérez, B., Sancho, R., Lorente, M., Sastre, G., González, C. (2019). A new tool for evaluating and/or selecting analytical methods: Summarizing the information in a hexagon. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 118, 538–547. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.06.015>

14. Ramaji, I. J., Memari, A. M. (2018). Interpretation of structural analytical models from the coordination view in building information models. *Automation in Construction*, 90, 117–133. doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.025>

15. Pérez-González, C. J., Colebrook, M., Roda-García, J. L., Rosa-Remedios, C. B. (2019). Developing a data analytics platform to support decision making in emergency and security management. *Expert Systems with Applications*, 120, 167–184. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.11.023>

16. Chen, H. (2018). Evaluation of Personalized Service Level for Library Information Management Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *Procedia Computer Science*, 131, 952–958. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.233>

17. Chan, H. K., Sun, X., Chung, S.-H. (2019). When should fuzzy analytic hierarchy process be used instead of analytic hierarchy process? *Decision Support Systems*, 125, 113114. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2019.113114>

18. Osman, A. M. S. (2019). A novel big data analytics framework for smart cities. *Future Generation Computer Systems*, 91, 620–633. doi: <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.06.046>

19. Gödri, I., Kardos, C., Pfeiffer, A., Váncza, J. (2019). Data analytics-based decision support workflow for high-mix low-volume production systems. *CIRP Annals*, 68 (1), 471–474. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2019.04.001>

20. Harding, J. L. (2013). Data quality in the integration and analysis of data from multiple sources: some research challenges. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-2/W1, 59–63. doi: <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-xl-2-w1-59-2013>

21. Рыбак, В. А., Ахмад, Ш. (2016). Аналитический обзор и сравнение существующих технологий поддержки принятия решений. Системный анализ и прикладная информатика, 3, 12–18.
22. Родионов, М. А. (2014). Проблемы информационно-аналитического обеспечения современного стратегического менеджмента. Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации, 202, 65–69.
23. Bednář, Z. (2018). Information Support of Human Resources Management in Sector of Defense. *Vojenské rozhledy*, 27 (1), 45–68.
24. Пальчук, В. (2017). Сучасні особливості розвитку методів контент-моніторингу і контент-аналізу інформаційних потоків. Наукові праці Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського, 48, 506–526.
25. Mir, S. A., Padma, T. (2016). Evaluation and prioritization of rice production practices and constraints under temperate climatic conditions using Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14 (4), e0909. doi: <https://doi.org/10.5424/sjar/2016144-8699>
26. Ключин, В. В. (2014). Теоретико-методологические основы формирования и оценки уровня стратегического экономического потенциала экономических систем. *Современные технологии управления*, 12 (48). URL: <https://sovman.ru/article/4805/>
27. Богомолова, И. П., Омельченко, О. М. (2014). Анализ влияния факторов эффективности хозяйственной деятельности на экономику интегрированных структур. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, 3, 157–162.
28. Sherafat, A., Yavari, K., Davoodi, S. M. R. (2014). Evaluation of the Strategy Management Implementation in Project-Oriented Service Organizations. *Acta Universitatis Danubius*, 10 (1), 16–25.
29. Алейников, І. В. (2018). Аналіз факторів, що впливають на оперативність процесу збору, обробки і передачі інформації про противника під час підготовки та ведення оборонної операції оперативного угруповання військ. XVIII науково-технічної конференції “Створення та модернізація озброєння і військової техніки в сучасних умовах”. Чернігів, 38.
30. Алейников, І. В., Животовський, Р. М. (2018). Удосконалення інформаційно-аналітичного забезпечення за рахунок формування інтегрованої інформаційної системи управління військами. Збірник матеріалів VI міжнародної науково-практичної конференції “Проблеми координації воєнно-технічної та оборонно-промислової політики в Україні. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки”. Київ, 165–166.
31. Kalantaievska, S., Pievtsov, H., Kuvshynov, O., Shyshatskyi, A., Yarosh, S., Gatsenko, S. et. al. (2018). Method of integral estimation of channel state in the multiantenna radio communication systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (9 (95)), 60–76. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.144085>