Розвиток та застосування Повітряних Сил, інших видів Збройних Сил України, удосконалення їх системи управління

УДК 623.615.5 DOI: 10.30748/nitps.2019.36.01

І.В. Алєйников

Національний університет оборони України ім. І. Черняховського, Київ

МЕТОДИКА НЕЧІТКОГО ОЦІНЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ СЛУЖБОВИХ ОСІБ ОСНОВНОГО КОМАНДНОГО ПУНКТУ ОПЕРАТИВНО ТАКТИЧНОГО УГРУПОВАННЯ ВІЙСЬК В ОБОРОННІЙ ОПЕРАЦІЇ

В даний час активно розвиваються програмні системи підтримки вибору рішень. 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, неточності, неповноти і неузгодженості вихідних даних, необхідність врахування різноякісних параметрів, що змінюються динамічно. В ході проведеного в дослідженні аналізу інформаційно-аналітичного забезпечення встановлено, що вони мають ряд суттєвих недоліків, а саме: 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. Наукова новизна запропонованої методики полягає в тому, що запропоновано нечіткі оціночні моделі, що входять до складу запропонованої методики, для створення програмних засобів підтримки вибору рішень, враховують ієрархічну структуру, взаємну сумісність і різну значимість оцінюваних показників.

Ключові слова: *інформаційно-аналітичне забезпечення, оперативно-тактичне угруповання військ, штучний інтелект, нечітке оцінювання, математичні моделі, пряме нечітке оцінювання, багатопараметричність, нечітка логіка.*

Вступ

Під час проведення оборонної операції оперативно-тактичного угруповання (ОТУВ) військ особливої уваги заслуговує саме процес інформаційно-аналітичного забезпечення (ІАЗ) діяльності посадових осіб основного командного пункту (ОКП).

В інформаційно-аналітичному центрі отримана інформація аналізується, фіксується, оцінюється, розподіляється за призначенням та використовується для інформування службових осіб ОКП ОТУВ.

Дані обстановки в ході операції (бойових дій) узагальнюються та оновлюються в середньому кожні 4–6 годин.

За досвідом ведення бойових дій на Сході України та проведення різноманітних навчань органів управління (штабів) встановлено те, що посадовими особами органів управління незалежно від ланки управління оброблюється біля 2–3 % отриманої інформації, що негативно впливає на якість прийняття рішення.

Отже для цього потрібно провести удосконалення процесу ІАЗ ОКП ОТУВ.

В даний час активно розвиваються програмні системи підтримки вибору рішень, що дозволять підвищити ефективність інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності службових осіб ОКП ОТУВ.

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, неточності, неповноти і неузгодженості вихідних даних, необхідність врахування різноякісних параметрів, що змінюються динамічно.

В таких умовах важливого значення набуває розробка методів багатокритеріального оцінювання складних об’єктів і альтернатив рішень, якими і є ОКП ОТУВ.

Розвитку теорії і методів багатокритеріальних систем підтримки вибору рішень присвячені роботи таких авторів, як О.І. Ларічев, А.Н. Катула, А.Б. Петровський, Н.А. Северцев, Е.А. Трахтенгерц, А.І. Орлов, О.С. Вентцель, R.L. Keeney, H. Raiffa, B. Roy, T.L. Saaty, K.P. Kearns та інші [1–15].

© Алєйников І.В., 2019

Необхідність врахування невизначеності при вирішенні задач багатокритеріального оцінювання і підтримки вибору альтернатив під час інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності службових осіб ОКП ОТУВ є обґрунтуванням використання методів і моделей теорії нечітких множин і нечіткої логіки для підвищення оперативності діяльності службових осіб ОКП ОТУВ.

В рамках даного напрямку створення методів і моделей підтримки вибору рішень присвячені роботи таких дослідників, як А.Е. Алтунін, І.З. Батиршін, Л.С. Берштейн, А.Н. Борисов, С.Я. Коровін, О.А. Крумберг, А.Н. Меліхов, Д.А. Поспєлов, М.В. Семухін, В.Б. Сілов, R. Bellman, E. Mamdani, M. Sugeno, D. Dubuis, H. Prade, J.C. Bezdek, J.L. Castro, A. Kaufmann, H. Larsen, T. Takagi, T. Terano, Y. Tsukamoto, R. Yager, L.A. Zadeh та інші [4–18].

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 змінюючих наборів часткових показників з урахуванням складної багаторівневої структури оцінювання;

можливість агрегування різнорідних показників (як кількісних, так і якісних) оцінки та вибору рішень, що розрізняються по вимірювальним шкалам, 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 або виключення показників і зміні їх параметрів (сумісності та значущості показників);

забезпечення можливості реалізації в рамках єдиної моделі: по-перше, прямого завдання оцінювання (згортки) узагальненого показника на основі часткових показників; по-друге, зворотної задачі оцінювання (розгортки) часткових показників при заданому значенні узагальненого показника; по-третє, спільного виконання прямої і зворотної задач оцінювання за підтримки вибору найкращих рішень.

Зважаючи на зазначене, ***метою зазначеної статті*** є розробка методики нечіткого оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності службових осіб ОКП ОТУВ для вирішення наступних завдань:

збільшення кількості інформації, що спроможні обробити службові особи ОКП ОТУВ;

підвищити достовірність прийняття рішення службовими особами ОКП ОТУВ;

оцінки альтернатив рішень в ході інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності службових осіб ОКП ОТУВ;

ранжування і порівняльної оцінки множини рішень;

обґрунтування стратегій оцінювань обраних рішень;

визначення значень (діапазонів значень) часткових показників рішень за заданим значенням (діапазонами значень) узагальненого показника;

пошуку рішень (значень або діапазонів значень) часткових показників, що забезпечують необхідні значення або діапазони значень узагальненого показника (з фіксацією і без фіксації значень або діапазонів значень підмножини часткових показників); пошуку найкращих рішень (значень або діапазонів значень) часткових показників, що забезпечують необхідні значення або діапазони значень узагальненого показника (з фіксацією і без фіксації значень або діапазонів значень підмножини часткових показників).

Виклад основного матеріалу дослідження

Для розробки методики нечіткого оцінювання діяльності службових осіб ОКП ОТУВ необхідно провести формалізацію процесу нечіткого оцінювання процесу інформаційно-аналітичного забезпечення. Зазначене можливо провести за допомогою розробки моделі нечіткого оцінювання.

У загальному вигляді задача побудови нечітких оціночних моделей для підвищення оперативності інформаційно-аналітичного забезпечення ставиться таким чином. Нехай є безліч показників, значення яких відображають результати вимірювання/оцінки відповідних властивостей безлічі складних об’єктів або альтернатив рішень.

Потрібно побудувати нечітку оціночну модель з урахуванням багаторівневої структури оцінювання, різної значимості показників, а також нечітких відносин сумісності між показниками на кожному рівні ієрархії моделі.

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:

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

де J — число рівнів ієрархії моделі; Q – число підмножин показників на j-му рівні ієрархії; S – число 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 з підмножини $P_s^{(j+1)}$ $(j+1)$-го рівня ієрархії віднесеного з i-м 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;

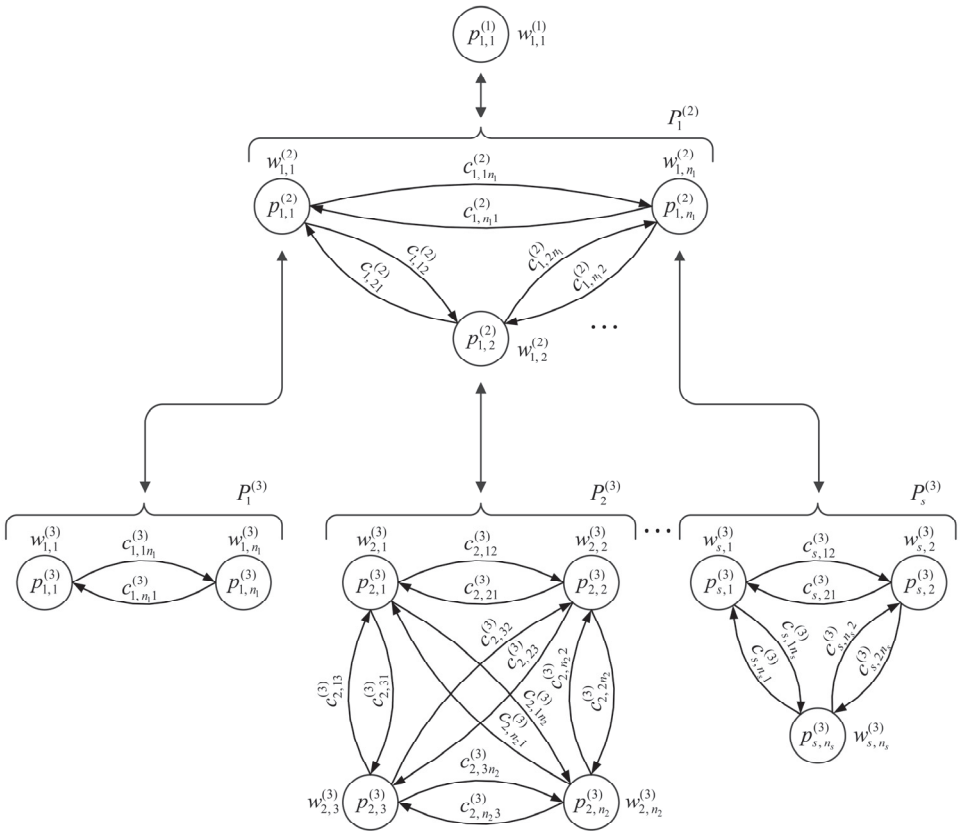

Рис. 1. Фрагмент нечіткої оціночної моделі

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.

Методика нечіткого оцінювання діяльності службових осіб інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності службових осіб основного командного пункту оперативно тактичного угруповання військ в оборонній операції складається з наступних основних етапів (рис. 2).

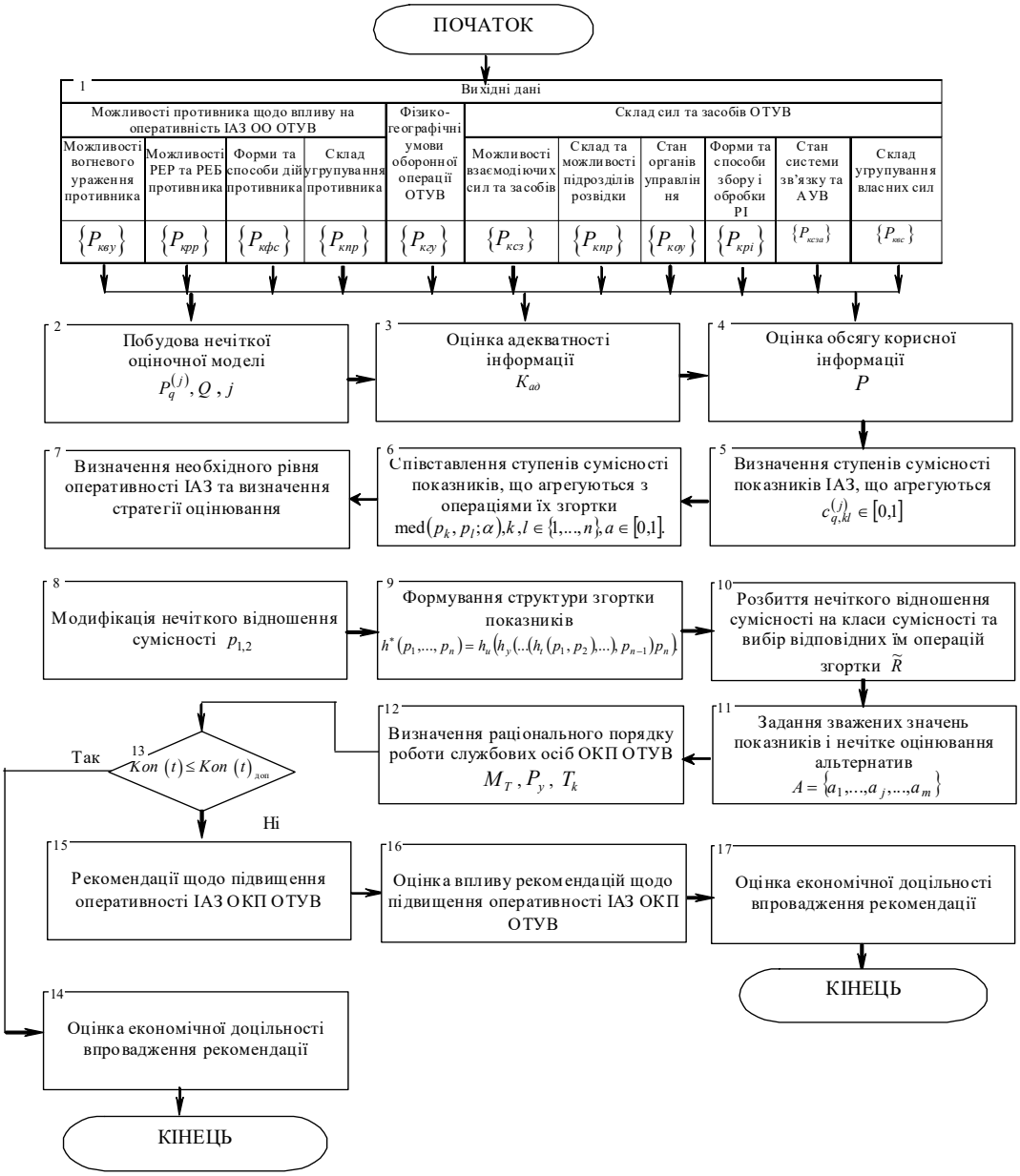

Рис. 2. Алгоритм реалізації методики нечіткого оцінювання діяльності службових осіб ІАЗ ОКП ОТУВ в оборонній операції

Початковим етапом є введення вихідних даних, а саме показників оцінки, які розроблені в [20].

Етап 1. Побудова нечіткої оціночної моделі.

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

Етап 3. Обґрунтування набору операцій згорток 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. Визначення раціонального порядку роботи службових осіб ОКП ОТУВ.

Етап 11. Розробка рекомендацій щодо підвищення оперативності інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності службових осіб ОКП ОТУВ.

Етап 12. Оцінка економічної доцільності впровадження рекомендацій щодо підвищення оперативності інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності службових осіб ОКП ОТУВ.

Розглянемо докладно етапи запропонованої методики нечіткого оцінювання.

Етап 1. Побудова нечіткої оціночної моделі (дії 1–3 на рис. 2)

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.

Для створення ієрархічної структури показників оцінки необхідно вирішити наступні завдання:

показники кожного рівня ієрархії групуються по підмножинам:

$$P^{(j)} = \left\{ P_1^{(j)}, ..., P_q^{(j)}, ..., P_Q^{(j)} \right\}, j = 1, ..., J; q = 1, ..., Q,$$

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

$$p_{q,i}^{(j)} \leftrightarrow P_s^{(j+1)} = \left\{ p_{s,1}^{(j+1)}, ..., p_{s,m}^{(j+1)}, ..., p_{s,n}^{(j+1)} \right\},$$
$$j = 1, ..., J-1; s = 1, ..., S; q = 1, ..., Q; m = 1, ..., n_s,$$

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-м показником $p_{q,i}^{(j)}$ з підмножини $P_q^{(j)}$ j-го рівня ієрархії моделі; $p_{q,i}^{(j)}$ – i-й 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:

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

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:

$$\tilde{R}_q^{(j)} = \left\{ \left(\left(p_{q,k}^{(j)}, p_{q,l}^{(j)} \right) \Big/ c_{q,kl}^{(j)} \right) \right\},$$
$$j = 1, ..., J; q = 1, ..., Q; k, l \in \left\{ 1, ..., n_q \right\},$$

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 (дії 5–6 на рис. 2)

Для визначення ступенів сумісності часткових показників можуть використовуватися як прямі, так і непрямі методи. При використанні прямих способів значення ступенів сумісності $c_{q,kl}^{(j)} \in [0,1]$ показ-

ників $p_{q,k}^{(j)}$ та $p_{q,l}^{(j)}$ ($k,l=1,...,n$, де n – число показників) в нечіткому відношенні сумісності $\tilde{R}_q^{(j)}=\left\{\left(\left(p_{q,k}^{(j)},p_{q,l}^{(j)}\right)\Big/c_{q,kl}^{(j)}\right)\right\}$ 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 – "низький рівень", LC – "Рівень нижче середнього", MC – "Середній рівень", HC – "Рівень вище середнього", FC – "Високий рівень"}:

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

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 $\tilde{P}=\left\{p_i/\mu_p\left(p_i\right)\right\}$ – нечітка множина показників (вершин) $p_i\in P,\ i\in\{1,...,n\};\mu_p\left(p_i\right)\in[0,1]$ – ступінь належності до базової множини для показника p_i; $\tilde{R}=\left\{\left(\left(p_k,p_i\right)/c_{kl}\right)\right\},k,l=1,...,n$ – нечітка множина орієнтованих дуг, причому кожна дуга $\left(p_k,p_l\right)$ 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 градаціях 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 таблиці 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					
Достовірність		Дуже погано	Погано	Середньо	Добре	Відмінно
	Дуже погано	+	+	+	+	+
	Погано	+	+	+	+	-
	Середньо	+	+	+	-	-
	Добре	+	+	-	-	-
	Відмінно	+	-	-	-	-
Рівень вище середнього	Достовірність					
Оперативність		Дуже погано	Погано	Середньо	Добре	Відмінно
	Дуже погано	+	+	+	+	+
	Погано	+	+	+	+	+
	Середньо	+	+	+	+	+
	Добре	+	+	+	+	-
	Відмінно	+	+	+	-	-

Етап 3. Обґрунтування набору операцій для агрегування показників

У роботах [3–12] сформульовані вимоги до розроблюваних нечітких моделей оцінювання, що розроблюються, а також до методів прямого і зворотного нечіткого оцінювання на їх основі для підтримки вибору 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.

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 [10; 12], 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 $0 < \theta < 1$. На рис. 3 показаний приклад поверхні, утвореної в результаті застосування операції згортки $\frac{p_k + p_l}{2}$ для розрахунку значення параметра θ.

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

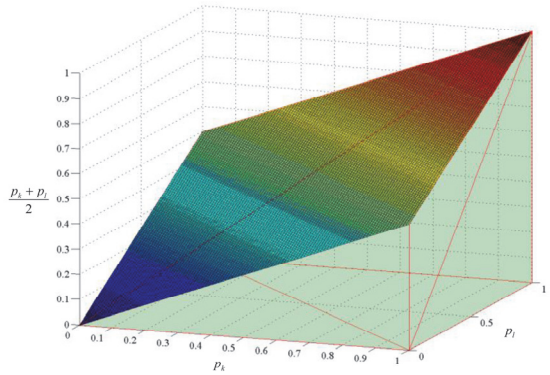

Рис. 3. Поверхня, що утворена в результаті використання згортки $\frac{p_k + p_l}{2}$

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 застосовується.

Подальший же аналіз використання асоціативних операцій згортки дозволяє зробити висновок про недоцільність використання операції $\frac{p_k p_l}{1 - p_k - p_l + 2 p_k p_l}$ для запропонованої моделі через істотне збільшення невизначеності при зворотному нечіткому оцінюванні.

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

Етап 4. Зіставлення ступенів сумісності показників, що агрегуються з операціями їх згортки (дія 6 на рис. 2)

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.

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

Таблиця 2

Операції згортки які доцільно використовувати [10; 12]

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

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	$med(p_k, p_l; 0,25)$	0,16
3	$med(p_k, p_l; 0,5)$	0,5
4	$med(p_k, p_l; 0,75)$	0,84
5	$\max(p_k, p_l)$	1,0

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

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

Причому, значення параметра θ можуть використовувати ступені сумісності показників, що агрегуються p_k та p_l. Для ілюстрації зазначеного на рис. 4 представлена залежність θ від α.

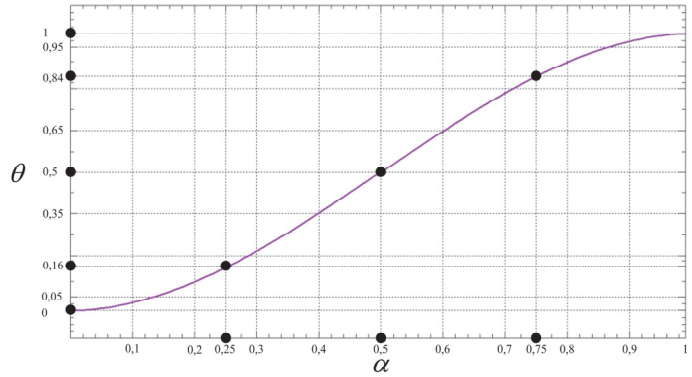

Рис. 4. Графік залежності θ від α для операції згортки $med(p_l, p_k, \alpha)$

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.

Таблиця 4

Зіставлення значень параметра операції згортки $med\left(p_l, p_k, \alpha\right)$ з критеріальними рівнями сумісності показників

№ з/п	Операція згортки показників p_k та p_l	Критеріальні рівні сумісності показників p_l та p_k	
		Позначення	Опис
1	$med\left(p_k, p_l; 0,0\right)$	NC	Низький рівень
2	$med\left(p_k, p_l; 0,25\right)$	LC	Рівень нижче середнього
3	$med\left(p_k, p_l; 0,5\right)$	MC	Середній рівень
4	$med\left(p_k, p_l; 0,75\right)$	HC	Рівень вище середнього
5	$med\left(p_k, p_l; 1,0\right)$	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 (дія 10 на рис. 2)

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.

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 $med\left(p_1, p_2; 0,0\right)$ або операції $\min\left(p_1, p_2\right)$.

Етап 7. Модифікація нечіткого відношення сумісності (дія 8 на рис. 2).

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.

Етап 8. Формування структури згортки показників (дія 9 на рис. 2)

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:

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

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

Етап 9. Задання зважених значень показників і нечітке оцінювання альтернатив

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

Нечітке значення показника p_i альтернативи a_i в загальному випадку може бути представлено у вигляді нечіткої множини (числа) $p_i = \left\{\left(p_i / \mu_{\tilde{p}_i}\left(p_i\right)\right)\right\}$ даного на $p_i \in \left[0,1\right]$ значеннями функції належності $\mu_{\tilde{p}}\left(p_i\right) \in \left[0,1\right]$. В окремому випадку значення показника p_i альтернативи a_i може бути представлено чітким значенням $p_i\left(a_j\right) \in \left[0,1\right]$. 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_∂ у відповідності з наступними виразами:

$$p_k^{'} = p_k + \left(p_k - p_l\right) \cdot \left(w_k - \max\left(w_k, w_l\right)\right),$$

$$p_l^{'} = p_l + \left(p_l - p_k\right) \cdot \left(w_l - \max\left(w_k, w_l\right)\right).$$

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. Визначення раціонального порядку роботи службових осіб ОКП ОТУВ (дія 12 на рис. 2).

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

При організації бойових дій (планування операції) командувач і штаб ОТУВ керуються певними правилами, застосовують різні прийоми і способи, які взаємопов'язані між собою і характеризуються відносно чіткою постановкою вирішуваних завдань або виконуваних робіт; регламентацією часу вико-

нання робіт; можливістю залучення конкретного складу виконавців; впорядкованістю робіт щодо послідовності проведення. Ухвалення рішення на використання сил і засобів штабу об'єднання в ході організації бойових дій може здійснюватися на основі суб'єктивного (інтуїтивного, неформального) підходу або в результаті використання спеціального математичного апарату, що описує закономірності розвитку тієї або іншій ситуації [20].

Одним із шляхів вирішення даної задачі є підвищення оперативності роботи штабу в прийнятому циклі управління [20].

До показників оперативності відносяться [20]:

математичне сподівання часу управління M_T;

ймовірність завершення циклу управління в заданий час P_y.

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

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

де $T_{дир}$ – директивний час закінчення циклу управління; Φ – приведена функція Лапласа; σ_y – середньоквадратичне відхилення часу виконання робіт службових осіб щодо організації бойових дій.

Цільова функція вибору раціонального порядку роботи штабу об'єднання по організації бойових дій має вигляд [8]:

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

де S – склад сил та засобів ОТУВ; $T_{отр}$ – час від отримання бойового завдання до готовності до бойових дій.

При сучасному стані засобів автоматизації управління підвищення оперативності в роботі штабу ОТУВ при організації бойових дій можливо за рахунок визначення раціонального обсягу і послідовності виконання робіт по етапах планування бойових дій, перерозподілу виконуваних заходів між етапами роботи з орієнтацією на пріоритетну підготовку даних, необхідних для прийняття рішення, що є вихідними для роботи взаємодіючих органів управління. Отже доцільно розподілити роботи між виконавцями і призначення обґрунтованих строків їх виконання [14].

Відповідно до складу штабу ОТУВ 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 штабу (K_n), розраховуються за формулою

$$K_n = \frac{t_n}{T^n_{\max}},$$

де t_n – сумарні витрати часу кожного виконавця; $T^n_{\max}$ – максимальна тривалість виконання усього комплексу робіт виконавцями.

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

Імовірність завершення циклу управління у встановлені терміни визначається відповідно до виразу (3). Розподіл обов'язків посадових осіб штабу ОТУВ в кожному циклі управління має бути таким, щоб з ймовірністю P_y = 0,9 (відповідно що ставляться до оцінки надійності систем військового призначення) математичне сподівання часу завершення прийнятих циклів керування не перевершувало заданої величини. При виконанні перерахованих умов порядок роботи штабу ОТУВ може вважатися раціональним і прийнятий за основу в практичній роботі.

Висновки

Наукова новизна зазначеного дослідження полягає в наступному.

1. Запропоновано нечіткі оціночні моделі, що входять до складу запропонованої методики, для створення програмних засобів підтримки вибору рішень, враховують ієрархічну структуру, взаємну сумісність і різну значимість оцінюваних показників.

2. Розроблено методику нечіткого оцінювання, орієнтовану на програмну реалізацію розширених можливостей запропонованих нечітких оціночних моделей з урахуванням різного характеру агрегування і взаємовпливу показників, що оцінюються, вибору операцій згортки і стратегій оцінювання.

3. Практична цінність запропонованої методики полягає в тому, що на її основі було проведено розробку практичних рекомендації щодо підвищення рівня оперативності інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності службових осіб основного командного пункту в оборонній операції оперативно-тактичного угруповання військ.

Напрямком подальших досліджень слід вважати розробку удосконаленої методики нечіткого оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності службових осіб основного командного пункту оперативно тактичного угруповання військ в оборонній операції.

Список літератури

1. Ларичев О.И. Системы поддержки выбора решений: современное состояние и перспективы развития / О.И. Ларичев, А.Б. Петровский // Итоги науки и техники. – М.: ВИНИТИ, 1987. – Т. 21. – 323 с.

2. Ларичев О.И. Качественные методы принятия решений / О.И. Ларичев, Е.М. Мошкевич. – М.: Наука, 1996. – 401 с.

3. Катулев А.Н. Математические методы в системах поддержки выбора решений / А.Н. Катулев, Н.А. Северцев. – М: Высшая школа, 2005. – 311 с.

4. Петровский А.Б. Теория принятия решений / А.Б. Петровский. – М.: Издательский центр "Академия", 2009. – 398 с.

5. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений / Э.А. Трахтенгерц. – М.: СИНТЕГ, 1998. – 468 с.

6. Кини Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р.Л. Кини, Х. Райфа. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.

7. Roy B. Multicriteria methodology for decision aiding / B. Roy. – Kluwer Academic Publishers, Dodrecht, 1996. – 223 p.

8. Saaty T.L. The Analytic Hierarchy Process, Planning, Piority Setting, Resource Allocation / T.L. Saaty. – McGraw-Hill, New York, 1980. – 287 p.

9. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / А.Н. Аверкин, И.З. Батыршин, А.Ф. Блишун, В.Б. Силов, В.Б. Тарасов; под. ред. Д.А. Поспелова. – М.: Наука, 1986. – 312 с.

10. Мелихов А.Н. Ситуационные советующие системы с нечёткой логикой / А.Н. Мелихов, Л.С. Бернштейн, С.Я. Коровин. – М.: Наука, 1990. – 440 с.

11. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьева и др. – 1989. – 304 с.

12. Поспелов Д.А. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Д.А. Поспелов. – М.: Наука, Физ. мат. лит., 1986. – 312 с.

13. Bellman R.E. Decision-making in fuzzy environment / R.E. Bellman, L.A. Zadeh // Management Science. – 1970. – Vol. 17, No. 4. – P. 141-164.

14. Mamdani E.H. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller / E.H. Mamdani, S. Assilian // Int. J. of Man-Machine Studies. – 1975. – Vol. 7, No. 1. – P. 1-13.

15. Sugeno M. Industrial applications of fuzzy control / M. Sugeno. – Elsevier Science Pub. Co., 1985. – 269 p.

16. Дюбуа Д. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике / Д. Дюбуа, А. Прад. – М.: Радио и связь, 1990. – 288 с.

17. Takagi T. Fuzzy identification of systems and its application to mod-eling and control / T. Takagi, M. Sugeno // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. – 1985. – Vol. 15, No. 1. – P. 116-132.

18. Ягер Р. Множества уровня для оценки принадлежности нечетких подмножеств / Р. Ягер // Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения: Пер.с англ.; под ред. Р.Р. Ягера. – М.: Радио и связь, 1986. – С. 71-78.

19. Zadeh L.A. Fuzzy sets / L.A. Zadeh // Information and Control. – 1965. – Vol. 8. – P. 338-353.

20. Гаценко С.С. Аналіз існуючого стану автоматизованих систем управління військами Збройних Сил України та шляхи їх удосконалення / С.С. Гаценко // Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень НУОУ ім. Івана Черняховського. – 2015. – № 2(54). – С. 85-90.

References

1. Larichev, O.I. and Petrovskiy, A.B. (1987), "Sistemy podderzhki vybora resheniy: sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya" [Decision support systems: current state and development prospects], *Results of science and technology*, Vol. 21, 323 p.

2. Larichev, O.I. and Moshkevich, Ye.M. (1996), "*Kachestvennyye metody prinyatiya resheniy*" [*Qualitative decision making methods*], Science, Moscow, 401 p.

3. Katulev, A.N. and Severtsev, N.A. (2005), "*Matematicheskiye metody v sistemakh podderzhki vybora resheniy*" [*Mathematical methods in decision support systems*], High school, Moscow, 311 p.

4. Petrovskiy, A.B. (2009), "*Teoriya prinyatiya resheniy*" [*Decision making theory*], Publishing Center "Academy", Moscow, 398 p.

5. Trakhtengerts, E.A. (1998), "*Komp'yuternaya podderzhka prinyatiya resheniy*" [*Computer decision support*], SINTEG, Moscow, 468 p.

6. Kini, R.L. and Rayfa, K.H. (1981), "*Prinyatiye resheniy pri mnogikh kriteriyakh: predpochteniya i zameshcheniya*" [*Decision-making with many criteria: preferences and substitutions*], Radio and communication, Moscow, 560 p.

7. Roy, B. (1996), *Multicriteria methodology for decision aiding*, Kluwer Academic Publishers, Dodrecht, 223 p.

8. Saaty, T.L. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, *Planning, Piority Setting, Resource Allocation*, McGraw-Hill, New York, 287 p.

9. Averkin, A.N., Batyrshin, I.Z., Blishun, A.F., Silov, V.B. and Tarasov, V.B. (1986), "*Nechetkiye mnozhestva v modelyakh upravleniya i iskusstvennogo intellekta*" [*Fuzzy sets in models of control and artificial intelligence*], Science, Moscow, 312 p.

10. Melikhov, A.N., Bernstein, L.S. and Korovin, S.Ya. (1990), "*Situatsionnyye sovetuyushchiye sistemy s nechotkoy logikoy*" [*Situational advising systems with fuzzy logic*], Science, Moscow, 440 p.

11. Borisov, A.N., Alekseev, A.V. and Merkurieva, G.V. (1989), "*Obrabotka nechetkoy informatsii v sistemakh prinyatiya resheniy*" [*Processing of fuzzy information in decision-making systems*], 304 p.

12. Pospelov, D.A. (1986), "*Nechetkiye mnozhestva v modelyakh upravleniya i iskusstvennogo intellekta*" [*Fuzzy sets in control and artificial intelligence models*], Science, Moscow, 312 p.

13. Bellman, R.E. and Zadeh, L.A. (1970), Decision-making in fuzzy environment, *Management Science*, Vol. 17, No. 4, pp. 141-164.

14. Mamdani, E.H. and Assilian, S. (1975), An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller, *Int. J. of Man-Machine Studies*, Vol. 7, No. 1, pp. 1-13.

15. Sugeno, M. (1985), *Industrial applications of fuzzy control,* Elsevier Science Pub. Co., 269 p.

16. Dubois, D. and Prades, A. (1990), "*Teoriya vozmozhnostey. Prilozheniya k predstavleniyu znaniy v informatike*" [*Theory of Opportunities. Applications to the representation of knowledge in computer science*], Radio and communication, Moscow, 288 p.

17. Takagi, T. and Sugeno, M. (1985), Fuzzy identification of systems and its application to mod-eling and control*, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 15, No. 1, pp. 116-132.

18. Yager, R. (1986), "Mnozhestva urovnya dlya otsenki prinadlezhnosti nechetkikh podmnozhestv" [Level sets for assessing the belonging of fuzzy subsets], "*Nechetkye mnozhestva y teoryja vozmozhnostej. Poslednye dostyzhenyja*" [*Fuzzy sets and the theory of possibilities. Recent Achievements*], Radio and communication, Moscow, pp. 71-78.

19. Zadeh, L.A. (1965), Fuzzy sets, *Information and Control*, Vol. 8, pp. 338-353.

20. Hatsenko, S.S. (2015), "Analiz isnuyuchoho stanu avtomatyzovanykh system upravlinnya viys'kamy Zbroynykh Syl Ukrayiny ta shlyakhy yikh udoskonalennya" [Analysis of the current state of the automated control systems of the Armed Forces of Ukraine and ways of their improvement], *Collection of scientific works of the Center for military-strategic research of the National Academy of Sciences of Ukraine. Ivan Chernyakhovsky*, No. 2(54), pp. 85-90.

Надійшла до редколегії 10.05.2019
Схвалена до друку 16.07.2019

Відомості про автора:

Алєйников Ігор Валерійович
ад'юнкт інституту державного військового управління
Національного університету оборони України
ім. І. Черняховського,
Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-1670-9829

Information about the author:

Ihor Alieinykov
Doctoral Student of the Institute of State Military
Management of the National Defense University
of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky,
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-1670-9829

МЕТОДИКА НЕЧЕТКОГО ОЦЕНИВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ ОСНОВНОГО КОМАНДНОГО ПУНКТА ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКОЙ ГРУППИРОВКИ ВОЙСК В ОБОРОНИТЕЛЬНОЙ ОПЕРАЦИИ

И.В. Алейников

В настоящее время активно развиваются программные системы поддержки принятия решений. Среди факторов, которые стимулируют развитие этого класса программных систем, можно отметить повышение роли их использования для решения слабо структурированных и трудно формализованных задач в условиях неопределенности, неточности, неполноты и несогласованности исходных данных, необходимость учета разнокачественных параметров, которые изменяются динамически. Проведена разработка методики нечеткого оценивания для оценки информационно-аналитического обеспечения деятельности должностных лиц основного командного пункта оперативно-тактической группировки войск. Научная новизна предложенной методики заключается в том, что предложены нечеткие оценочные модели, входящие в состав предложенной методики для создания программных средств поддержки выбора решений, учитывающих иерархическую структуру, взаимную совместимость и разную значимость оцениваемых показателей.

Ключевые слова: *информационно-аналитическое обеспечение оперативно-тактические группировки войск, искусственный интеллект, нечеткое оценивания, математические модели, прямое нечеткое оценивания, нечеткая логика.*

METHOD OF FUZZY EVALUATION OF INFORMATION AND ANALYTICAL PROVISION OF ACTIVITY OF THE OFFICIALS OF THE MAIN COMMAND POINT OF OPERATIVE TACTICAL STRUCTURE OF THE WAR IN A DEFENSE OPERATION

I. Alieinykov

At present, software solutions to support decision-making are actively developing. Among the factors that stimulate the development of this class of software systems, it is possible to note an increase in the role of their use for solving weakly structured and difficult formalized tasks in the conditions of uncertainty, inaccuracy, incompleteness and inconsistency of output data, the need to take into account variably variable parameters that change dynamically. In such conditions, the development of methods for multi-criteria evaluation of complex objects and alternatives to solutions for increasing the effectiveness of information and analytical support for the officials of the main command post of the operational-tactical grouping of troops is of great importance. In the course of the analysis carried out in the analysis of information and analytical support found that there are a number of significant drawbacks, namely: the complexity of the formation of a multilevel structure of evaluation; the lack of consideration of compatibility of unevenly significant indicators; the lack of joint execution of direct and reverse evaluation tasks with the support of choosing the best solutions. It is precisely in order to overcome these shortcomings, in this research a fuzzy assessment methodology was developed to assess the information and analytical support of the officers of the main command post of the operational-tactical grouping of troops. To achieve this goal, the main provisions of the methods of artificial intelligence, complex technical systems, fuzzy logic and multi-parameter and multi-criteria optimization were used. The scientific novelty of the proposed methodology is that fuzzy estimation models that are part of the proposed methodology are proposed to create software tools for choosing solutions, taking into account the hierarchical structure, mutual compatibility and different meanings of the evaluated indicators.

Keywords: *information and analytical support, operative-tactical grouping of troops, artificial intelligence, fuzzy estimation, mathematical models, direct unclear estimation, multiparameter, fuzzy logic.*