

Метод оцінювання ефективності рішень в системах підтримки прийняття рішень для оперативно-чергових служб.

У статті розглядаються відомі методи оцінювання ефективності рішень, аналізується можливість їх використання в системах підтримки прийняття рішень для оперативно-чергових служб та пропонується метод оцінювання ефективності рішень, який дозволяє підвищити ефективність остаточного рішення.

Вступ. Більшість існуючих на сьогоднішній день систем підтримки прийняття рішень (СППР) орієнтовані на відносно вузьке коло задач [1], наприклад, Essbase, DecisionSuite та інші. Зазвичай, СППР видає користувачу рекомендації щодо оптимальних рішень задач. Вона розпізнає поточні ситуації, тобто шукає в базі моделей найбільш адекватні та пропонує їх особі, що приймає рішення (ОПР). Після цього ОПР, використовуючи базу знань, виконує відповідну процедуру прийняття рішень. Таким чином, саме ОПР на основі аналізу проблеми уточнює свої переваги та обирає найбільш ефективне рішення. Для здійснення вибору рішення ОПР повинна оцінити ефективність запропонованих СППР рішень за обраними критеріями. Для підвищення ефективності остаточного рішення ОПР при створенні СППР необхідно забезпечити інформаційно-аналітичну підтримку вибору рішення – а саме створити модуль, який забезпечить можливість вирішення вищевказаних задач за рахунок оцінювання ефективності рішень. На сьогоднішній день системами підтримки прийняття рішень з таким модулем є деякі програмні продукти фірми SAS Institute.

Аналіз відомих алгоритмів та методів пошуку ефективних рішень показує ряд їх переваг та недоліків [2]. При їх використанні в конкретних системах доводиться не тільки враховувати суперечливі вимоги по забезпеченню швидкості та точності вибору, але й характер самих задач. Це означає, що навіть для однотипних задач при різних вхідних даних ефективність різних рішень буде неоднакова.

В даній статті представлено метод оцінювання ефективності рішень в системах підтримки прийняття рішень для оперативно-чергових служб (СППР ОЧС).

Характеристика предметної області. Оперативний черговий (ОЧ) оперативно-чергової служби (ОЧС) за своїми функційними обов'язками є особою, що приймає рішення. Суть його роботи полягає в прийнятті сигналів про виняткові ситуації, попередній оцінці ситуації і визначенні сценарію своєї подальшої поведінки. Після надходження інформації про подію та первинної обробки інформації ОЧ має прийняти певне рішення та спрогнозувати наслідки його виконання при умові наявності великої кількості прямих та зворотних зв'язків.

Як приклад, розглянемо наступну ситуацію. Трапилася залізнична аварія з розлиттям деякої токсичної речовини та утворенням токсичної хмари. ОЧ в даній ситуації, повинен вирішити головну задачу: мінімізувати втрати серед населення. На перший погляд ОПР має вирішити задачу пошуку ефективного рішення за єдиним критерієм. Але цей критерій, в свою чергу, складається з критеріїв нижчих рівнів. На рис.1 зображено взаємозв'язки та залежності між критеріями, пунктиром позначені обмеження, які накладаються зовнішнім середовищем.

З рис. 1 можна зробити висновок, що для пошуку ОЧ має виконати оцінювання не за одним, а за сімома критеріями. Крім того, на наслідки кожного рішення будуть впливати зовнішні фактори, а саме: метеорологічні умови, токсичність речовини, чисельність населення в даному районі, тип ґрунту та інші. Деякі з цих факторів можуть змінюватись у часі. Тому найбільш ефективне, прийняте спочатку рішення в майбутньому може виявитись неефективним або найгіршим. Якість прийнятого рішення залежить не тільки від обраних критеріїв, але й від великої кількості прямих та зворотних зв'язків, неочевидних з першого погляду та обмежень, що накладаються зовнішніми факторами. Отже, робота ОЧ з прийняття рішень, відноситься до задач багатокритеріального вибору в умовах значної невизначеності [3].

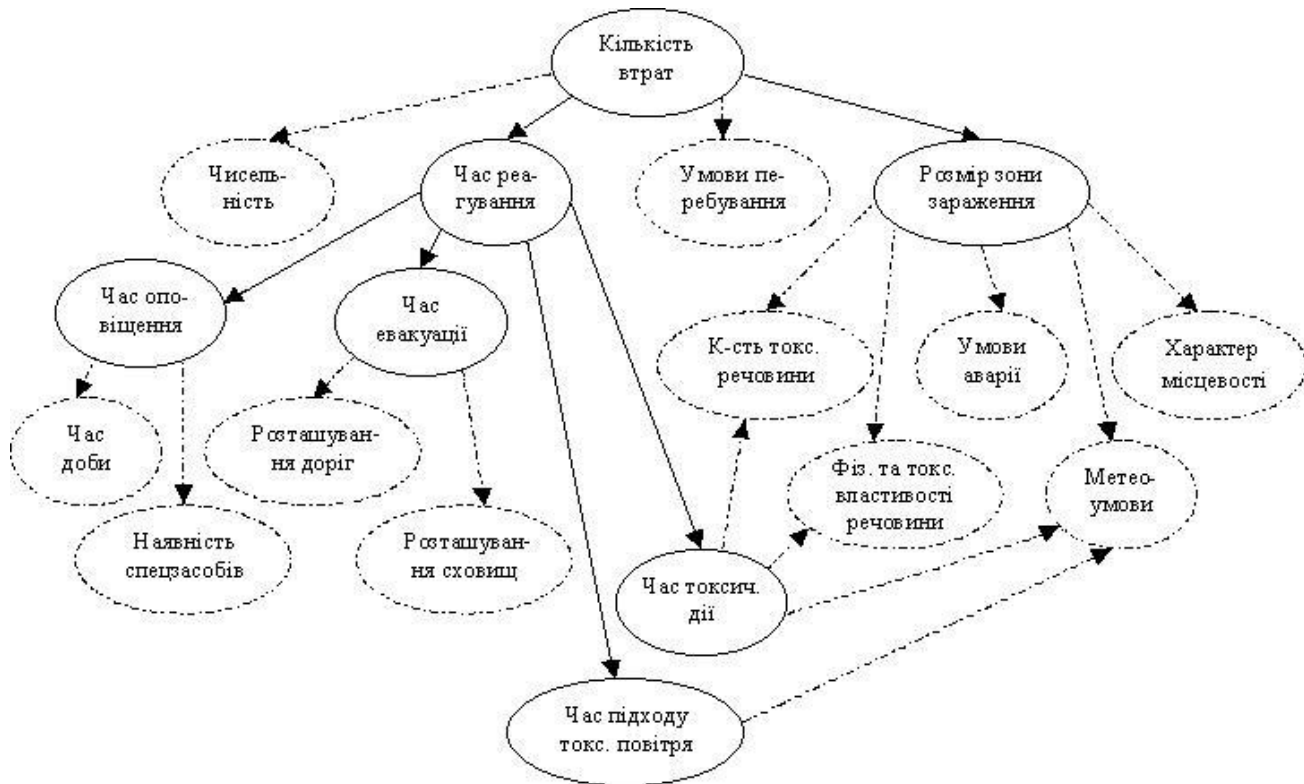


Рис. 1 Взаємозв'язки між критеріями

Метод оцінювання ефективності рішень. В своїй роботі ОЧ ОЧС здійснює вибір рішення з скінченної множини можливих рішень $R = \{r_i\}, i = \overline{1, m}$. Ці рішення є реакціями на цілком визначену зовнішню ситуацію $S = \{s_t\}, t = \overline{1, w}$ і генеруються підсистемою прийняття рішень [4]. Щоб прийняти рішення r_i для ситуації s_t , ОЧ має проаналізувати його наслідки $N = \{n_{ij}\}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, p}$ за критеріями, обраними з відповідної множини $\{k_j\}, j = \overline{1, p}$. При цьому наслідки є невизначеними та залежать від зовнішніх факторів, а саме від конкретної ситуації s_t .

Отже, формально роботу підсистеми оцінювання ефективності рішень опишемо рівнянням:

$$R = M\langle S, N, k \rangle,$$

де

M – це метод, за яким ведеться пошук ефективного рішення;

S – ситуація, для якої здійснюється пошук;

N – наслідки можливих рішень;

k – набір критеріїв, згідно яких оцінюється ефективність можливих рішень.

Реалізація методу оцінювання ефективності рішень базується на організації пошуку рішення за відібраними критеріями, тобто вирішенні задачі багатокритеріальної оптимізації. На сьогоднішній день методи вирішення задач багатокритеріальної оптимізації розділяють на два класи: 1) методи, що дозволяють виділити деяку множину прийнятних варіантів; 2) методи пошуку єдиного ефективного рішення [2]. До методів першого класу належить метод Парето. Але він не може бути використаний в СППР ОЧС, оскільки головною метою створення підсистеми оцінювання ефективності рішень є пошук єдиного ефективного рішення.

Для пошуку єдиного ефективного рішення використовуються методи рішення багатокритеріальних задач з використанням узагальнюючого критерію (адитивний, мультиплікативний, максимінний) та аналітичну ієрархічну процедуру (Analytic Hierarchy Process, AHP) Сааті або метод попарних порівнянь.

Перевагою перших методів є те, що завжди вдається визначити єдиний оптимальний варіант рішення. До недоліків відносять суб'єктивізм у визначенні вагових коефіцієнтів критеріїв та компенсацію значень часткових критеріїв [5]. Останній недолік може призвести до того, що рішення обране за найкращим сумарним результатом, має не найкращі результати за критеріями з найбільшими ваговими коефіцієнтами, які компенсуються найкращими результатами за критеріями з меншими ваговими коефіцієнтами. Як результат, обране рішення буде не самим ефективним, а це, в свою чергу, може призвести до втрат серед населення, матеріальних та моральних збитків тощо. Отже, відомі методи на основі узагальнюючого критерію не можуть бути використані для використання в СППР ОЧС.

Вищезазначені недоліки фактично ліквідовані аналітичною ієрархічною процедурою Сааті, що є її перевагою, але ця процедура має свої власні недоліки, а саме: недосконалість шкали переваг та отримання результатів типу “критерій К1 важливіший за критерій К2” [6], не враховуючи наскільки саме важливіший. Розглянемо приклад цих недоліків. Сааті пропонує наступну шкалу переваг:

- 1 – рівноцінність;
- 3 – помірна перевага;
- 5 – велика перевага;
- 7 – дуже велика перевага;
- 9 – найвища перевага.

Розглянемо ситуацію, коли критерій К1 має дуже велику перевагу над критерієм К2, а критерій К2 має дуже велику перевагу над критерієм К3. Що можна сказати про перевагу критерію К1 над критерієм К3? Логічно зробити висновки, що критерій К1 має перевагу над К3 в 49 разів (7 помножити на 7). Але цей висновок не входить в рамки даної шкали. Єдиним рішенням залишається зробити висновок, що критерій К1 має найвищу перевагу над критерієм К3, і в подальшому доведеться використовувати градацію шкали “9”. Але в СППР ОЧС, через велику кількість прямих і зворотних зв'язків між критеріями, перевага кожного критерію над іншими має дуже велике значення, тому цей метод не може бути використаний.

Для оцінювання ефективності рішень СППР ОЧС використаємо переваги двох вищезазначених методів.

Усі дані розмістимо у три матриці. В першу (А) заносяться дані відношень критеріїв, в другу (В) і третю (С) значення, які відображають наслідки можливого рішення для кожного критерію.

Значення критеріїв обраховуються за допомогою методу попарних порівнянь з використанням шкали переваг Сааті. Попарно порівнюється лише один конкретний критерій з усіма іншими. У результаті визначається перевага критерію k_i . Після цього дані заносяться у перший рядок матриці А. Всі подальші переваги обраховуються системою за математичними розрахунками. Таким чином, можна уникнути обмежень, що накладаються градацією шкали переваг. У даному випадку критерій К1, описаний вище, буде мати перевагу над критерієм К3 в 49 раз.

$$A = \begin{array}{c|ccc|c} 1 & k_1/k_2 & \dots & k_1/k_p \\ \hline k_2/k_1 & 1 & \dots & k_2/k_p \\ \hline \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hline k_p/k_1 & k_p/k_2 & \dots & 1 \end{array}.$$

Після цього над елементами кожного рядка виконуються розрахунки за наступною формулою:

$$k_i = \sum_{j=1}^p k_{ij}.$$

Наступним кроком значення критеріїв нормуються таким чином, щоб їх сума дорівнювала одиниці, тобто визначається ваговий коефіцієнт кожного критерію. Для цього вони обраховуються за такою формулою:

$$k_i = k_i / \sum_{j=1}^p k_j.$$

Після цих перетворень матриця А матиме вигляд:

$$A' = \left| k_1 / \sum_{j=1}^p k_j \quad k_2 / \sum_{j=1}^p k_j \quad \cdots \quad k_p / \sum_{j=1}^p k_j \right|.$$

В матрицю B заносяться значення наслідків можливих рішень за кожним обраним критерієм.

$$B = \begin{array}{c|c|c|c} n_{11} & n_{12} & \cdots & n_{1p} \\ \hline n_{21} & n_{22} & \cdots & n_{2p} \\ \hline \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \hline n_{m1} & n_{m2} & \cdots & n_{mp} \end{array}.$$

Далі дані нормуються таким чином, щоб сума значень в кожному стовпчику дорівнювала одиниці. У випадку, коли найкращим результатом для j -го критерію є максимальне значення наслідку рішення, тобто $n_{ij} \rightarrow \max$, то значення в j -му стовпчику обраховуються за формулою (1).

$$n_{ij} = n_{ij} / \sum_{i=1}^m n_{ij}. \quad (1)$$

У випадку, коли для j -го критерію найкращим результатом є мінімальне значення наслідку рішення, тобто $n_{ij} \rightarrow \min$, то значення в j -му стовпчику обраховуються за наступною формулою:

$$n_{ij} = \sum_{i=1}^m n_{ij} / n_{ij}.$$

А після цього вони підставляються у формулу (1). Після виконаних перетворень матриця B має наступний вигляд:

$$B' = \begin{array}{c|c|c|c} n_{11} / \sum_{i=1}^m n_{i1} & n_{12} / \sum_{i=1}^m n_{i2} & \cdots & n_{1p} / \sum_{i=1}^m n_{ip} \\ \hline n_{21} / \sum_{i=1}^m n_{i1} & n_{22} / \sum_{i=1}^m n_{i2} & \cdots & n_{2p} / \sum_{i=1}^m n_{ip} \\ \hline \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \hline n_{m1} / \sum_{i=1}^m n_{i1} & n_{m2} / \sum_{i=1}^m n_{i2} & \cdots & n_{mp} / \sum_{i=1}^m n_{ip} \end{array}.$$

В матрицю C також заносяться значення наслідків кожного можливого рішення для кожного критерію.

$$C = \begin{array}{c|c|c|c} n_{11} & n_{12} & \cdots & n_{1p} \\ \hline n_{21} & n_{22} & \cdots & n_{2p} \\ \hline \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \hline n_{m1} & n_{m2} & \cdots & n_{mp} \end{array}.$$

Перетворення над нею виконуються наступним чином. Якщо $n_{ij} \rightarrow \max$, то $n_{ij} = n_{ij} / n_{\max j}$, де $n_{\max j}$ – максимальне значення в j -му стовпці. Якщо $n_{ij} \rightarrow \min$, то $n_{ij} = n_{\min j} / n_{ij}$, де $n_{\min j}$ – мінімальне значення в j -му стовпці.

Матриця C буде мати вигляд:

$$C' = \begin{array}{c|c|c|c} 1 & n_{12} / n_{m2} & \cdots & n_{1p} / n_{2p} \\ \hline n_{21} / n_{11} & n_{22} / n_{m2} & \cdots & 1 \\ \hline \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \hline n_{m1} / n_{11} & 1 & \cdots & n_{mp} / n_{2p} \end{array}.$$

Після формування усіх матриць для кожного рішення обраховується його ефективність за формулою:

$$r_i = \sum_{j=1}^p k_j * n_{ij} * n_{ij}^o, \quad (2)$$

де

$$i = \overline{1, m}$$

k_j – ваговий коефіцієнт критерію, (A');

n_{ij} – нормоване значення наслідків для кожного рішення r_i за кожним критерієм k_i , (B');

n_{ij}^o – відношення значення наслідків за кожним критерієм до нормуючого дільника, (C').

Більш ефективним вважається рішення для якого результат (2) є максимальним.

Запропонований спосіб дозволяє уникнути недоліків, що властиві методу Саати. Нововведенням для даного типу СППР є існування можливості обирання та задавання критеріїв як ОПР, так і самою системою. При обробці первинної інформації кожна ситуація ідентифікується та розподіляється до тієї чи іншої групи подій [4]. Для кожної групи подій в базі даних вже містяться визначені критерії, за якими буде проходити оцінювання, а також переваги кожного критерію над іншими.

Висновки. Використання матриці відношення критеріїв переваг та врахування наслідків рішень забезпечує пошук найбільш ефективного варіанту розв'язку ситуації для ОЧС. Запропонований метод оцінювання ефективності рішень дозволяє скоротити час прийняття рішень, підвищити ефективність остаточного рішення та має наступні переваги:

- передбачена можливість вибору критеріїв та визначення їх ваг не ОПР, а системою, що дозволяє уникнути значної долі суб'єктивізму та дає змогу працювати з системою людині, яка не має достатнього досвіду в роботі ОЧ;
- система завжди формує єдине та ефективне рішення;
- усунена можливість компенсації значень часткових критеріїв.

Список літератури.

1. Синюк В.Г., Котельников А.П. Системы поддержки принятия решений: основные понятия и вопросы применения. – Белград: Изд-во БелГТАСМ, 1998. – 254 с.
2. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория вычислений и приложения. – Москва: Наука, 1992. – 204 с.
3. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – Москва: Логос, 2000. – 296 с.
4. Локазюк В.М., Поморова О.В., Тітова В.Ю. Система підтримки прийняття рішень для оперативно-чергових служб. // Вісник Хмельницького Національного університету. Хмельницький: ХНУ. – 2005. – №4, ч.1, т. 2. – с. 195-198.
5. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. – Москва: Радио и связь, 1981. – 560 с.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – Москва: Радио и Связь, 1993. – 320 с.