

УДК 004.9.355

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ОСОБЛИВИХ СИТУАЦІЯХ

О.С. Андрощук

Кандидат технічних наук, доцент, докторант
Національна академія Державної прикордонної служби
України ім. Богдана Хмельницького
вул. Шевченка, 46, м. Хмельницький, 29003
Контактний тел.: 8-067-08-60-52
E-mail: Assa_s@mail.ru

В.В. Огурцов

Кандидат економічних наук, доцент
Кафедра інформаційних систем
Харківський національний економічний університет
пр. Леніна, 9а, м. Харків, 61001
Контактний тел.: 8 (057) 343-61-32, 8 (057) 702-18-31
E-mail: Vitaliy.Ogurtsov@hneu.net, vetalreal@ukr.net

О.І. Демідова

Старший викладач
Кафедра АТЗ та ОТ
Донецький інститут залізничного транспорту
вул. Горна, 6, м. Донецьк, 83018

У статті розкриваються теоретичні аспекти побудови інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, етапи розробки і побудова функціональної схеми за допомогою комплексного застосування математичних методів для вирішення завдань, що висуваються різними видами діяльності

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, алгоритм, методи прийняття рішень, альтернатива, критерій

В статье раскрываются теоретические аспекты построения интеллектуальных систем поддержки принятия решений, этапы разработки и построения функциональных систем с помощью комплексного применения математических методов для решения задач по различным видам деятельности

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, алгоритм, методы принятия решений, альтернатива, критерий

In the article the theoretical aspects of the functional scheme's construction and the groundwork of the intellectual systems of the decision-making support are scrutinized. They are discovered by means of the complex application of the mathematical methods at the solving of the problems in the various spheres of an activity

Key words: systems of support of decision-making, algorithm, methods of decision-making, alternative, criteria

1. Вступ

Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень (ІСППР) в особливих (критичних, надзвичайних) ситуаціях, призначені для допомоги особам, що приймають рішення (ОПР) при управлінні складними системами в умовах жорстких часових обмежень та наявності різних невизначеностей (неповноти, нечіткості, неоднозначності тощо).

Для багатьох особливих ситуацій (ОС) причинно-наслідкові відношення досліджено недостатньо. Водночас, необхідно за обмежений час виробити прийнятне рішення. Це вказує на необхідність концентрації зусиль на побудові ІСППР в особливих ситуаціях та розробки необхідних моделей і методів.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Технологія вирішення ситуаційних завдань управління останнім часом стала загально визнаною.

Її достатньо повно викладено в публікаціях [1; 2].

Однак, особливості функціонування систем управління на теперішній час вимагають поглибленого дослідження процесів управління в частині інтеграції методів оптимізації інформаційних процесів, моделей вирішення завдань в умовах невизначеностей.

Загальний алгоритм підтримки прийняття рішень, що складається з етапів, найзручніше подати у вигляді, наведеному на рис. 1.



Рис. 1. Алгоритм підтримки прийняття рішень

Розглянута ієрархічна послідовність свідчить, що перехід до подальшого етапу ускладнений без реалізації попереднього, але можливими є ітерації, тобто повторення кілька разів одного і того ж етапу або сукупності етапів для досягнення найбільш ефективного результату.

3. Мета статті

Мета статті – розкрити теоретичні аспекти побудови інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, етапи розробки і побудови функціональної схеми системи підтримки прийняття рішень за допомогою комплексного застосування математичних методів для вирішення завдань, що висуваються різними видами діяльності.

4. Виклад основного матеріалу

Формально система підтримки прийняття рішень з погляду системного аналізу може бути подана у вигляді кортежу [3]:

$$\langle P, S, Z, K, SH, D, V, A, F, G, U, V, W \rangle, \quad (1)$$

де P – математична проблема; S – визначення системи; Z – визначення цілей системи; K – множина критеріїв ефективності системи; SH – множина шкал вимірювань критеріїв; D – спосіб дослідження системи; M – методи моделювання системи; A – множина альтернатив; F – відображення множини альтернатив на множині критеріїв; G – система ОПП; U – вид цільової функції; V – універсальна множина; W – вирішальне правило, що відображає систему переваг.

Відповідно до алгоритму прийняття рішень розглянемо окремо кожний із зазначених у ньому етапів.

Аналіз проблеми. Для реалізації першого етапу формулювання й аналізу проблеми необхідно здійснити такі кроки:

моніторинг зовнішнього середовища та об'єкту управління;

виявлення і формування проблеми, оцінка її новизни;

встановлення взаємозв'язку з іншими проблемами; оцінка повноти і достовірності інформації з даної проблеми;

ведення бази даних інформаційних ресурсів з проблеми.

Одержана інформація про існуючу проблему аналізується з метою отримання детальних даних про саму систему, виявлення загальної структури проблематики і можливості використання її для визначення меті та формулюванні завдань.

Математично можна визначити проблему P_t таким чином [4]:

$$P_t = |A_t - A_t^0|, \quad (2)$$

де A_t – дійсний стан у момент часу t ; A_t^0 – бажаний стан у момент часу t .

Формулювання цілей і завдань. На даному етапі визначаються цілі системи (Z), формулюється глобальна мета, обмеження і виро-

бляється послідовність завдань для досягнення мети:

- визначення проблеми, яка вирішується;
- концептуальна розробка варіантів вирішення проблеми;
- оцінка варіантів вирішення проблеми;
- декомпозиція виявленої проблеми на окремі завдання;
- постановка завдань на вербальному рівні;
- формулювання умов і цілей;
- логічний аналіз умов, цілей та завдань на вербальному рівні;
- постановка завдань виконавцям.

З погляду системного аналізу формування цілей найефективніше здійснити за допомогою теорії нечітких множин та експертних методів, зокрема методу Делфі [5].

У теорії нечітких множин для визначення цілей і завдань необхідним є існування деякої множини альтернатив-цілей $A_z = \{a_i\}$. Тоді нечітка мета Z' ототожнюватиметься з фіксованою нечіткою множиною цілей у множині A_z .

На даному етапі можливим є використання і слабоформалізованих методів, наприклад морфологічного аналізу, метою якого є подання кожного варіанту у вигляді складових частин (компонентів). Математична функція формування мети Z' у такому разі подається у вигляді:

$$\Psi_z = \bigcup_{i=1}^h \left[\bigcup_{l=1}^f q(x_{j_l b_l}, x_{j_l b_l}^i) \right], \quad (3)$$

де елементи $x_{j_l b_l}^i$ утворюють i -й неприпустимий набір.

Після чого формується множина цілей A .

Універсальним методом, який застосовується на всіх етапах прийняття рішень є метод Делфі, алгоритм якого складається з декількох етапів:

визначається значення прогнозованої величини і розраховується дисперсія оцінок, що визначає розкид думок експертів (N);

знаходиться середнє квадратичне відхилення прогнозу і коефіцієнт варіації, що характеризує однотайність експертів;

за одержаними даними оцінюють діапазон прогнозованої величини, в який вона потрапляє із заданою імовірністю p . На основі думок експертів діапазон прогнозованої величини визначається співвідношенням:

$$\bar{N} - \phi \frac{y}{\sqrt{N}} < \bar{N} < \bar{N} + \phi \frac{y}{\sqrt{N}}, \quad (4)$$

де ϕ – величина, яка залежить від N і P , що має розподіл Стюдента з $(N-1)$ ступенями свободи і визначається за таблицям функції від $(N-1)$ і $(1-p)$.

При формуванні цілей необхідно враховувати такі основні принципи системного аналізу, як принцип кінцевої мети, єдності і зв'язності.

Вибір критеріїв та оцінка їх ефективності. При формуванні системи критеріїв K реалізується послідовність дій: визначення системи критеріїв досягнення

мети, декомпозиція критеріїв за підцілями, оцінка ефективності критеріїв.

Процес формування системи критеріїв ефективною є творчим, який погано формалізується і значною мірою є суб'єктивним, вимагаючи у кожному випадку індивідуального підходу. Він залежить від невизначеності початкової інформації, тому необхідним є використання різних методів для визначення множини критеріїв.

Систему критеріїв можна сформувати на основі теорії нечітких множин, де критерій $k_i \in K$ подається у вигляді нечіткої множини \tilde{k}_i , яка задана на універсальній множині V :

$$\tilde{k}_i = \left\{ \frac{\mu^i(n_1)}{n_1}, \frac{\mu^i(n_2)}{n_2}, \dots, \frac{\mu^i(n_n)}{n_n} \right\} \quad (5)$$

де $\mu^i(n_i)$ – ступінь приналежності елементу n_i до нечіткої множини.

У разі повної невизначеності ефективним методом для формування критеріїв може бути, разом із методом Делфі, і метод формування критеріїв та альтернатив за допомогою експертного опитування. У ньому необхідно:

1) від кожного з N експертів одержати множини k_i критеріїв, які, на його думку, слід включити в множину K ;

2) побудувати загальну множину $\tilde{K} = \bigcup_{i=1}^N K_i$;

3) з матриці $R=(r_{ij}); i=1,N; j=1,N$ обчислити величину $H_j = \sum_{i=1}^N \frac{r_{ij}}{N}$, яка розглядається як імовірність приналежності j -го критерію множини K ;

4) завдання вибору критеріїв експертами формально записати в такому вигляді:

$$k_1^*, \dots, k_N^* = F[\max(\min)\{k_1, \dots, k_N\}]. \quad (6)$$

Проте, поняття “критерій” можна розглядати не лише як критерійну функцію, але й як спосіб порівняння альтернатив. Це означає, що критерієм якості альтернативи може бути будь-яка її ознака. Після того, як така характеристика знайдена (критерій сформований), з'являється можливість ставити завдання вибору й оптимізації.

Формування множини альтернатив. У завданнях прийняття рішень альтернативи є конкретними системами (продукти, технічні комплекси тощо). Процес формування множини альтернатив, заснований на евристичних перевагах особи, що приймає рішення, можна поділити на три послідовні етапи: генерування множини альтернатив, структуризація альтернатив, визначення підмножини сгенерованих альтернатив.

Залежно від ступеня складності завдань, що вирішуються, генерацію рішень найефективніше здійснювати за допомогою експертних методів і теорії нечітких множин. Для генерації нечіткої множини альтернатив формується деяка властивість, що розглядається як лінгвістичний терм, за допомогою якого утворюється сукупність пар:

$$SV = \left\{ \frac{\mu_s(v_1)}{v_1}, \frac{\mu_s(v_2)}{v_2}, \dots, \frac{\mu_s(v_n)}{v_n} \right\}, \quad (7)$$

де $V=\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ – універсальна множина, на якій задається нечітка множина $A \subset V; \mu_s(v_i)$ – ступінь приналежності елементу $v_i \in V$ нечіткій множині A .

Проте, найбільш ефективними у разі формування множини рішень є експертні методи, описані на попередніх етапах.

Аналіз альтернатив. Найбільш важливим етапом є аналіз варіантів рішень, під час якого необхідно провести оптимізацію альтернатив і вибір найкращої з множини запропонованих з використанням методології підтримки прийняття рішень, що включає різні технології і методи, які можна частково або повністю формалізувати.

З погляду системного аналізу до основних етапів аналізу альтернативних рішень необхідно віднести: аналіз невизначеності рішення, методи оптимізації і визначення вирішальних функцій, оцінку можливих рішень, вибір оптимального рішення.

Як і на попередніх етапах, в умовах повної невизначеності рішення необхідним є використання експертних методів, зокрема методу Делфі й експертних оцінок. Сутність методу експертних оцінок для формування рішення полягає в такому: усі експерти (L) не можуть обмінюватися інформацією; зворотний зв'язок (O) між ними відсутній; можливе рішення формується на основі математичного (вирішального) правила (W).

Для визначення виду вирішальної функції (U) та оптимально-компромісних рішень необхідно використовувати методи багатокритеріальної оптимізації. Математична модель прийняття оптимального рішення зводиться до завдання векторної оптимізації [4].

Якщо критерії проранжовано за важливістю, то найбільш ефективним методом багатокритеріальної оптимізації при пошуку рішення є метод згортання часткових критеріїв оптимальності в комплексний метод, або метод “узагальненого критерію”, що знайшов широке застосування.

У результаті початкове багатокритеріальне завдання зводиться до звичайного завдання оптимізації подинці узагальненому критерію.

У разі некоректного рішення на основі методу “узагальненого критерію” ефективним може бути метод функції корисності.

Формування керуючої дії. Цей етап є останнім у ланцюжку етапів підтримки прийняття рішення і фактично – результатом дій СППР на попередніх етапах. На етапі формування керуючої дії на об'єкт управління ОПР здійснює низку дій, спрямованих на реалізацію наданих йому рекомендацій СППР або внесення коректування в рекомендовані СППР дії на об'єкт управління з подальшим застосуванням до об'єкту управління. На даному етапі можливим є застосування експертних методів і методів оптимізації, розглянутих на попередніх етапах.

Функціональна схема системи підтримки прийняття рішень. Аналіз класичної схеми теорії прийняття рішень для реалізації СППР у межах однієї предметної області виявив необхідність структуризації, оптимізації й актуалізації існуючих алгоритмів і методів, призначених для вирішення завдань в управлінській діяльності.

За необхідності використання великих обсягів інформації в класичній схемі підтримки прийняття рішень необхідно використовувати бази даних та бази знань, а оптимальне застосування методів і правил формування системи критеріїв, генерації альтернатив, вибору й аналізу альтернатив надасть можливість інтелектуалізувати процес прийняття рішень.

Розроблено загальну функціональну схему СППР, що відповідає сучасним вимогам ІТ-технологій (рис. 2)

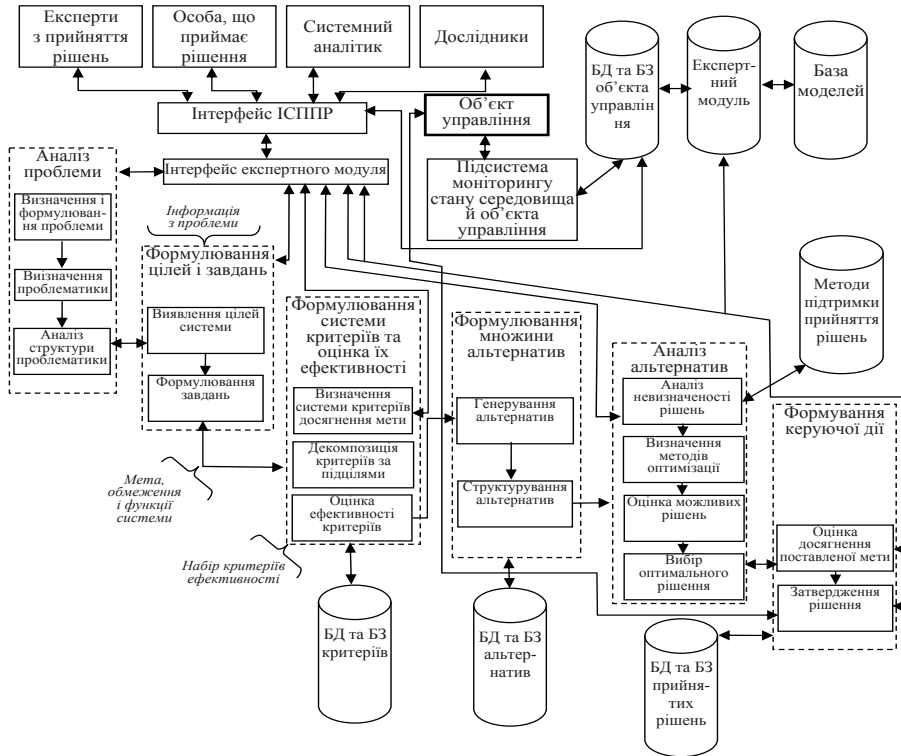


Рис. 2. Функціональна схема інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень

[6]. Її побудовано таким чином, що при розгляді завдань, які належать до різних предметних областей, система перенастроюється на конкретну ОС. Можливість організації баз даних (БД) і баз знань (БЗ) великих обсягів надає можливість використовувати накопичену інформацію при вирішенні різних завдань з урахуванням методів генерації рішень, формування системи критеріїв і вибору рішень залежно від предметної області.

Реалізація СППР у межах наведеної схеми надає можливість розширювати кількість і коло завдань за умови програмної модернізації СППР та наповнення баз даних СППР і баз знань СППР. Проте, таку складну систему повинні підтримувати фахівці, які залежно від призначення структурних елементів, умовно розбиті на групи відповідно до функціональних обов'язків: системні аналітики, експерти, дослідники й особи, що приймають рішення.

При проектуванні, побудові та програмній реалізації системи призначення структурних елементів і функціональних завдань користувачів СППР необхідною є її орієнтація для підтримки прийняття рішень у межах певної предметної області або декількох областей, а також вирішення різного класу управлінських завдань відповідно до цих предметних областей.

Алгоритми і методи підтримки прийняття рішень використано в інтелектуальній системі підтримки прийняття рішень в ОС, яка входить до складу інтегрованої інформаційно-телекомунікаційної системи "Гарт" Державної прикордонної служби України.

5. Висновки

1. На основі класичної схеми прийняття рішень і схеми методів, що об'єднують основні етапи побу-

дови СППР, побудовано функціональну схему системи підтримки прийняття рішень, яка відповідає вимогам сучасних тенденцій у галузі теорії прийняття рішень.

2. Здійснено аналіз методів, математичних та евристичних правил на всіх етапах прийняття рішень. Створено схему застосування методів для інтелектуальної СППР з погляду невизначеності вибору і галузі застосування завдання, яке вирішується з використанням теорії нечітких множин, експертних процедур, методів функції користності тощо.

3. У розробленій схемі існує можливість використання БД і БЗ, необхідних для зберігання, моніторингу й аналізу великих обсягів інформації для роботи ІСППР різних класів завдань. За умови реалізації ІСППР у межах наведеної схеми існує можливість розширення кількості та кола завдань у процесі експлуатації за умови програмної модернізації ІСППР і наповнення БД та БЗ системи.

4. Наявність комплексного набору алгоритмів, методів підтримки прийняття рішення, що використовуються на кожному етапі, надасть можливість значно збільшити кількість функціональних завдань у різних предметних областях управлінської діяльності.

6. Напрямок подальших досліджень

Напрямок подальших досліджень є розробка інструментальних засобів побудови ІСППР.

Література

1. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика / Д. А. Поспелов. – М. : Наука. – Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 288 с.
2. Морозов А. О. Шлях від АСУП до ситуаційних центрів / А. О. Морозов // Математичні машини і системи. – 2008. – С. 82-107.
3. Кини Р. Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р. Л. Кини, Х. Райфа; пер. с англ. / под ред. И. Ф. Шахнова. – М. : Радио и связь, 1981. – 560 с.
4. Катулев А. Н. Математические методы в системах поддержки принятия решений : учеб. пособие / А. Н. Катулев, Н. А. Северцев. – М. : Высшая школа, 2005. – 311 с.
5. Перегудов Ф. И. Основы системного анализа : учебник; 2-е изд., доп. / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. – Томск : Изд-во НТЛ, 1997. – 396 с.
6. Трахтенгерц Э. А. Компьютерная поддержка принятия решений : научно-практическое издание / Э. А. Трахтенгерц // Сер. "Информатизация России на пороге XXI века". – М. : СИНТЕГ, 1998. – 376 с.