

УДК 681.3.06

А.І. Бобунов, к.т.н., доц.

Житомирський військовий інститут радіоелектроніки ім. С.П. Корольова

### АЛГОРИТМ ГРУПОВОЇ ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ АЛЬТЕРНАТИВ ПРИ БЕЗПОСЕРЕДНЬОМУ ОЦІНЮВАННІ

*У статті запропоновано алгоритм обробки і побудови узагальненої оцінки альтернатив для ідентифікації позаштатних ситуацій на борту космічного апарата.*

У теперішній час для підтримання стійкого функціонування космічного апарата (КА) потрібно розв'язати задачу своєчасної ідентифікації можливого типу позаштатної ситуації (ПС). Ця задача розв'язується на етапі післясеансної обробки телеметричної інформації. При цьому шляхом параметричної ідентифікації визначається тип ПС. Але зазначимо випадки, коли за формальними ознаками тип ПС ідентифікований не буде [1, 2, 3]: на борту КА виникла переддефектна ситуація; на борту КА виникло більше одної ПС; на борту КА виникла ПС, яка не описана в інструкціях оператора. Для розв'язання даної задачі використовується експертна інформація, яка формалізується за результатами анкетування та опитування [4, 5, 6]. При цьому експерти формують й оцінюють можливі альтернативи, під якими розуміємо тип ПС на борту КА. Але при такому підході не розв'язані задачі: групового оцінювання альтернатив, які формуються експертами; формування кількісних оцінок коефіцієнтів компетентності експертів.

Нехай  $m$  експертів провели оцінку  $n$  альтернатив. Результати оцінювання подані величинами  $x_{ij}$ , де  $i$  – номер альтернативи,  $j$  – номер експерта. Величини  $x_{ij}$ , отримані методом безпосереднього оцінювання, являють собою числа або бали. Як групову оцінку для кожної альтернативи можна прийняти середнє зважене значення його оцінки:

$$X_i = \sum_{j=1}^m q_n x_{ij} k_j, (i = 1, 2, \dots, n), \quad (1)$$

де  $q_n$  – коефіцієнти ваг показників порівняння альтернатив;  $k_j$  – коефіцієнти компетентності експертів.

Виходячи з аксіом теорії корисності фон Неймана-Монгенштерна для індивідуальних і групових оцінок [7] і умов нерозпізнавання альтернатив у груповому відношенні, якщо вони нерозпізнані у всіх індивідуальних оцінках (частковий принцип Парето) [8], отримуємо формулу:

$$q_k = \sum_{j=1}^m q_{nj} k_j, \quad \sum_{j=1}^m k_j = 1. \quad (2)$$

Сформулюємо основні етапи алгоритму групової експертної оцінки альтернатив при безпосередньому оцінюванні.

На першому етапі за початкових умов ( $t = 0$ ) коефіцієнт компетентності дорівнює:

$$k_j^0 = \frac{1}{m} (j = \overline{1, m}), \quad (3)$$

тобто початкове значення коефіцієнтів компетентності для всіх експертів береться однаковим.

На другому етапі за умови, коли  $t = 1, 2, 3, \dots$ , розраховуються рекурентні співвідношення:

а)  $X_i^t = \sum_{j=1}^m x_{ij} k_j^{t-1}, (i = \overline{1, n})$  – групова оцінка для  $i$ -ої альтернативи на  $t$ -ому кроці на основі

індивідуальних оцінок  $X_{ij}$ ;

б)  $\lambda^t = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij}^t x_{ij}$  – нормувальний коефіцієнт;

в)  $k_j^t = \frac{1}{\lambda^t} \sum_{i=1}^n x_{ij} x_i^t, (j = \overline{1, m-1})$  – коефіцієнти компетентності  $j$ -ого експерта на  $t$ -ому кроці;

г)  $k_m^t = 1 - \sum_{j=1}^{m-1} k_j^t$  – коефіцієнти компетентності  $m$ -ого експерта з умови нормування.

На третьому етапі перевіряється ознака закінчення ітераційного процесу:

$$\max(|x_i^t - x_i^{t-1}|) < E. \quad (4)$$

© А.І. Бобунов, 2002

Збіжність даного алгоритму доведена для випадку, коли індивідуальні оцінки не негативні, а експерти й альтернативи не розкладаються на окремі групи.

Розглянемо практичний приклад.

Під час ідентифікації ПС в системі електроживлення КА були сформульовані альтернативи:

A1: розряд хімічної батареї (зменшення заряду до 30 % від максимального);

A2: переддефектний режим роботи хімічної батареї, коли напруга на хімічній батареї упала до мінімального рівняння 25,4–0,2 В. Три експерти ( $m = 3$ ) оцінили значення двох альтернатив ( $n = 2$ ).

Результатами експертизи виявилися нормовані оцінки альтернатив  $x_{1j} + x_{2j} = 1$ ,  $j = 1, 2, 3$ :

$x_{ij}$	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3
A1	0,3	0,5	0,2
A2	0,7	0,5	0,8

Обчислимо з точністю  $E = 0,001$  групові оцінки альтернатив і коефіцієнти компетентності кожного експерта.

Середні оцінки альтернатив першого наближення (при  $t = 1$ ) дорівнюють:

$$x_1^1 = \frac{1}{3}(0,3 + 0,5 + 0,2) = 0,333;$$

$$x_2^1 = \frac{1}{3}(0,7 + 0,5 + 0,8) = 0,667;$$

$$x^1 = (0,333; 0,667).$$

Нормувальний коефіцієнт  $\lambda^1$  можна подати у вигляді:

$$\begin{aligned} \lambda^1 &= \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 x_{ij} x_i^1 = x_1^1(0,3 + 0,5 + 0,2) + x_2^1(0,7 + 0,5 + 0,8) = \\ &= 0,333 * 1 + 0,667 * 2 = 1,665. \end{aligned}$$

Значення коефіцієнтів компетентності першого наближення такі:

$$k_1^1 = \frac{1}{1,665}(0,3 * 0,333 + 0,7 * 0,667) = 0,34;$$

$$k_2^1 = \frac{1}{1,665}(0,5 * 0,333 + 0,5 * 0,667) = 0,30;$$

$$k_3^1 = 1 - (0,34 + 0,30) = 0,36;$$

$$k^1 = (0,34; 0,30; 0,36).$$

Обчислюючи групові оцінки другого і третього наближення, одержимо:

$$x^2 = (0,324; 0,676);$$

$$\lambda^2 = 1,676;$$

$$k^2 = (0,341; 0,298; 0,361);$$

$$x^3 = (0,3235; 0,6765);$$

$$\lambda^3 = 1,6765;$$

$$k^3 = (0,341; 0,298; 0,361).$$

Результат третього кроку задовольняє умову закінчення ітераційного процесу і за значення групової експертної оцінки приймається  $x^3 = (0,3235; 0,6765)$ .

Таким чином, запропонований алгоритм дозволить сформувати групові експертні оцінки альтернатив під час ідентифікації типу ПС КА, а також сформувати коефіцієнти компетентності експертів.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Бобунов А.І. Алгоритм розпізнавання образів технічного стану космічного апарата // Вісник Житомирського інженерно-технологічного інституту / Технічні науки. – 2001. – № 16. – С. 95–98.
2. Бобунов А.І. Алгоритм експертної оцінки інформації // Збірник наукових праць центрального інституту Збройних Сил України. – 2001. – № 2 (15). – С. 150–154.

3. Бобунов А.І., Герасимов Б.М. Метод формування нечіткої бази знань // Збірник наукових праць КВІУЗ. – 2001. – № 5. – С. 29–37.
4. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб: Питер, 2000. – С. 384.
5. Гаврилова Т.А., Червинская К.Р. Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем. – М.: Радио и связь, 1992. – С. 200.
6. Герасимов Б.М., Тарасов В.А., Токарев И.В. Человекомашинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта. – ДК.: Наукова думка, 1993. – С. 183.
7. Брахман Т.П. Многокритериальность и выбор альтернативы в технике. – М.: Радио и связь, 1984. – С. 288.
8. Герасимов Б.М., Эйдельман С.Д. Высшая математика. Специальные главы высшей математики. Часть 1. Математические методы оптимизации. Конспект лекций. – К.: Изд-во КВИРТУ ПВО, 1990. – С. 172.

БОБУНОВ Андрій Іванович – кандидат технічних наук, доцент Житомирського військового інституту радіоелектроніки ім. С.П. Корольова.

Наукові інтереси:

- ідентифікація конфліктних ситуацій при управлінні складними інформаційними системами;
- розробка інтелектуальних систем на базі математичного апарата нечітких множин.

Подано 10.09.2002

А.И. Бобунов. АЛГОРИТМ ГРУППОВОЙ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ АЛЬТЕРНАТИВ ПРИ НЕПОСРЕДСТВЕННОМ ОЦЕНИВАНИИ.

*В статье предложен алгоритм обработки и построения обобщенной оценки альтернатив для идентификации внештатных ситуаций на борту космического аппарата.*

A.I. Bobunov. THE ALGORITHM FOR BUILD GENERAL ESTIMATION OF DIFFERENT VARIANTS.

*In this article is offered the algorithm how to use and build general estimation of different variants of decision the problem to identificate unpredictable and dangerous situation on the board of spaceship.*