

## ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

В.М. Лабенко  
(подав д.т.н., проф. Є.І. Бобир)

*Розглядається питання вибору раціонального варіанту побудови системи управління, що дозволяє вибирати оптимальний варіант побудови з урахуванням одиниці ефективності ланки управління та її стійкості.*

Побудова раціонального варіанту структури системи управління (СУ) зводиться до вибору кращого, у деякому заздалегідь заданому змісті, з можливих варіантів, що відрізняються один від іншого значеннями показників, які характеризують стійкість ланок управління. Один із варіантів структури ланки управління приведений на рис. 1, де  $A_k^j$  – ланка управління першого рівня, з якого доводяться команди управління;  $A_{sk}$  – S-й ПУ ланки управління першого рівня ( $S = \overline{1, n_{sk}}$ );  $n_{sk}$  – кількість ПУ ланки управління;  $A_{zsk}$  – Z-й елемент s-го ПУ ланки управління першого рівня, ( $Z = \overline{1, n_{zsk}}$ );  $n_{zsk}$  – кількість елементів S-го ПУ ланки управління першого рівня;  $A_{si}$  – Si-й елемент управління нижнього рівня ( $Si = \overline{1, n_{si}}$ );  $n_{si}$  – кількість елементів управління нижнього рівня;  $A_{zsi}$  – Z-й елемент управління нижнього рівня;  $n_{zsi}$  – кількість елементів Si-го елементу управління нижнього рівня;  $a_{si}$  – кінцеві об'єкти управління.

Для розв'язання задачі, пов'язаної з оптимізацією стійкості ланки управління, розглянемо варіантний метод оптимізації стійкості ланки управління [1]. Для заданої кінцевої безлічі варіантів удару засобів повітряного нападу (ЗПН) противника формалізується кінцева безліч різних варіантів побудови ланки управління, кожний з яких характеризується своїм значенням стійкості, вартості й ефективності. За показник може бути взята вартість одиниці ефективності ланки управління з урахуванням його стійкості

$$C_k = \frac{C}{W_k^0 \times K_{Ck}}, \quad (1)$$

або величина ефективності ланки управління з урахуванням його стійкості, що приходиться на одиницю вартості

$$\mu_k = \frac{W_k^0 \times K_{Ck}}{C}, \quad (2)$$

де  $C_k$  - вартість одиниці ефективності  $K$ -ї ланки управління СУ;  $C$  - вартість ланки управління СУ;  $W_k^0$  - ефективність ланки управління СУ при відсутності впливу по ньому противника.

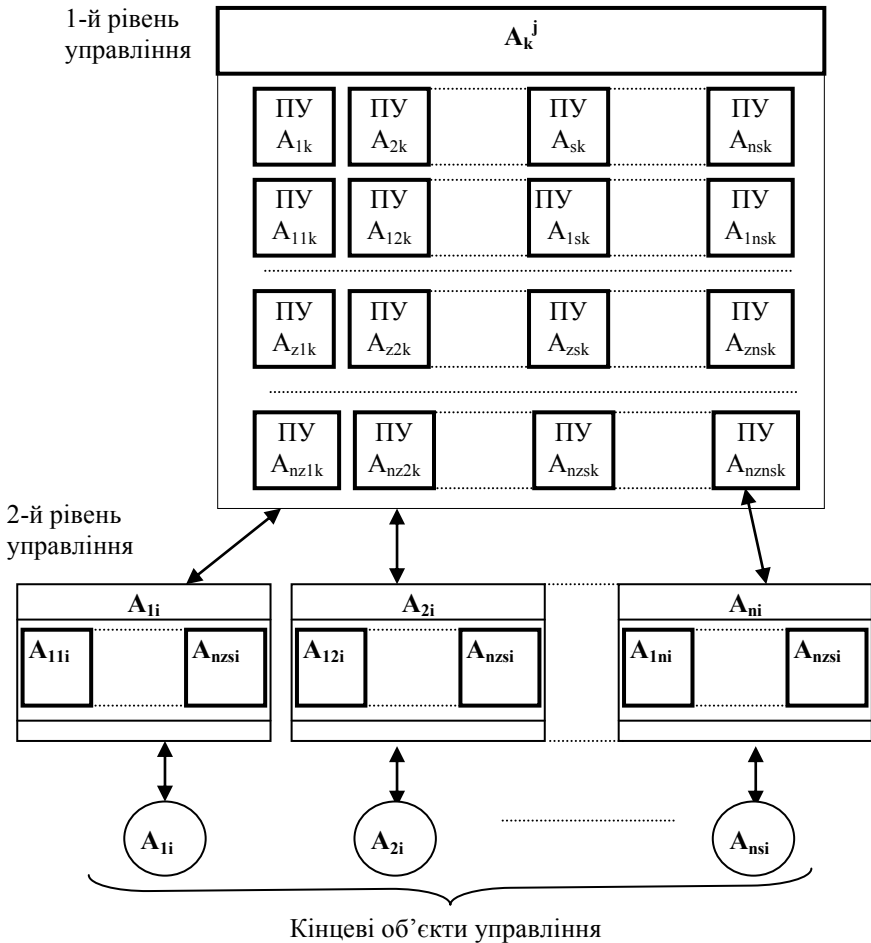


Рис. 1. Структурна схема декомпозиції елементів системи управління

Позначивши  $i$ -ту стратегію оборони ( $i$ -й варіант побудови ланки управління системи управління) як  $A_i$  ( $i = \overline{1, m}$ ), а  $j$ -ту стратегію нападу ( $j$ -й варіант удару ЗПН противника) як  $B_j$  ( $j = \overline{1, n}$ ), умови загальної оптимізаційної задачі в ігровій формі запишемо у вигляді матриці

$$\| \mu_{ij} \|; \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Оскільки записана гра (3) скінчена, то в силу основної теореми теорії ігор вона має рішення в області чистих чи змішаних стратегій. Використовуючи відомі методи розв'язання кінцевих ігор  $m \times n$  [1], можна знайти рішення гри (3) і ціну гри, тобто максимальне значення величини ефективності ланки управління з урахуванням її стійкості, що приходить на одиницю вартості. У загальному випадку рішення гри являє собою пари змішаних стратегій:

$$S_A^* = \begin{pmatrix} A_1 & A_2 & \dots & A_i & \dots & A_m \\ P_1 & P_2 & \dots & P_i & \dots & P_m \end{pmatrix}; \quad S_B^* = \begin{pmatrix} B_1 & B_2 & \dots & B_j & \dots & B_n \\ q_1 & q_2 & \dots & q_j & \dots & q_n \end{pmatrix}, \quad (4)$$

а ціна цієї гри дорівнює

$$v = \sum_{i=1}^m P_i \times \mu_{ij}, \quad (5)$$

де  $P_i$ ,  $q_j$  – імовірності застосування  $A_i$  і  $B_j$  стратегій відповідно.

Як оптимальну стратегію  $A_{\text{опт}}$  оборони (оптимальний варіант побудови ланки управління СУ) для рішення в області змішаних стратегій береться стратегія, імовірність застосування якої максимальна, тобто  $P_{\text{опт}} = \max\{P_i\}$ , а в якості максимального середнього виграшу береться нижня ціна гри  $\mu_{\text{опт}} = \alpha$ . В окремому випадку, коли гра (3) має сідлову точку, тобто рішення отримане в області чистих стратегій, оптимальною стратегією  $A_{\text{опт}}$  оборони є єдина чиста стратегія, а максимальним виграшем - ціна гри  $\mu_{\text{опт}} = v$ .

В результаті рішення загальної оптимізаційної задачі отримуємо оптимальний, з воєнно-економічної точки зору, варіант побудови ланки управління СУ. Безліч характеристик живучості й завадостійкості, якими володіє знайдений оптимальний варіант побудови ланки управління, також будуть оптимальними з воєнно-економічної точки зору. Ці характеристики живучості й завадостійкості можуть бути прийняті як вимоги, пропоновані до ланки управління для забезпечення доцільного з військово-економічної точки зору рівня його стійкості.

Таким чином, можна оцінити часткові й узагальнені показники стійкості СУ. Даний «інструмент» дослідження можна використати при оцінці стійкості системи управління будь-якого рівня і провести аналіз шляхів та заходів щодо її підвищення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Абчук В.А., Матвейчук Ф.А., Томашевский Л.П. *Справочник по исследованию операций.* – М.: Воениздат, 1979. – 260 с.

Надійшла 10.04.2002

*Лабенко Володимир Миколайович, інженер. В 1999 році закінчив ХВУ. Область наукових інтересів – автоматизовані системи управління.*