

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.

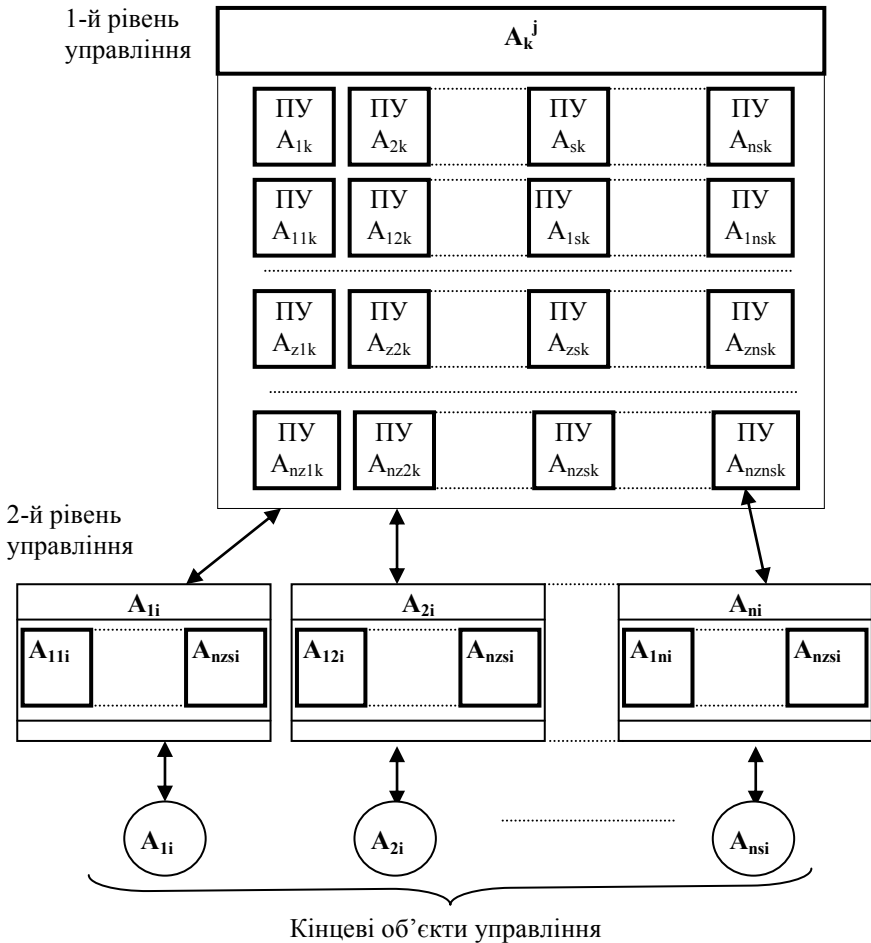


Рис. 1. Структурна схема декомпозиції елементів системи управління

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:

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

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.