

при оптимізації процесу споживання і розподілу трудових і матеріальних ресурсів з метою їхньої економії в процесі виробничої діяльності авіапідприємств [2].

Система керування ресурсами у СТС вирішує такі задачі:

- контроль поточного рівня споживання ресурсів;
- прийняття рішень про необхідність поповнення ресурсів або формування керуючих впливів на СТС з метою регулювання рівня споживання ресурсів;
- реалізація прийнятих рішень.

Задача алгоритмів обробки інформації в системі керування ресурсами полягає у формуванні і реалізації відповідних команд.

У загальному випадку опис процесів керування ресурсами в СТС можна звести до спрощеної схеми «стан – рішення – дія», використовуючи оператори типу S, F, R .

Оператор типу $S(r)$ вирішує задачу оцінки стану СТС за ознакою рівня споживання ресурсів:

$$S = \begin{cases} S_0(r), r_i \in r_0, \Delta r_i = 0; \\ S_k(r), r_i \notin r_n, \Delta r_i \leq \Delta r_n; \\ S_t(r), r_i \notin r_n, \Delta r_i > \Delta r_n, \end{cases} \quad (1)$$

де $S_0(r)$ – стан системи, який не потребує поповнення ресурсів; $S_k(r)$ – стан системи, в якому потрібно поповнення ресурсів; $S_t(r)$ – стан системи, в якому мають місце перевитрати ресурсів; r_i – поточний рівень споживаних ресурсів; Δr_i – рівень поповнення ресурсів, необхідних для нормального функціонування СТС; r_n – нормативний рівень поповнення ресурсів.

Оператор типу $F(S)$ з урахуванням співвідношення (1) формує одне з таких альтернативних рішень:

$$F(S) = \begin{cases} F_0(S(r)), S(r) \in S_0(r); \\ F_k(S(r)), S(r) \in S_k(r); \\ F_t(S(r)), S(r) \in S_t(r), \end{cases} \quad (2)$$

де $F_0(\cdot)$ – рішення про відсутність необхідності поповнення ресурсів; $F_k(\cdot)$ – рішення про поповнення ресурсів; $F_t(\cdot)$ – рішення про проведення визначених керуючих впливів на елементи СТС з метою усунення причин перевитрат ресурсів.

Оператор типу $R(F)$ реалізує прийняте згідно з виразом (2) рішення:

$$R(F) = \begin{cases} R_0(F(s)), F(s) \in F_0(s); \\ R_k(F(s)), F(s) \in F_k(s); \\ R_t(F(s)), F(s) \in F_t(s), \end{cases} \quad (3)$$

де $R_0(\cdot)$ – реалізує планове споживання ресурсів згідно з технологічним процесом формування «вихідного продукту» СТС; $R_k(\cdot)$ – реалізує поповнення запасів ресурсів; $R_t(\cdot)$ – реалізує керуючий вплив на елементи СТС для усунення причин перевитрат ресурсів.

У наведених задачах алгоритмічного забезпечення керування ресурсами особливе місце займає задача прийняття і реалізації рішень, необхідних для усунення причин перевитрат ресурсів.

Досвід експлуатації складних технічних систем показує, що при формуванні рішень, спрямованих на усунення різкого збільшення рівня витрат ресурсів, особа, яка приймає рішення (ОПР), стикається з труднощами через необхідність збирання і обробки великого обсягу вихідної інформації про процеси, які відбуваються в системі, урахування ряду економічних і соціальних аспектів реалізації прийнятих рішень тощо. При цьому багато чинників, що супроводжують прийняття рішень, не піддаються чіткому опису, тому часто ОПР приймає рішення, яке базується на власній інтуїції, здоровому глузді і досвіді, накопиченому в цій галузі.

Розглянемо один із методів розв'язання подібних задач, використовуючи підходи теорії нечітких множин [3].

Нехай є множина m альтернативних засобів усунення причин перевитрат ресурсів у СТС. За оцінками експертів реалізація прийнятих рішень $F_{i,(i \in m)}$ може призвести до економічних C_i

(додаткові витрати на реалізацію прийнятих рішень) і соціальних G_i (скорочення або зміна кваліфікаційних вимог до персоналу, раціоналізація структури керування тощо) наслідків. З можливих варіантів потрібно вибрати метод усунення причин перевитрат ресурсів з мінімальними економічними і соціальними наслідками при безумовному забезпеченні необхідного рівня середнього прибутку D від реалізації «вихідного продукту» СТС.

Подамо взаємозв'язок множин альтернативних рішень F і відповідних наслідків, економічних $X \in \tilde{N}_m$ і соціальних $Y \in G_m$ у вигляді матриць нечітких відносин xCF та yGF з відповідними функціями належності $M_C(x, F) \rightarrow |0, 1|$ та $M_G(y, F) \rightarrow |0, 1|$:

$$C = \begin{array}{c|cccc} & F_1 & F_2 & F_3 & \dots & F_m \\ \hline x_1 & M_C(x_1, F_1) & M_C(x_1, F_2) & M_C(x_1, F_3) & \dots & M_C(x_1, F_m) \\ x_2 & M_C(x_2, F_1) & M_C(x_2, F_2) & M_C(x_2, F_3) & \dots & M_C(x_2, F_m) \\ x_3 & M_C(x_3, F_1) & M_C(x_3, F_2) & M_C(x_3, F_3) & \dots & M_C(x_3, F_m) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_i & M_C(x_i, F_1) & M_C(x_i, F_2) & M_C(x_i, F_3) & \dots & M_C(x_i, F_m) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_m & M_C(x_m, F_1) & M_C(x_m, F_2) & M_C(x_m, F_3) & \dots & M_C(x_m, F_m) \end{array} \quad (4)$$

$$G = \begin{array}{c|cccc} & F_1 & F_2 & F_3 & \dots & F_m \\ \hline y_1 & M_G(y_1, F_1) & M_G(y_1, F_2) & M_G(y_1, F_3) & \dots & M_G(y_1, F_m) \\ y_2 & M_G(y_2, F_1) & M_G(y_2, F_2) & M_G(y_2, F_3) & \dots & M_G(y_2, F_m) \\ y_3 & M_G(y_3, F_1) & M_G(y_3, F_2) & M_G(y_3, F_3) & \dots & M_G(y_3, F_m) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_j & M_G(y_j, F_1) & M_G(y_j, F_2) & M_G(y_j, F_3) & \dots & M_G(y_j, F_m) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_m & M_G(y_m, F_1) & M_G(y_m, F_2) & M_G(y_m, F_3) & \dots & M_G(y_m, F_m) \end{array} \quad (5)$$

Матриці (4) і (5) є узагальненими оцінками ступеня належності негативних наслідків до тих чи інших рішень, спрямованих на усунення причин перевитрат ресурсів у СТС. У разі прийняття рішення F_i , яке не має наслідку ані економічного типу x_i , ані соціального типу y_j , відповідна функція належності дорівнює нулю.

Подамо стовпчики матриць (4) і (5) у вигляді таких нечітких множин:

$$\begin{aligned} F_{1C} &= \{M_C(x_1, F_1)F_1, M_C(x_2, F_1)F_1, M_C(x_3, F_1)F_1, \dots, M_C(x_m, F_1)F_1\} \\ F_{2C} &= \{M_C(x_1, F_2)F_2, M_C(x_2, F_2)F_2, M_C(x_3, F_2)F_2, \dots, M_C(x_m, F_2)F_2\} \\ F_{3C} &= \{M_C(x_1, F_3)F_3, M_C(x_2, F_3)F_3, M_C(x_3, F_3)F_3, \dots, M_C(x_m, F_3)F_3\} \\ &\dots \\ F_{iC} &= \{M_C(x_1, F_i)F_i, M_C(x_2, F_i)F_i, M_C(x_3, F_i)F_i, \dots, M_C(x_m, F_i)F_i\} \\ &\dots \\ F_{mC} &= \{M_C(x_1, F_m)F_m, M_C(x_2, F_m)F_m, M_C(x_3, F_m)F_m, \dots, M_C(x_m, F_m)F_m\} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} F_{1G} &= \{M_G(y_1, F_1)F_1, M_G(y_2, F_1)F_1, M_G(y_3, F_1)F_1, \dots, M_G(y_m, F_1)F_1\} \\ F_{2G} &= \{M_G(y_1, F_2)F_2, M_G(y_2, F_2)F_2, M_G(y_3, F_2)F_2, \dots, M_G(y_m, F_2)F_2\} \\ F_{3G} &= \{M_G(y_1, F_3)F_3, M_G(y_2, F_3)F_3, M_G(y_3, F_3)F_3, \dots, M_G(y_m, F_3)F_3\} \\ &\dots \\ F_{jG} &= \{M_G(y_1, F_j)F_j, M_G(y_2, F_j)F_j, M_G(y_3, F_j)F_j, \dots, M_G(y_m, F_j)F_j\} \\ &\dots \\ F_{mG} &= \{M_G(y_1, F_m)F_m, M_G(y_2, F_m)F_m, M_G(y_3, F_m)F_m, \dots, M_G(y_m, F_m)F_m\}. \end{aligned} \quad (7)$$

З наведених множин рішень необхідно обрати оптимальне. При цьому одночасно треба забезпечити мінімізацію рівня наслідків прийнятого рішення як економічного, так і соціального характеру. Попередньо визначається допустима з погляду ОПР підмножина рівнів негативних наслідків можливих рішень, а потім вибирається рішення з мінімальними економічними і соціальними наслідками.

Визначимо з виразів (6) і (7) верхню межу найменших значень відповідних негативних наслідків реалізації прийнятих рішень $\text{infmin}_x M_C(x, F)$ та $\text{infmin}_y M_G(y, F)$, що є межами відповідних допустимих значень. Тоді шукане рішення з мінімальними рівнями економічних і соціальних наслідків повинно знаходитися в межах:

$$\exists F : \left(M_C(x, F) \leq \text{infmin}_x (x, F); M_G(y, F) \leq \text{infmin}_y (y, F) \right). \quad (8)$$

До того ж витрати на реалізацію прийнятих рішень не повинні перевищувати визначений допустимий рівень

$$D(F) < D. \quad (9)$$

Таким чином, дана задача зводиться до класу задач математичного програмування. Вибирається рішення, за яким одночасно виконуються умови (8) і (9).

Якщо існують декілька рішень, то вибирається F_i за умови:

$$\exists F_i : \left(\min M_C(x, F) \leq \text{infmin}_x (x, F); \min M_G(y, F) \leq \text{infmin}_y (y, F) \right).$$

Наведений підхід дозволить підвищити ефективність керування ресурсами в СТС обслуговуючого типу.

Список літератури

1. Мелкумян В.Г. Некоторые вопросы синтеза и анализа сложных технологических систем обслуживающего типа // Проблемы авіоніки. – К.: КМУЦА, 1997. – С. 258-260.
2. Новиков В.С., Мелкумян В.Г., Соломенцев А.В. Вопросы управления ресурсами в технологическом процессе эксплуатации РЭО ГА // Технологические процессы при эксплуатации радиоэлектронного оборудования гражданской авиации. – К.: КИИГА, 1986. – С. 3-8.
3. Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. – М.: Наука, 1981. – 208 с.

Стаття надійшла до редакції 11 липня 2000 року.