

Ю.В. Мельник, д.т.н., П.П. Троянов, к.т.н.,
 О.М. Юрченко (Національний авіаційний університет, Україна)

Нечітка модель управління та діагностики керованої технічної системи

Запропоновано модель управління технічної системи та математичні моделі управління і моніторингу її станів. Представлені моделі є основою для опису складних технічних систем з використанням математичного апарату нечітких множин.

Все зростаюча складність сучасних об'єктів дослідження і їх унікальність призводить до порушення явного простеження причинно-наслідкових зв'язків в пізнавальному плані, що призводить дослідника до умов невизначеності при виборі або побудові математичної моделі через неповноту вихідних даних (знаць) [1].

Природно, з точки зору управління, для досягнення правильного функціонування системи, необхідно знати точний її стан і своєчасно усувати передвідмовні $W_{ПВ}$ і відмовні W_B стани, з метою мінімальної втрати якості Q_S і максимуму цільової функції системи V_S .

Узагальнену модель управління можна представити у вигляді зображеному на рис. 1.

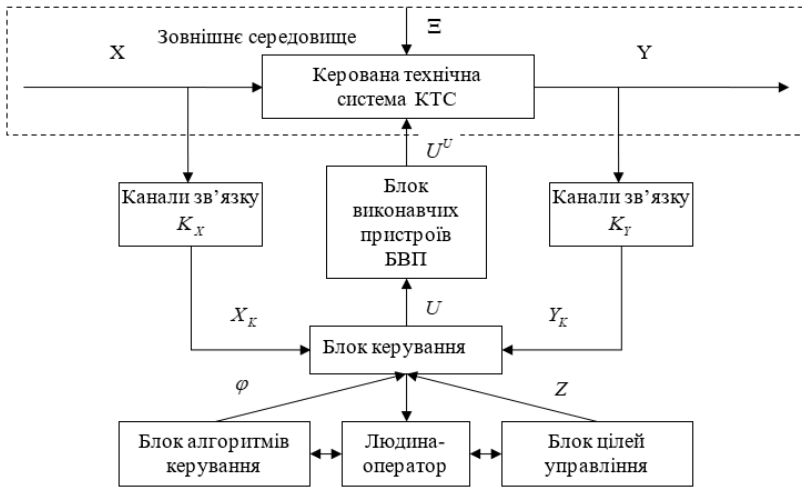


Рис. 1. Узагальнена модель управління технічною системою.

Узагальнена математична модель управління представляється в вигляді наступної впорядкованої множини:

$$M_{уп} = \langle T, X, Y, U, Q, Z, L, F, \phi, P, C, A, B \rangle \quad (1)$$

де $T = \{t\}$ - множина моментів управління (керування),

$X = \{x\}$ - множина вхідних впливів на КТС;

$Y = \{y\}$ - множина вихідних відгуків КТС;

$U = \{u\}$ - множина керуючих впливів на КТС;

$Q = \{q\}$ - множина внутрішніх станів;

$Z = \{z\}$ - множина цілей;

L, F - оператори переходу станів і виходів відповідно

$$L: T \times X \times Q \rightarrow Q, \quad F: T \times X \times Q \rightarrow Y;$$

ϕ - оператор алгоритму керування;

$P = \{p(q)\}$ - множина ймовірнісних мір;

$C = \{c(u)\}$ - множина вартості управління;

$A = \{\alpha(u)\}$, $B = \{\beta(u)\}$ - множина помилок управління першого і другого роду відповідно.

В основі будь-якого управління лежить інформація, яка може бути представлена впорядкованою парою множин $In = \langle X_K, Y_K \rangle$, тоді само управління має залежність через алгоритм $U = \phi(In, Z)$, де Z це підмножина вибраних цілей управління, а ϕ це оператор який формує керування U , $\phi: In \times Z \rightarrow U$

З урахуванням вищенаведеного модель управління можна представити залежністю:

$$Y = F(T, X, U, \varepsilon) \quad (2)$$

Оператор F визначається як $F = St, b$, де St - структура КТС, b - вектор параметрів.

Складовою частиною будь-якої складної системи управління є контроль і діагностика (КД) стану об'єкту управління (ОУ) або моніторинг. Агреговану модель системи КД можна уявити впорядкованою системою множин:

$$M_{КД} = \langle T^*, E, \theta, \Pi, \Phi, P, C, A, B \rangle,$$

де $E = \{\vec{e}_i\}_{i=1}^m$ - множина технічних станів об'єкту управління, $E \subset Q$; $\vec{e} = (e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in})$, e_{ij} - узагальнена ознака i -го агрегованого стану, $j = 1, \dots, n$; $\theta = \{e_{ij}\}$, $i = 1, \dots, m$ - множина ознак всіх технічних станів; $\Pi = \{\pi_i\}_{i=1}^n$ - множина перевірок для відповідної ознаки j , $\Pi \subset U$; $T^* = \{t\}$ - множина моментів контролю t , $T^* \subset T$; Φ - оператор виходу, $\Phi: T^* \times E \times \Pi \rightarrow \theta$; $P = \{p(e_i)\}_{i=1}^m$ - множина ймовірнісних мір; $C = \{c(\pi_j)\}_{j=1}^n$ - множина цін перевірок; $A = \{\alpha_j\}_{j=1}^n$, $B = \{\beta_j\}_{j=1}^n$ - множина помилок першого α_j і другого β_j роду перевірок π_j .

Модель об'єкту контролю і діагностики описується математичними моделями справного і несправного технічного об'єкту:

$$Y = F_0(X, Q, T),$$

$$Y_i = F_i(X, Q, T), \quad i \in Def$$

де F_0, F_i - оператори справного і несправного стану ОУ; $Def = \{d_i\}$ - множина несправностей. При цьому $Def = \psi(E_d)$, E_d - множина несправних станів, $E_d \subset E$.

Однак найчастіше в реальних умовах здійснення завдань управління об'єктом ефективно і в повному обсязі не досягається через їх складності, неповноти інформації про навколишнє середовище і стан об'єкту, неточно сформульованої мети управління, обмеженості ресурсів, дефіциту часу прийняття рішення і інших чинників. У зв'язку з цим в моделі управління її складові можуть формуватися в концепціях теорії нечітких множин.

Тоді в залежності від конкретної ситуації модель управління може бути представлена системою множин:

$$M_{YII} = \langle T, X, Y, U, \tilde{Q}, Z, L, F, \phi, G, C, A, B \rangle \quad (3)$$

де $\tilde{Q} = \{q/\mu(q)\}$ - нечітка множина станів; $\mu(q)$ - нечітка функція приналежності, $\mu(q) \in [0,1]$; $G\{g(q)\}$ - множина нечітких мір, $g(q) \in [0,1]$.

$$M_{YII} = \langle T, X, Y, \tilde{U}, \tilde{Q}, \tilde{Z}, L, F, \phi, G, C, A, B \rangle \quad (4)$$

де $\tilde{U} = \{u/\mu(u)\}$ - нечітка множина управляючих впливів; $\tilde{Z} = \{z/\mu(z)\}$ - нечітка множина цілей.

$$M_{YII} = \langle T, X, Y, \tilde{U}, \tilde{Q}, \tilde{Z}, L, F, \phi, G, \tilde{C}, A, B \rangle \quad (5)$$

де $\tilde{C} = \{c/\mu(c)\}$ - нечітка множина витрат.

Ієрархічна модель об'єкту управління з нечіткими складовими має вигляд:

$$Y = F_4(F_3(F_2(F_1(X_1, \tilde{U}_1, \varepsilon_1), \tilde{U}_2, \varepsilon_2), \tilde{U}_3, \varepsilon_3), \tilde{U}_4, \varepsilon_4) \quad (6)$$

Узагальнена математична модель системи контролю і діагностики в складі системи управління при нечітких умовах представляється упорядкованою множиною:

$$M_{KDI} = \langle T^*, \tilde{E}, \theta, \Pi, \Phi, G, \tilde{C}, A, B \rangle$$

де \tilde{E} - множина нечітких станів об'єкту управління, \tilde{C} - множина нечітких цін перевірок або обмежень, \tilde{G} - множина нечітких мір.

Ефективність і якість управління технічною системою залежить від ефективності функціонування кожної складової системи управління. Запропоновані математичні моделі системи контролю і діагностики в складі системи управління при нечітких умовах представляються актуальними для опису і проектування керованих технічних систем будь якої складності і призначення.

Список літератури

1. Методи, моделі та інформаційні технології оцінювання станів складних об'єктів : монографія / Є. І. Кучеренко, В. Є. Кучеренко, І. С. Глушенкова, І. С. Творошенко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; Харк. нац. ун-т радіоелектроніки. – Х. : ХНАМГ : ХНУРЕ, 2012. – 276 с.
2. Мельник Ю.В. Принципи інтелектуального управління телекомунікаційними мережами нового покоління / Мельник В.Ю. // Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2017. – № 4(57). – С. 52-57.