

ІНТЕРВАЛЬНІ ТА РОЗМІТІ МОДЕЛІ СТАНІВ ОБ'ЄКТА ТА
ВИБІР ПРОЦЕДУР КЛАСИФІКАЦІЇ СИТУАЦІЙ В ЦІЛЬОВОМУ
ПРОСТОРІ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

Л.С.Сікора¹, О.С.Довгун¹, М.О.Медиковський², Р.Л.Ткачук¹

¹Центр стратегічних досліджень еко-біотехнічних систем, Львів

²Національний університет "Львівська політехніка, Львів

Розглянуто нові підходи до вибору моделей і процедур
класифікації цільового простору складних систем в
динамічному режимі розпізнавання ситуацій.

Вступ

Аналіз динаміки складних систем в умовах конфлікту інтересів
боротьби за ресурси є актуальною задачею системного підходу до
синтезу структур та стратегій автоматичного управління. Ця
проблемна задача важлива як для соціальних систем, так і виробничих.

технологічних систем, які функціонують в умовах дії обмежень на ресурси, що провокує конфлікти за їх розподіл при неможливості вироблення кооперативних цілей та стратегій. Складність полягає в невизначеності цільових ситуацій, які створюються в умовах незнання локальних цілей, розмитості параметрів станів об'єктів технологічних процесів, дії збурень на параметри і структуру технологічної системи, сценаріїв цілеспрямованої конфліктної гри в боротьбі за енергетичні і матеріальні ресурси та пріоритети їх розподілу для гарантованого функціонування комплексів.

Візуалізація, обробка і розпізнавання складноструктурованих образів технологічних ситуацій в енергоактивних об'єктах різної фізико-хімічної та енергетичної природи використовується з метою виявлення кризових ознак для побудови процедур класифікації в процесі прийняття управлінських рішень на основі моделей етапних динамічних ситуацій в цільовому просторі системи та їх енергетичних характеристик.

Складноструктуровані моделі образів об'єктів і технологічних динамічних процесів (факели горіння в енергоблоках) відображаються через динамічні інформаційні потоки даних, власне розмиту ситуаційну структуру об'єктів технологічних систем в умовах дії збурень різної фізичної природи.

Побудова і верифікація таких складних моделей образів ситуацій та їх класифікації ґрунтуються на методах статистики та процедурах розпаралелювання інформаційних потоків, що є підставою синтезу цільових стратегій управління при визначених цілях або цільових функціях з вказаним рівнем ризику (прийняття рішення або аварії).

Огляд методів

Для синтезу стратегій управління необхідні обґрунтовані процедури та алгоритми опрацювання вимірювальних даних. Синтез стратегій управління такими системами ґрунтується на побудові стохастичної моделі об'єкта регулювання, яка охоплює множинні взаємозв'язки параметрів, що характеризують режим роботи, розробці критеріїв і методик оцінки параметрів моделі, які мають стохастичний характер, розробки алгоритмів і пристроїв для оцінки цих параметрів. Оцінки параметрів стану об'єкта управління та визначення поведінки їх траєкторії відносно порогових і граничних значень режимів функціонування, служать базою для формування і прийняття рішень на управління в САР, тобто є основою процедури побудови і вибору стратегій управління.

Розв'язок проблеми синтезу ґрунтується на знанні моделей, які є надійними при дії завад, а також достовірними. При цьому потенціальна надійність знижує точність моделі до певних границь. Алгоритмічні методи закладені в структуру моделей вимагають обмеженого числа даних, враховують їх статистичну нестійкість, а результати формують у вигляді інтервальних оцінок.

Синтез моделі випадкового процесу ґрунтується як на класичних теоретичних моделях, так і на результатах експерименту $\langle \{x_n\} \& \{x_m\}_{i=1}^m, \forall n \in \{1, N\} \rangle$. Тоді усереднення за спільною функцією ознак з визначенням границь допустимих інтервалів значень задають адитивною моделлю, а саме:

$$\begin{aligned} \bar{M}[g(x, y)] &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N g(x_i, y_i) + \Delta; & M[g(x, y)] &= \\ &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N g(x_i, y_i) - \Delta \xi(t, \tau) \end{aligned}$$

де $g(x, y)$ — модель генеруючого процесу. Якщо в експерименті є можливість змінювати стан по x і набирати статистику для y , то одержимо перехідні моделі процедури генерації випадкових сигналів

$$\begin{aligned} \langle x, y | g, x - \text{var} \rangle &\rightarrow M_x^y [g(x, y)] \rightarrow \\ &\rightarrow \left\{ M_x^y [g] \bar{M}_x^y [g] \right\}, \end{aligned}$$

які розкладаються за компонентами (x, y) в структурі сигналу.

Дискретні моделі відносно $x = \{x_0, x_1\}$ задамо у вигляді математичних сподівань для перехідних ймовірностей та перерізів в просторі станів

$$\begin{aligned} x_0 &\rightarrow M_{x_0} (x_0) \rightarrow \\ &\rightarrow \left\{ P_x : M_x^y = \bigcup_v P_v, P_{(v)} \in M_x^y, x = x_0 \right\}. \end{aligned}$$

Процес отримання конструктивної моделі математичної структури об'єкта зводиться до конкретизації операторів системної

при побудові моделі об'єкта управління враховується той факт, що процес енергообміну є основним в структурі технологічного процесу при виробництві продукції і інших виробничих операціях. Це призводить до того, що процес енергообміну є неперервним протягом всієї компанії функціонування, що ставлять жорсткі вимоги до систем і механізмів, які забезпечують заданий режим технології при зміні зовнішніх умов та високих температур в об'єктах. Автоматизація технологічного процесу є складною проблемою, як з точки зору самого процесу енергообміну, так і зв'язку з складністю відбору інформації при високих температурах про стан об'єкта (спостереження системи). Формування алгоритму управління режимом об'єкта ґрунтується на аналізі вимірюваної інформації. Технологічна енергоактивна структура є багатомірною стохастичною системою з розподіленими параметрами, значною інерційністю, дією на неї випадкових і детермінованих збурень. Стану режимів об'єкта, породжених за рахунок як зовнішнього, так і внутрішнього середовища. Тому для повного математичного опису (моделювання) процесів в об'єкті будується (створюється) комплексна модель з ієрархічною структурою, в яку входять об'єкт управління, джерела ресурсів і збурень, виконавчі механізми управління режимом.

Для забезпечення точності спостереження за заданим режимом технологічного процесу САУ повинна мати робастні властивості стратегії управління при дії збурень і завад. Питання стійкості робастних спостерігачів динамічного стану технологічного об'єкта розглянуті і обґрунтовані в роботах [1-7].

Реальні траєкторії стану ОУ-ТП, які відображаються сигналами на вході ВП при протіканні технологічних процесів, мають стохастичний нестационарний характер. Рівняння динаміки у вигляді балансу ресурсів відображених у формі Коші майже у всіх випадках не мають аналітичних розв'язків.

Тому самі розв'язки в статистичних методах не є точними і усередненими на відрізок часу, і їх застосування дає оптимальні результати в процедурах прийняття рішень, що є основою постановки проблеми синтезу і аналізу правил прийняття рішень [1,2].

Важливою проблемою при розв'язанні задач управління складними об'єктами в умовах дії збурень, що створює ситуацію невизначеності і поточної розмитості параметрів стану є розробка процедури декомпозиції задачі управління в умовах конфлікту розподілу енергетичних та матеріальних ресурсів [8-24].

параметризації, виходячи з результатів тестування; використанні робастних алгоритмів опрацювання даних експериментів, згідно з вибраними критеріями якості.

Методи побудови моделей

Для ідентифікації енергоактивного комплексу, на базі параметризованих і структурованих моделей, на основі системи диференціальних рівнянь в просторі станів, можна одержати опис траєкторій поведінки об'єкта як розв'язки системи означених рівнянь в явній формі або через імітаційне моделювання на обчислюваній системі мережі.

При цьому компоненти енергоактивної комплексної системи мають різну фізичну природу, а її структура n -рівнів ієрархії.

Енергетичний рівень компонент активних ресурсів: CB_{GT} — енерготермінальні; CB_{RT} — рідке паливо; CBn — агродинамічні вітрові потоки; CBc — гази; TDB_M — мазути; TDB_T — твердопаливні термодинамічні; TD_T — сонячні батареї, які визначають лінійо генераторів електричної та термодинамічної енергії.

I. SR_c — система розподілу енергії як місце енергетичного конфлікту енергоактивних споживачів.

II. SEA_s — система активних споживачів енергії в яку входять такі компоненти: TS_{st} — скловарні печі великої потужності; TS_{t2} — металургійні комбінати; TS_{sf} — фермерські і сільгоспкомплекси; TS_{st} — енергоактивні виробничі підприємства; $TS_{ж}$ — соціальні структури міст і сіл; TS_B — будівельні комплекси; TS_{st} — аеропорти; TS_{rk} — регіональні енергоактивні структури.

Модель динаміки приросту ресурсів за рахунок матеріально-енергетичних потоків в активній системі подамо у вигляді:

$$\frac{dQ_i(t, u, \xi)}{dt} = \left(\sum_{i=1}^m G_i^u(t, u) - \sum_{i=1}^n G_i^\xi(t, \xi) \right),$$

$$\mu_{re} \frac{dQ_i(t, u, \xi)}{dt} = \left(\sum_{i=1}^m C_i^u(t, u) - \sum_{i=1}^n C_i^\xi(t, \xi) \right),$$

моделі на основі експериментальних даних і теоретичних знань про характер функціонування системи і її цілеорієнтації [1-7]. Тому необхідно сформулювати системні зміни, які визначають структуру динаміку об'єкта. Множина вхідних сигналів $\{a_i, i = 1, n\}$.

1. Процедура побудови нових елементів

$$\{b_i = \text{Alg}(\otimes a_i) \Big|_{i=1}^n \Big\}_{i=1}^k.$$

2. Умови замикання множини елементів

$$x_j = \{a_i, b_j \mid i, j \in [1, k]\}.$$

3. Множини відношень в системі

$$R_i = \{R_{i1}, R_{i2}, \dots, R_{im}\}_{i=1}^k; \quad R_j = \{R_{j1}, \dots, R_{jm}\}_{j=1}^m;$$

$$\{x_i\}_{i=1}^n \in \xrightarrow{R_i} \{y_j\}_{j=1}^m \subset y^n.$$

4. Множини правил утворення послідовностей

$$P = \{P_1, \dots, P_n\}, \quad P_j = R_j \{x_1, \dots, x_j\}.$$

5. Індуктивно визначений клас правильно побудованих форм опису динаміки.

Концептуальний аналіз об'єкта є дослідженням на понятійно-рівні його моделі структури й динаміки на основі концептуальних конструкцій, які описують класи об'єктів з постійними зв'язками, понять, обмежень, процедури, алгоритмів; правил, які діють в заданій предметній області.

Інформаційна процедура генерації моделей об'єкта дослідження ґрунтується на фізико-математичних рівняннях динаміки.

Тоді моделлю виступає цілеорієнтована множина об'єктів і відношень між ними у такому вигляді:

$$KL[M] = [E, R], \quad \forall E_i, \exists R_j \{R_j : E_i \rightarrow E_j\},$$

де $E = \{I, i \in I\}$ — множина об'єктів, $R = \{R_j, I \in I\}$ — множина відношень.

Концептуальні моделі основних категорій визначають базові елементи складних систем та структуру їх організації і відношень моделей динаміки.

Процедура вибору і ідентифікації об'єкта ґрунтується на побудові математичних моделей виходячи з фундаментальних математико-фізичних теорій і електродинаміки складних систем експериментальних методах та базових концептуальних моделях.

$$\int_a^{b_i} [V(u_m, t) - V(t)] dt < \Delta X +$$

$$+ \int_{b_{i-1}}^{b_i} [V(t) - U^*(u, \xi, t)] dt,$$

тоді $\forall t \in [a, b_i]: U_{\max}(t) = U^*(t, \xi, V_{\max})$. Звідси одержимо модель управляючих дій:

$$U^*(t) = \begin{cases} U(v, t), \forall t \in [a, t_{i-1}); \\ U_{\max}(t, \xi), \forall t \in [t_{i-1}, b_i], \end{cases}$$

а траєкторія стану має таке представлення:

$$x(t) = x(b_{k+1}) + \int_{b_{k+1}}^t W^*(\xi_1, \xi_2, U_k, V_k, t) dt.$$

При цьому величина приросту ресурсу визначається з умови розбалансу в допустимих інтервалах параметра стану: $\tau_k = [a_k, b_k]$.

$$S_k = \left[\sum_k \int_{b_{k+1}}^{a_k} x(t) dt \right] \left[\sum_k (a_k - b_{k+1}) \right]^{-1}.$$

Тоді модель динаміки управління задається у вигляді дискретного рівняння балансу швидкостей матеріальних керованих потоків (для циклів завантаження — витрата ресурсів):

$$V(t) dt = S_n - x(b_k),$$

$$\int_{\tau_k}^{b_k} U_n(t) = \begin{cases} U_{\max}(t), & \forall t \in (a_k, \tau_k) \\ U(v, t, \xi), & \forall t \in (\tau_k', \tau_k'') \\ 0, & \forall t \in (\tau_k'', b_k) \end{cases}$$

що відображає дискретну структуру управляючих дій.

Наведемо процедуру формування опису структури і динаміки моделі об'єкта на основі траєкторного представлення динаміки поведінки в просторі станів у формі Коші.

Математична модель просторово-розподілених процесів в реакторі з нестационарними дифузійю і термомасообміном в просторі станів має вигляд:

де $Q(\cdot)$ — масові потоки ресурсів, керованих по u і дією збурень;
 $G^M(\cdot)$ — матеріальні потоки, C^A, C^H — активні та пасивні енергетичні потоки в термодинамічних фізико-хімічних перетвореннях в реакторі технологічної системи.

Моделі динаміки можуть бути представлені через рівняння форми Коші або через баланс швидкостей ресурсних потоків виражених в інтервальному представленні

$$\Delta X(\tau|T_m) = \max_{\tau} \left\{ 0, \min_{\tau_0} \int_0^{\tau} [V_{\max}(u, \xi, \tau) - V(\xi_2, \tau)] d\tau \right\}$$

де $V(\cdot)$ — масові (об'ємні) швидкості потоків.

Для синтезу оптимального управління в сенсі Понтрягіна введемо розбиття термінального часу $T_m = \bigcup_i (a_i, b_i)$, де функція розбалансування потоків ресурсів не змінює знака

$$W(t_i) = [V(U_m(t_i), \tau_i) - V(\tau_i)] \begin{matrix} H_1 \\ > \\ H_2 \\ < \end{matrix} 0,$$

$$\forall t_i, \tau_i \in (a_i, b_i)$$

де $H_1: W(t_i) > 0$, $H_2: W(t_i | t_i \in (c_i, d_i)) \leq 0$ — гіпотези про можливі ситуації. Тоді позначивши інтервали стану об'єкта, керування об'єктом в просторі, цілей маємо такі ситуації:

$$\begin{aligned} Sit_1: & \left(H_1: \left(I_A = \bigcup_i \{(a_i, b_i) | W(t_i) > 0\} \right) \Rightarrow K_1 \right) \\ Sit_2: & \left(H_2: \left(I_C = \bigcup_i \{(c_i, d_i) | W(t_i) \leq 0\} \right) \Rightarrow K_2 \right), \end{aligned}$$

щодо яких одержимо модель рівняння балансу ресурсів в реальності об'єкта

для приросту потоків у вигляді:

$$M_1 \left\{ \cos \omega_i t \Big|_{i=1}^m \right\}; \Delta Q_1(t) = \sum_{i=1}^m \Delta A(Q_i) \cos \omega_i t;$$

$$M_2 \left\{ \sin \omega_i t \Big|_{i=1}^m \right\}; \Delta Q_2(t) = \sum_{i=1}^m \Delta B(Q_i) \sin \omega_i t;$$

$$M_3 \left\{ (e^{-at} - e^{-bt})^2 / p \right\};$$

$$\Delta Q_3(t) = \begin{cases} 0, & 2a \in [0, t]; \\ 1, & t \in [2a, (a+b)]; \\ -1, & t \in [(a+b), 2b]; \\ 0, & t > 2b; \end{cases}$$

$$M_4 \left\{ (e^{-at} - e^{-bt})^2 / p \right\};$$

$$\Delta Q_4(t) = \begin{cases} 0, & t \notin [a, b]; \\ 1, & t \in [a, b]; \end{cases}$$

де (a, b, ω) — параметри функції перемикання потоків. Якщо $(U_0(t) \in KLU_i, KLU_i \in KLStraf[U/Ci])$ за апріорною інформацією, необхідною для досягнення цілі $\{Ci \in KLC\}_{i=1}^m$, то зміна стану запишеться як

$$\langle x_0(t), y_0(t) \rangle = f \langle U_i(t), y_0(t), x_0(t) \rangle.$$

При дії збурень ми отримаємо “віяло” невизначеності відображень в просторі станів об’єкта керування, що ускладнює розпізнавання динамічної ситуації в системі

$$\frac{\partial x(t, z)}{\partial t} = A_{zx}(x, \theta, z, t, \xi) + \\ + B(t, z)U(t, z, \xi) + C(t, z)W(t, z).$$

З граничними та початковими умовами заданими як

$$Z \in \Omega_{t, z, \xi}, t \in T_m = [t_i, t_i + \tau_m]; \\ x(t, z, \xi = 0)|_{t_i} = x_0(z) \in HS_{z, \xi}; M[\xi(t_i)] = 0 \\ A_{zx}(x, \theta, t, z) = B_0(t, z)U_m(t, z) + \\ + C_0(t, z)W_0(t, z).$$

де x — вектор стану системи, z — просторовий вектор, A_{zx} — нелінійний оператор системи (реактора).

Нелінійний оператор A_{zx} може бути представлений через адитивну модель в нелінійному базисі

$$A_{zx}[x, \theta, t, z, \xi = 0] = \\ = \sum_{i=1}^r \frac{\partial}{\partial z_i} \left[\sum_{j=1}^r \theta_j^1(x, t, z) \frac{\partial x(t, z)}{\partial z_j} \right] + \\ + \sum_{i=1}^r \left[\theta_i^2(x, t, z) \frac{\partial x(t, z)}{\partial z_i} \right]_{z_i}, \quad \forall \lambda \xi_i$$

і визначає динаміку протікання процесу в об'єкті технологічної системи.

Модель динаміки масових матеріальних потоків виглядає так:

$$\frac{dM_u(t, u)}{dt} = \sum_{i=1}^m Q_i(t, u, \xi) - \sum_{j=1}^n Q_j(t, \xi_j),$$

де $Q(\)$ кг/с — масовий потік в реактор технологічної системи.

(ξ, ξ_i) — збурення потоку, $M_u(t|T_m) = \int_{t_m}^{t_m + T_m} V_u(t, u, \xi_i, \xi) dt + M_u(t_m)$

запас матеріального ресурсу в кінці потоку терміну T_m .

Модель масового потоку в реактор можна представити через базисні функції (гармонічні, дискретні)

$$Q(t, u, \xi) = M[Q(t, u, \xi)] + \Delta Q(t, u, \xi)$$

$$5. A \subseteq B \Leftrightarrow (\mu_A(x) \leq \mu_B(x), \forall x \in X);$$

$$6. A \cap B \Leftrightarrow \begin{cases} \mu_{A \cap B}(x) = \\ = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)), \forall x \in X \end{cases}$$

$$7. A \cup B \Leftrightarrow \begin{cases} \mu_{A \cup B}(x) = \\ = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)), \forall x \in X \end{cases}$$

$$8. \mu_{A \cap B} = \mu_A(x) \mu_B(x), \forall x \in X;$$

$$9. \begin{cases} [\exists R(x, y) \rightarrow xRy, x \in X, y \in Y] \Rightarrow \\ \Rightarrow xRy \in [X \times Y]; \mu_R(x, y) \xrightarrow{R} [X \times Y], \end{cases}$$

де $\mu_A(x)$ — властивість розподілу параметра: $A \subseteq I_1, I_2$ — інтервал допустимих станів об'єкта; $S(A)$ — носій A , який визначає топологічну структуру простору станів об'єкта керування:

$(A = B, A \subseteq B, A \cup B, A \cap B)$ — логічні структури, на основі яких формуються процедури порівняння, дискримінації, класифікації оцінок ситуацій в просторі станів і цільовому; $\mu_{AB}(x)$ пов'язує вектори параметрів та їх зв'язки при інформаційних перетвореннях.

Формування команд управління ґрунтується на логічних процедурах формування висновків

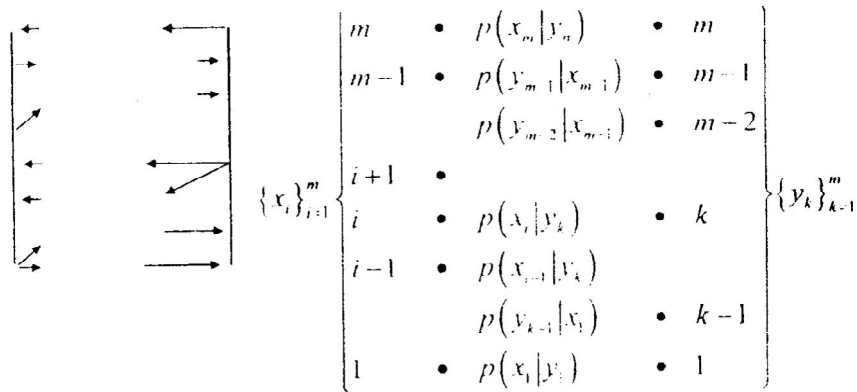
$$(A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow C) \mapsto A \rightarrow C.$$

При дії збурень процедури класифікації повинні враховувати розмитість параметрів стану, оцінки яких одержані з допомогою (ІВС) інформаційно-вимірювальних систем.

Тобто, опис ситуацій в системі носить розмитий характер при дії збурень і недостатності апріорної інформації, тому прийняття рішень в умовах розмитості цілей і обмежень на них визначається процедурою:

$$\left. \begin{cases} D: A \lg [G \cap C], \\ \mu_D(x) = \min[\mu_G(x), \mu_C(x)] \end{cases} \right| \forall x \in V_x(C),$$

де $G = \{x, \mu_G(x)\}$ — розмиті обмеження, $C = \{x, \mu_C(x)\}_C$ — розмиті цілі на області $V_x(\cdot)$ допустимого стану в просторі цілей.



Тоді інформація про стан об'єкта має розмитий (невизначений) характер, а її міра представлена через густину ймовірності параметр стану

$$I(X, Y) = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m p(x_i, y_k) \log \frac{p(y_k | x_i)}{p(y_k)}$$

Для простору станів з розмитою структурою область його розбиття визначається розмитими множинами, а належність елементу в просторі стану визначається функцією належності:

$$\exists \Pi S ds = \bigcup_{i=1}^m V_i(A), \exists \mu_A(x), x \in R^n \mapsto \left\{ \begin{array}{l} \mu_A(x) \in [0, 1], (\mu_A(x) = 0) \Rightarrow \\ \Rightarrow x \notin A, (\mu_A(x) = 1) \Rightarrow \text{Prob}(x \in A) = 1 \end{array} \right\}$$

Тоді, виходячи з наведеного вище, маємо такі властивості розмитих множин, які є основою відображення опису моделі параметра стану в умовах невизначеності у вигляді ситуаційно-логіко-математичних структур:

1. $A = \{x, \mu_A(x)\}, \forall x \in X$ — розмиття множини;
2. $S(A) = \{x, x \in X, \mu_A(x) > 0\}$ — носій A ;
3. $\{\sup x \mu_A(x) = 1, \forall x \in A\}$ — A -номінальна множина;
4. $A = B \Leftrightarrow (\mu_A(x) = \mu_B(x), \forall x \in X)$;

де $I_S(D_{AVAR}), I_A(AVAR)$ — індикатори перед аварійної і аварійної ситуації в просторі станів та цільовому.

Ситуації управління в режимі задаються умовами, які визначають можливі стани в зоні гарантованого функціонування АСУ-ТП

$$\text{Prob}(H_u : (\bar{Z}(t) \leq Z^{U*})) = (1 - \varepsilon_u^+) \rightarrow I_{u^+}(K_{11}),$$

$$\text{Prob}(H_m : (\bar{Z}(t) \geq Z^{M*})) = (1 - \varepsilon_m^-) \rightarrow I_{m^-}(K_{12})$$

Дискримінантними лініями в просторі станів і цільовому тоді виступають

$$\left\{ \begin{array}{l} L^{U*}(Z^{U*}, \pm \varepsilon^{U*}); L^{A*}(Z^{A*}, \pm \varepsilon^{A*}) \\ L^{M*}(Z^{M*}, \pm \varepsilon^{M*}); L^{A-}(Z^{A-}, \pm \varepsilon^{A-}) \end{array} \right\}_{t \in \mathcal{K}_i}$$

Ймовірність гіпотез буде обчислюватись на наборі інтервалів часу $(\tau_i)_{i=1}^m$, що забезпечує коректне оцінювання ситуації в технологічній структурі при циклічному управлінні об'єкта АСУ-ТП.

При цьому часова структура інтервалу функціонування системи дозволяє виділити локально-інваріантні, термінальні, інваріантні класи, відносно способу досягнення цілі в АСУ-ТП: $\exists I_Z \neq \emptyset$.

$$I_Z = E_Z(Z(t) \in (Z_0 + \Delta Z_{\max}, Z_0 - \Delta Z_{\min})),$$

$$\exists Z_C \in V_c(Z|C_i) : Z_C \in I_Z = (I_Z^{A-} \cup I_Z^{A*} \cup I_Z^A),$$

$$\forall t \in \tau_i, \exists \tau : Z(t|\tau_i) \in KI_i(Z_i \pm \Delta, \tau_i)$$

де $(I_Z^{A-}, I_Z^{A*})_{t \in T_m}$ — смуга аварійного режиму на інтервалі спостереження T_m , I_Z^A — інтервал стійкого управління,

$[I_Z \times T_m]_{\text{ВП}} \hat{=} \bigcup_{i=1, j=1}^m KI_{ij}(Z, t)$ — модель розбиття на класи базового простору динамічної системи.

Згідно з моделлю граничної поведінки автоматизованої системи керування маємо класи динамічної ситуації відносно цільової задачі керування: $I_Z = (Z_0, Z_{\max})$ — інтервал допустимих значень параметра стану, $\{T_{m+k}\}$ — термінальні цикли керування, $\{Z^A, Z^U\}$ — граничні

Отже найбільш ймовірний вибір рішення відповідає $\left[x_{opt}^* = \arg \min \mu_D(x) \right]$, тобто маємо процедуру виявлення оптимального рішення в умовах розмитості цілі. Тоді

$$\left[\text{StruktDS, StratRPCZ} : (\exists U_i Z(t) U_i \in V_x(Z_c)) \right]$$

необхідно при дії збурюючих факторів на структуру і інформаційно-ресурсні потоки визначити індикатор ситуації в системі керування $\forall \xi > 0$,

$$\exists KI_y [DisitZ] : \left[Z(t, \xi | \tau_n) \in KL_y \rightarrow I_S(K_n) \right]$$

де $I_S(K_y)$ --- індикатор командної (управлінської) ситуації в цільовому просторі технологічної системи керування, який пов'язаний з станом об'єкта.

Маємо такі моделі з класу ситуацій в просторі станів об'єкта системи автоматичного управління об'єктом технологічної структури (САУ-ТП):

$$\begin{aligned} \text{Prob}(H_1 : \bar{Z}(t_i | \tau_m) \in [Z^{U^*}, Z^{U^*}] = I_2^U) &= \\ &= (1 - \varepsilon_1) \rightarrow I_{S1}(K_{11}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prob}(H_2 : \bar{Z}(t_j | \tau_j) \in [Z^{U^*}, Z^{A^*}] = I_{SZ}^{A^*}) &= \\ &= (1 - \varepsilon_2) \rightarrow I_{S2}(K_{12}^{A^*}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prob}(H_3 : \bar{Z}(t_k | \tau_k) > Z^{U^*}) &= \\ &= (1 - \varepsilon_3) \rightarrow I_{S3}(AVAR) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prob}(H_4 : \bar{Z}(t_n | \tau_n) \leq Z^{A^*}) &= \\ &= (1 - \varepsilon_4) \rightarrow I_{S4}(D_{AVAR}^-) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prob}(H_5 : \bar{Z}(t_l | \tau_l) \geq Z^{A^*}) &= \\ &= (1 - \varepsilon_5) \rightarrow I_{S5}(D_{AVAR}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prob}(H_6 : \dot{Z}(t_m | \tau_n) \leq Z^{A^*}) &= \\ &= (1 - \varepsilon_6) \rightarrow I_{S6}(AVAR) \end{aligned}$$

$$\text{Prob}(H_7 : \dot{Z}(t_{m+n} | \tau_m) \in [Z^{U^*}, Z^{U^*}]) \rightarrow I_{S7}(K_{S7}^{A^*}),$$

6. Губанов В.А. Введение в системный анализ. — Л.: ЛГУ, 1988. — 232с.
7. Дружинин В., Канторов Д. Проблемы системологии. — М.: Сов. радио, 1976. — 296с.
8. Куржанский А. Управление и наблюдение в условиях неопределенности. — М.: Наука, 1977. — 392с.
9. Миленький А. Классификация сигналов в условиях неопределенности. — М.: Сов. радио, 1975. — 328с.
10. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. — М.: Наука, 1981. — 488с.
11. Патрик И. Ю. Основы теории распознавания образов. — М.: Сов. радио, 1980. — 408с.
12. Себастьян Г.С. Процессы принятия решений при распознавании образов. — К.: Техника, 1965. — 142с.
13. Тимченко А. А. Основы системного проектирования та системного аналізу складних об'єктів. — К.: Либідь, 2000. — 269с.
14. Тренандер У. Лекции по теории образов T1, T2, T3. — М.: Мир, 1981.
15. Федуров А.А. и др. Введение в теорию статистически неадекватных решений. — М.: Стат., 1979. — 279с.
16. Фор А. Восприятие и распознавание образов. — М.: Машиностр., 1989. — 272с.
17. Фу К. Последовательные методы в распознавании образов и обучении машин. — М.: Наука, 1971. — 254с.
18. Фу К. Структурные методы в распознавании образов. — М.: Мир, 1977. — 319с.
19. Фукунага К. Введение в статистическую теорию распознавания образов. — М.: Наука, 1979. — 368с.
20. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. — М.: ИИЛ, 1963. — 824с.
21. Юдин Д. Вычислительные методы в теории принятия решений. — М.: Наука, 1989. — 320с.
22. Юдин Д. Математические методы управления в условиях неполной информации. — М.: Сов. радио, 1974.
23. Сікора Л.С. Робастні інформаційні концепції в процедурах синтезу систем управління. Львів. Центр стратегічних досліджень еко-біотехнічних систем. — 2001. — 572с.
24. Сікора Л.С., Медиковський М.О., Грицик В.В. (мол.). Перспективні інформаційні технології в системах автоматичного управління енергоактивними об'єктами виробничих структур. — Львів. Державний НДІ інформаційної структури. — 2002. — 416с.

ліній (параметрів) управління і аварійних режимів, $\{L^I, L^{II}, L^{\text{III}}\}$

дискримінантні лінії параметрів в просторі станів об'єкта керування.

Важливою проблемою є формування і оцінка образу динамічних ситуацій у фазовому і інформаційному просторі станів технологічних систем і комплексів. Як етап в процедурі прийняття рішень на нижньому рівні ієрархії системи управління знаходиться параметричний і фазовий простори станів, побудовані згідно фізичними параметрами досліджуваної системи, об'єкта. Вибір значень траєкторії параметра стану, на інтервалі часу спостереження, оцінка її статистичних параметрів виконується інформаційно-вимірювальною системою (спостерігачем). На другому рівні ієрархії знаходиться система формування образу динамічного стану в інформаційному просторі, яка використовує властивості статистичних характеристик траєкторії стану ОУ на інтервалі часу спостереження динамічної системи.

Для прийняття рішень на управління подальшим рівнем ієрархії образ динамічної ситуації проектується в цільовий простір системи і стратегією управління формуються команди для виконавчих механізмів, які власне синтезуються, виходячи з моделей об'єкта керування, його енергетично-ресурсної і інформаційної організації. При цьому важливим моментом є ідентифікація динамічних характеристик виконавчих механізмів та ступінь розмитості і неоднозначності параметрів в різних режимах роботи (інтенсивності потоків).

Висновки

Запропоновано нові підходи до синтезу АСУ-ТП, які функціонують в умовах дії збурень та конфліктного перерозподілу енергетичних і матеріальних ресурсів.

Література

1. Автоматизация проектирования систем программно-логического управления. — М.: Машиностроение, 1990. — 251с.
2. Автоматизированное проектирование систем управления. Р. Джамшиди. — М.: Машиностроение, 1989. — 344с.
3. Васильев В.И. Распознающие системы. — К.: Наук. думк., 1983. — 421с.
4. Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. — М.: Мир, 1978. — 411с.
5. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. — М.: Высш. шк., 1984. — 208с.