II. Представлення динамічної моделі для прогнозування електроенергії на МГЕС "Топольки"

Розглянемо лінійний динамічний об'єкт за умов повної спостережності, зі скалярним управлінням, обмеженими за амплітудою похибками експериментальних даних, який описується такою системою дискретних рівнянь:

$$\vec{x}_{k+1} = G \cdot \vec{x}_k + Q \cdot \vec{u}_k + \vec{e}_{k+1} \qquad (1)$$

$$\left|e_{k+1}\right| \le \Delta,\ \Delta > 0\ \ \forall k = 0,\dots,N \qquad (2)$$

де $\vec{x}_k \in R^m$ - вектор параметрів стану об'єкту в *k*-тий дискретний момент часу; $u_k \in R^{n=1}$ - вхідна змінна (управління) в k-тий дискретний момент часу;

$$G = \begin{pmatrix} g_{11},\dots,g_{1i},\dots,g_{1m} \\ \vdots \\ g_{i1},\dots,g_{ii},\dots,g_{im} \\ \vdots \\ g_{m1},\dots,g_{mi},\dots,g_{mm} \end{pmatrix}$$

$$Q = \begin{pmatrix} 0 \\ 0..q \end{pmatrix}.$$

G та Q - матриці, елементи яких є параметрами лінійної динамічної моделі, $\vec{e}_{k+1} = (e_{k+1,1},\dots,e_{k+1,i},\dots,e_{k+1,p})^T$ - вектор випадкових обмежених похибок в k+1-ий момент часу з відомою максимальною амплітудою Δ.

Для розв'язування задачі ідентифікації параметрів моделі експериментальні дані отримуватимемо в інтервальному вигляді:

$$u_k \to [\vec{x}^-_{k+1}, \vec{x}^+_{k+1}],\ k = 0,\dots,N, \qquad (3)$$

де $\vec{x}^-_{k+1} = \vec{x}_{k+1} - \vec{i} \cdot \Delta$ і $\vec{x}^+_{k+1} = \vec{x}_{k+1} + \vec{i} \cdot \Delta$ - вектори нижніх та верхніх меж гарантованих інтервалів змінних стану, причому $\vec{x}_{k+1} \in [\vec{x}^-_{k+1}, \vec{x}^+_{k+1}] \forall k = 0,\dots,N$; $\vec{i}$ - вектор, всі компоненти якого дорівнюють "1"; N – кількість дискрет.

Приймаючи до уваги умову $\vec{x}_{k+1} \in [\vec{x}^-_{k+1}, \vec{x}^+_{k+1}] \forall k = 0,\dots,N$ та із заміною в цих умовах $\vec{x}_{k+1}$ згідно системи (1) отримаємо таку систему:

$$x^-_{i,k+1} \le g_{i,1} \cdot [x^-_{1,k}, x^+_{1,k}] + \dots + g_{i,m} \cdot [x^-_{m,k}, x^+_{m,k}] + q_i \cdot u_k \le x^+_{i,k+1},.\ i = 1,\dots,m,\ k = 0,\dots,N \quad (4)$$

Система (4) є інтервальною системою лінійних алгебраїчних рівнянь. Дана система є математичним представленням моделі, яка прогнозує енергетичні характеристики МГЕС "Топольки".

Висновок

У роботі наведено постановку задачі побудови динамічної моделі генерування електроенергії на МГЕС «Топольки» на основі аналізу інтервальних даних.

Список використаних джерел

1. Франко Ю. П. Інтервальна модель для прогнозування потужності малої гідростанції "Топольки" / Ю. П. Франко, М. П. Дивак, В. І. Манжула // Науково–виробничий журнал „Енергетика та електрифікація". – 2008.– №11 (303). – С. 21–29.

УДК 519.876.5

ПРОБЛЕМАТИКА НЕСУМІСНОСТІ ІСЛАР ПРИ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ІНТЕРВАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ІЗ ВИДІЛЕННЯМ «НАСИЧЕНОГО БЛОКУ» ТА МЕТОД ЇЇ ВИЯВЛЕННЯ

Олійник І.С.

Тернопільський національний економічний університет, аспірант

I. Постановка проблеми

Локалізація (апроксимація) області параметрів інтервальних моделей із виділенням «насиченого блоку» у базовій інтервальній системі лінійних алгебричних рівнянь (ІСЛАР) є одним з найефективніших методів параметричної ідентифікації на основі даних з інтервальною невизначеністю [1]. Зазначений метод локалізації дозволяє отримати множинні оцінки параметрів інтервальних моделей у вигляді паралелотопа із відомим центром симетрії та відомими аналітичними виразами для вписаного чи описаного багатовимірного еліпсоїда. Однак, недослідженими залишаються випадки, коли результати реалізації методу є не прогнозованими, зокрема пов'язані із несумісністю інтервальної системи лінійних алгебричних рівнянь (ІСЛАР), що є базовою математичною задачею методу.

II. Мета роботи

Метою даної праці є дослідження проблематики несумісності ІСЛАР при локалізації параметрів інтервальних моделей із виділенням «насиченого блоку» та способу її виявлення.

III. Особливості методу локалізації параметрів інтервальних моделей із виділенням «насиченого блоку»

Розглянемо детальніше основні етапи реалізації методу локалізації. На першому кроці вибираємо із ІСЛАР (1) m рівнянь, які утворюють сумісну систему.

$$\begin{cases} y_1^- \le b_1\varphi_1(\vec{x}_1) + \ldots + b_m\varphi_m(\vec{x}_1) \le y_1^+ \\ \vdots \\ y_i^- \le b_1\varphi_1(\vec{x}_i) + \ldots + b_m\varphi_m(\vec{x}_i) \le y_i^+ \\ \vdots \\ y_N^- \le b_1\varphi_1(\vec{x}_N) + \ldots + b_m\varphi_m(\vec{x}_N) \le y_N^+ \end{cases} . \tag{1}$$

Розв'язком цієї системи є область Ω_m, яка геометрично має вигляд паралелотопа. Вершини паралелотопа обчислюємо за формулою (2):

$$\vec{b}_s = F_m^{-1} \cdot \vec{Y}_s \tag{2}$$

де $F = \{\phi_j(\vec{x}_i), i = 1,...,N, j = 1,...m\}$ - відома матриця значень базисних функцій, $\vec{Y}_s$ - вектор, складений з межових значень інтервалів $[y_i^-, y_i^+]$.

Якщо вершини $\vec{b}_s(k)$ належать одній грані паралелотопа, то відповідні вектори $\vec{Y}_s(k)$ в формулі (2) мають хоча б по одній спільній компоненті $y_i^-(k)$ чи $y_i^+(k)$ [1]. Тобто, обчислення меж $y_i^-(k)$ та $y_i^+(k)$ в базових рівняннях на k-тому кроці за рекурентними схемами (3) та за умов $\delta_i^-(k+1) \ge 0$ і $\delta_i^+(k+1) \ge 0$, графічно відображається переміщенням відповідних граней паралелотопа $\Omega_m(k)$ в сторону зменшення його розмірів.

$$y_i^-(k+1) = y_i^-(k) + \delta_i^-(k+1), \; y_i^+(k+1) = y_i^+(k) - \delta_i^+(k+1), \; i = 1,...,m. \tag{3}$$

При цьому необхідним є виконання умови (4):

$$\Omega \subseteq \{ \Omega_m(k) \cap \breve{\Omega}(k+1) \} \subseteq \Omega_m(k+1), \tag{4}$$

Для визначення відстані, на яку потрібно переміщувати грань, щоб забезпечити умову включення (4), для кожної вершини $\vec{b}_s(k)$ уведено скалярні функції, що характеризують відстань між вершиною і відповідною межею "гіперсмуги" $\breve{\Omega}(k+1)$ (5), (6):

$$L_s(k) = y_{k+1}^- - \vec{\phi}^T(\vec{x}_{k+1}) \cdot \vec{b}_s(k), \tag{5}$$

$$L_s'(k) = \vec{\phi}^T(\vec{x}_{k+1}) \cdot \vec{b}_s'(k) - y_{k+1}^+ = -L_s(k) - \Delta_{k+1}, \tag{6}$$

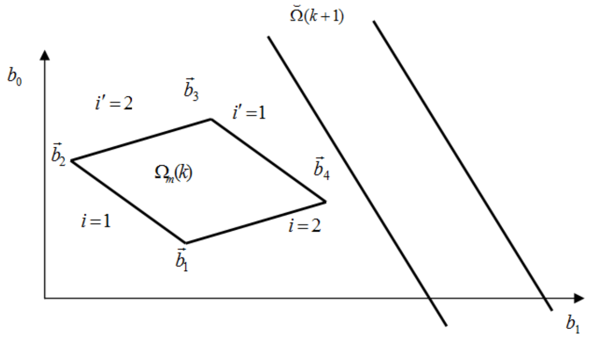
де $\vec{x}_{k+1}$ - вектор вхідних змінних у $k+1$ спостережені, який визначає $k+1$ рівняння в ІСЛАР (1); y_{k+1}^-, y_{k+1}^+ - нижнє та верхнє інтервальні значення вихідної змінної для $k+1$ інтервального рівняння; $\Delta_{k+1} = y_{k+1}^+ - y_{k+1}^-$.

Обчислювальна схема розглянутого методу ґрунтується на аналізі значень функцій $L_s(k)$, $L_s'(k)$, зокрема їх знаків. У праці [1], наведено схему обчислень, що дозволяють виявити розміщення вершин гіперпаралелепіпеда відносно "гіперсмуги", утвореної $k+1$ інтервальним рівнянням. Однак, в даному дослідженo не враховано можливість несумісності ІСЛАР.

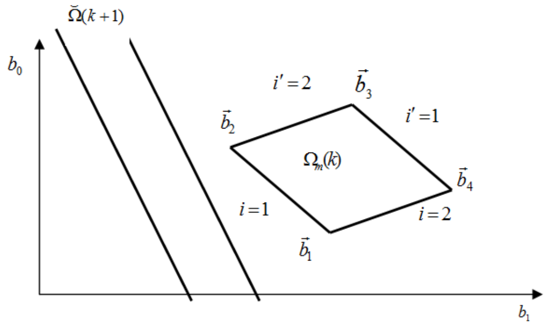
IV. Метод виявлення несумісності ІСЛАР при реалізації методу локалізації параметрів інтервальних моделей із виділенням «насиченого блоку»

На рисунку 1а) для випадку $m=2$, усі вершини $(\vec{b}_1,\vec{b}_2,\vec{b}_3,\vec{b}_4)$ паралелограма розміщені з одного боку "смуги" і відповідно $L_s(k)>0 \quad \forall s=1,\ldots 4$. З іншого боку на рисунку 1б) усі вершини $(\vec{b}_1,\vec{b}_2,\vec{b}_3,\vec{b}_4)$ паралелограма розміщені з іншого боку "смуги" і відповідно $L_s'(k)>0 \quad \forall s=1,\ldots 4$.

Отже, в обох випадках, ІСЛАР, графічний розв'язок яких представлено на рисунку 1а) та рисунку 1б) у вигляді паралелограма та «смуги», яка його не перетинає, є несумісними.



а)



б)

Рисунок 1 - Ілюстрація до встановлення несумісності ІСЛАР

Враховуючи вищезазначене, пропонується в обчислювальну схему методу локалізації параметрів інтервальних моделей із виділенням «насиченого блоку» ввести додаткову умову перевірки сумісності та у випадку виявлення несумісності виводити відповідне інформаційне повідомлення:

$$"\textit{розв'язок ІСЛАР відсутній}\ "\textit{якщо}\quad (L_s(k)>0, \forall s=1,\ldots,2^m)$$

Висновок

У роботі наведено дослідження проблематики несумісності ІСЛАР при локалізації параметрів інтервальних моделей із виділенням «насиченого блоку» та способу її виявлення.

Список використаних джерел

1. Дивак М.П. Задачі математичного моделювання статичних систем з інтервальними даними: монографія / за ред. М. П. Дивака. – Тернопіль : Економічна думка, 2011. – 216 с.

УДК: 519.2:519.876.5:616.441-089

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ КОВЗНОГО СЕРЕДНЬОГО ПІД ЧАС ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОГО СИГНАЛУ В ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЗВОРОТНОГО ГОРТАННОГО НЕРВА НА ХІРУРГІЧНІЙ РАНІ

Падлецька Н.І.[1)], Дивак М.П.[2)]

Тернопільський національний економічний університет

[1)] здобувач; [2)]д.т.н., професор

І. Постановка задачі

Основною проблемою при проведенні хірургічних операцій на щитовидній залозі є виявлення зворотного гортанного нерва (ЗГН), пошкодження якого призводить до втрати пацієнтом голосу, а також до інших негативних наслідків, пов'язаних з функціонуванням дихальної системи людини. Проведений аналіз відомих технічних засобів виявлення ЗГН свідчить, що процес візуалізації гортанного нерва є надзвичайно складний і включає процедуру його ідентифікації [1].