

УДК 681.513.7

ОПИС ДИНАМІЧНОГО ПРОЦЕСУ НА ОСНОВІ ПРЕДИКАТНОЇ МОДЕЛІ

Трипутень М. М., здобувач вищої освіти, гр. ПС-18-2
 Науковий керівник Трипутень М.М., к. т. н., доцент
 Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Ефективність управління технологічними процесами на рівні оптимізації, багато в чому визначається результатами експериментальної ідентифікації об'єкта керування. Така ідентифікація передбачає отримання математичного опису цільової функції, серед яких знаходять застосування предикатні моделі виду [1]:

$$Z_M[\vec{X}, \vec{U}] = \bigvee_{p=1}^q \bigvee_l^{\lambda_p} Z_{p,l}[\vec{X}, \vec{U}], \quad (1)$$

$$\text{де } Z_{p,l}[\vec{X}, \vec{U}] = 2^{-n} \prod_{j=1}^n \{1 + \text{sgn}[(X_j - X_{jmin}^{pl})(X_{jmax}^{pl} - X_j)]\} + 2^{-m} \prod_{i=1}^m \{1 + \text{sgn}[(U_i - U_{imin}^{pl})(U_{imax}^{pl} - U_i)]\},$$

тут q – кількість класів технологічних ситуацій; λ_p – кількість предикатів, які визначають p – клас; n і m – кількість збурювальних і керуючих величин відповідно; X_{jmin}^{pl} , X_{jmax}^{pl} , U_{imin}^{pl} , U_{imax}^{pl} – константи моделі.

Досягнутий рівень формалізації елементів алгоритму оптимального керування на основі моделі (1) допускає його використання для оптимізації статичного і квазістатичного режимів роботи технологічних об'єктів, які можуть відрізнятися в широких межах як структурою так і кількістю вхідних величин. А уявлення елементів предикатної моделі у вигляді реляційної моделі даних дозволило описати процедури навчання, оптимізації, адаптації і мінімізації на основі єдиного математичного апарата – α -алгебри [2].

Опис технологічних об'єктів у вигляді предикатних моделей (1) неважко розповсюдити і на динамічні процеси. Розглянемо, наприклад, аперіодичну ланку першого порядку, яка описується диференціальним рівнянням:

$$T \frac{dy}{dt} + y = Kx, \quad (2)$$

тут T – постійна часу; K – коефіцієнт підсилення; x і y – вхідна і вихідна величини відповідно.

В результаті дискретизації (2) отримаємо:

$$y_{k+1} = y_k + \frac{Kx_k \Delta t}{T} - \frac{y_k \Delta t}{T}, \quad (3)$$

тут Δt – період дискретизації; x_k і y_k – значення вхідної і вихідної величин на k -кроці; y_{k+1} – значення вихідної величини на кроці $k + 1$.

Виходячи із виразу (3) і приймаючи до уваги (1) y_{k+1} це величина, яка має бути оптимізована, x_k – керуючий вплив, а K , T , Δt і y_k – збурювальні впливи. В загальному ж випадку на відміну від (1) в предикатній динамічній моделі серед збурювальних впливів мають бути вихідні величини на попередніх кроках (їх кількість обумовлена порядком моделі), а також вхідні величини на попередніх кроках. Така модель є рекурентною предикатною. Її точність буде залежати від абсолютних похибок контролю вихідної Δy і вхідної Δx величин.

На рис. 1 показані перехідні процеси, побудовані на основі динамічної предикатної моделі для точності контролю $\Delta y = 0,1$ і $\Delta y = 0,5$ при $T = 3$, $K = 5$ та $\Delta t = 1$. На рис. 2 показана залежність абсолютної похибки $\Delta \varepsilon$ в усталеному режимі від точності контролю Δy . Залежність $\Delta \varepsilon$ від Δy має складний нелінійний характер з тенденцією збільшення $\Delta \varepsilon$ при збільшенні Δy . Очевидно залежність $\Delta \varepsilon = f(\Delta y)$ слід враховувати при застосуванні запропонованої моделі для вирішення задач керування технологічними об'єктами.

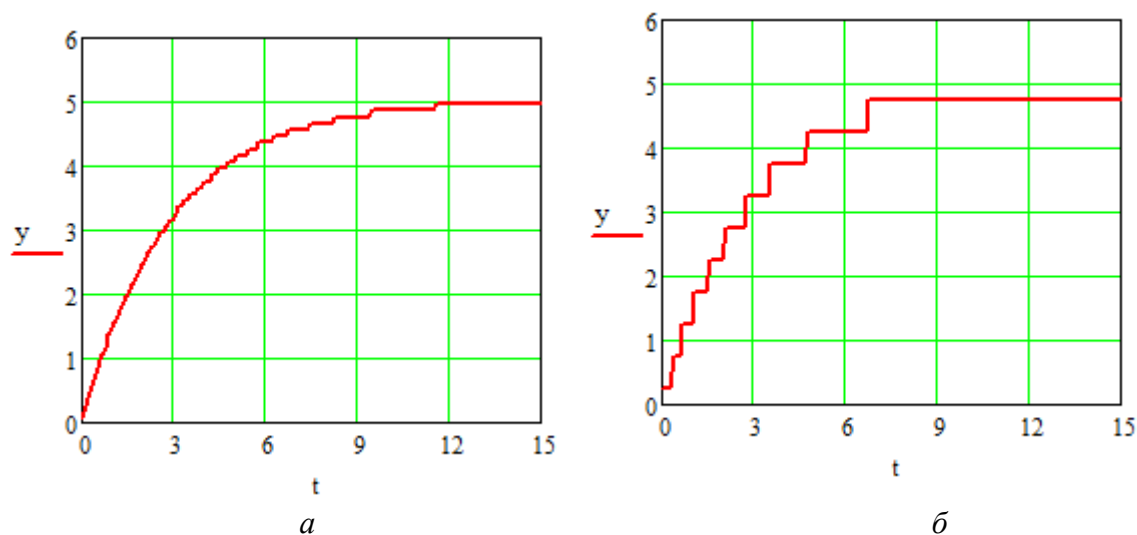


Рисунок 1 - Графік перехідного процесу

а - $\Delta y = 0,1$

б - $\Delta y = 0,5$

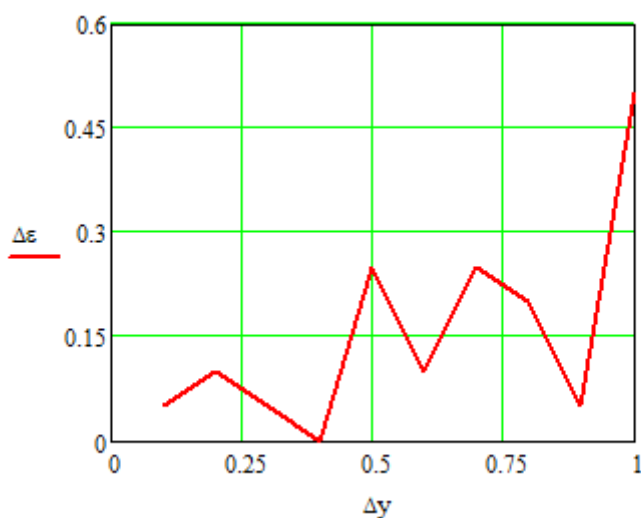


Рисунок 2 – Залежність $\Delta \varepsilon = f(\Delta y)$

Список використаних джерел

1. Tryputen M. Predicative form of the energy-economic model of an asynchronous motor / M. Tryputen, V. Kuznetsov, M. Tryputen, Y. Kuznetsova, A. Kuznetsova, R. Sclyar // Системні технології. 2019. № 2(121), С. 33 – 41.
2. Трипутень М.М. α -алгебра в задачах підвищення енергоефективності асинхронних двигунів, працюючих в умовах неякісної електроенергії / М.М. Трипутень, В.В. Кузнецов, Є.В. Кузнецова, М.М. Трипутень, А.В. Кузнецова // Гірничя електромеханіка та автоматика. 2019. № 101, С. 110 – 114.