помилкове уявлення свого становища при порівнянні себе та свого положення з іншими, суб'єктивне сприйняття та хворобливо пережите неспівпадіння ціннісних очікувань (ті блага та умови праці у фармацевтичному закладі, які СФ вважає заслуженими) та реальних.

Використана література:

1. Варій М. Й. Загальна психологія – К.: «Центр учбової літератури», 2007.

2. Асмолов А. Г. Психология личности. – М.: Просвещение, 1990.

3. Барій М. Й. Загальна психологія: Навч. посі. – Львів: Край, 2005.

4. Маслоу А. Самоактуализация личности и образования: пер. с анл. – К., Донецк: Ин-т психологии АПН Украины, 1994.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ АЛГОРИТМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ В ПОБУДОВІ ПАРАМЕТРИЧНО-АДАПТИВНИХ СИСТЕМ РЕГУЛЮВАННЯ

Бабіченко А.К.[1)], Вельма В.І.[2)], Краснікова А.І.[1)], Ващенко Д.О.[1)]

1)Кафедра автоматизації технологічних систем та екологічного моніторингу

Національний технічний університет «ХПІ»

axts_ekm@ukr.net

2)Кафедра процесів та апаратів хіміко-фармачевтичних виробництв

Національний фармацевтичний університет

м. Харків, Україна

Сучасні фармацевтичні та хімічні виробництва становлять складні високопродуктивні технологічні комплекси і характеризуються високою швидкістю процесів, наявністю великої кількості збурень, обумовлених зворотними звязками та зміною зовнішніх умов. За таких обставин навіть незначні відхилення від норми технологічного регламенту призводять до зниження економічності виробництва в цілому. При цьому спостерігається зміна режимів роботи технологічних об'єктів у часі, а отже і зміна їх динамічних властивостей. Все це викликає необхідність створення високоякісних систем управління здатних самостійно оптимізувати свою роботу, серед яких найчастіше застосовуються параметрично-адаптивні системи [1]. Основним блоком такої системи є ідентифікатор, за допомогою якого проводиться оцінка математичної моделі з визначенням передатної функції об'єкта W(P). Для більшості об'єктів регулювання із самовирівнюванням її можна представити моделлю виду [1]:

$$W(P) = \frac{ke^{-p\tau}}{(Tp+1)^m (T_{m+1}p+1)...(T_n p+1)}, \qquad (1)$$

де k – коефіцієнт передачі; τ – час транспортного запізнювання; T – стала часу; p – оператор Лапласа.

Передатна функція в цілому визначає динамічні властивості об'єкту і дозволяє здійснювати синтез системи регулювання з визначенням оптимальних параметрів настроювання регулюючих блоків.

В інженерній практиці властивості об'єктів найчастіше виявляють експериментальним методом за отриманими в промислових умовах даними та згладженою кривою розгону з подальшим представленням її у вигляді перехідної характеристики [2]. Перехідні характеристики об'єктів регулювання в процесі ідентифікації апроксимують передатними функціями.

При ідентифікації об'єктів хімічних виробництв в якості критерію точності апроксимації зручно використовувати мінімум середньої квадратичної похибки:

$$I = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|h^{Э}(t_i) - h^{M}(t_i)\right|^2 \rightarrow \min, \qquad (2)$$

де *n* – кількість ординат експериментальної перехідної характеристики; $h^{Э}(t_i), h^{M}(t_i)$ – ординати експериментальної та апроксимуючої кривих.

Таким чином ідентифікація динамічних властивостей об’єктів регулювання зводиться, як правило, до розв’язування задачі пошуку мінімального значення виразу (2).

Одним з найбільш універсальних при апроксимації перехідних характеристик об’єктів хімічної та фармацевтичної промисловості є метод Сімою [3]. Це універсальний метод апроксимації, що дозволяє отримати апроксимуючі вирази будь-якого порядку. Він дуже зручний для обробки на ЕОМ, легко алгоритмізується та відрізняється великою точністю.

Апроксимуючою залежністю є дрібно-раціональна передаточна функція виду:

$$W(P) = \frac{b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + ... + b_1 p + 1}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + ... + a_1 p + 1}. \qquad (3)$$

Невідомі коефіцієнти a_i і b_i визначають із наступної системи рівнянь:

$$\begin{cases} a_1 = F_1 + b_1 \\ a_2 = F_2 + b_2 + b_1 F_1 \\ .... \\ a_i = F_i + b_i + \sum_{j=1}^{i=1} b_j F_{i-j} \end{cases} \qquad (4)$$

Коефіцієнти F_i в системі рівнянь (4) розраховуються по формулам:

$$\begin{cases} F_1 = \int\limits_0^\infty (1-h)dt \\ F_2 = F_1^2 \int\limits_0^\infty (1-h)(1-\theta)d\theta \\ F_3 = F_1^3 \int\limits_0^\infty (1-h)\left(1-2\theta+\dfrac{\theta^2}{2!}\right)d\theta \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ F_i = F_1^i \int\limits_0^\infty (1-h)\left[\dfrac{(-\theta)^{i-1}}{(i-1)!}+\dfrac{(-\theta)^{i-2}}{(i-2)!}+\sum\limits_{j=0}^{i-3}\dfrac{F_{i-j-1}(-\theta)^j}{F_1^{i-j-1}!}\right]d\theta \\ \theta = \dfrac{t}{F_1} \end{cases} \quad (5)$$

Алгоритм метода Сімою для об’єктів з самовирівнюванням полягає у наступному. Розбиваємо ось абсцис на відрізки з інтервалом часу Δt, виходячи із умови, що на протязі усього графіка функція $y_{вих}$ в діапазоні $2\Delta t$ мало відрізняється від прямої.

Значення $\Delta y_{вих}$ в кінці кожного інтервалу Δt ділимо на $\Delta y_{вих}(\infty)$. Таким чином, функція приведена до нормалізованого (безрозмірного) виду.

Отримуємо площі F_i по приблизним формулам. На практиці, як правило, обмежуються першими трьома коефіцієнтами:

$$\begin{aligned} F_1 &\approx \Delta t\left\{\sum_{i=0}^{n}\left[1-h(i\Delta t)\right]-0,5\left[1-h(0)\right]\right\}; \\ F_2 &\approx F_1^2\Delta\theta\left\{\sum_{i=0}^{n}\left[1-h(i\Delta\theta)\right]\left[1-i\Delta\theta\right]-0,5\left[1-h(0)\right]\right\}; \\ F_3 &\approx F_1^3\Delta\theta\left\{\sum_{i=0}^{n}\left[1-h(i\Delta\theta)\right]\left[1-2i\Delta\theta+\frac{(i\Delta\theta)^2}{2}\right]-0,5\left[1-h(0)\right]\right\}. \end{aligned} \quad (6)$$

Обираємо тип передаточної функції, виходячи з таких міркувань.

Якщо значення вихідної величини в момент часу t = 0 дорівнює нулю, а похідна не дорівнює нулю (рис.1а), то в передаточній функції порядок чисельника на одиницю менше порядку знаменника.

$$W(P) = \frac{b_{n-1}p^{n-1} + \ldots + b_1 p + 1}{a_n p^n + \ldots + a_1 p + 1}. \qquad (7)$$

Якщо вихідний параметр і його перша похідна в момент часу t = 0 дорівнює нулю (рис.1б), то порядок чисельника, по крайній мірі, на дві одиниці менше ніж знаменника. У більшості випадків при цьому можна вибрати передаточну функцію більш простого виду:

$$W(P) = \frac{1}{a_n p^n + a_{n-1}p^{n-1} + \ldots + 1}. \qquad (8)$$

Тоді $a_1 = F_1$, $a_2 = F_2$, $a_3 = F_3$. Коефіцієнти a_i мають розмірність часу у відповідному ступені.

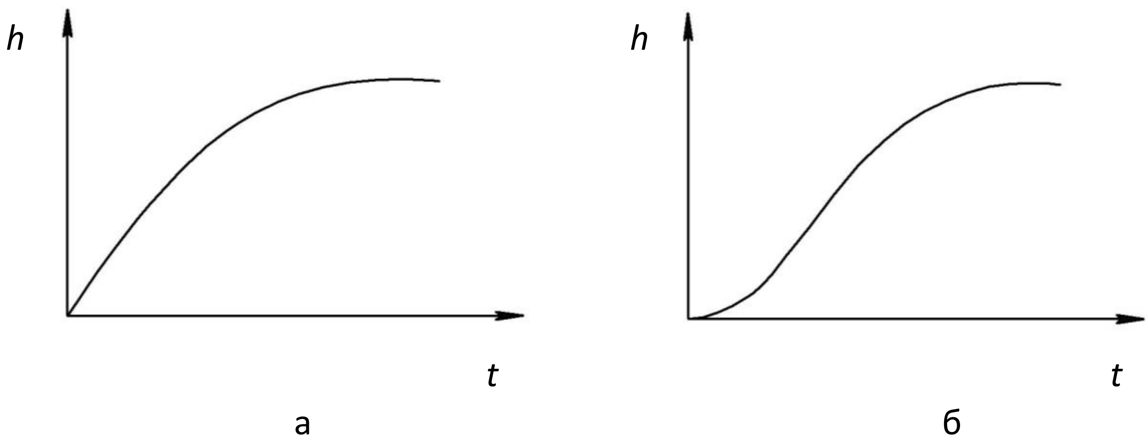

Рис.1. До визначення типу передаточної функції

Якщо при цьому деякі площі *F* будуть від’ємними, то необхідно обрати передаточну функцію з більш високим порядком чисельника.

Визначаємо коефіцієнти передаточної функції із системи рівнянь (4).

Записуємо передаточну функцію в розмірному вигляді:

$$W(P) = \frac{k}{a_n p^n + a_{n-1}p^{n-1} + \ldots + 1}\left[\frac{\text{од.вих.величини}}{\text{од.вх.величини}}\right], \qquad (9)$$

де $k = \frac{\Delta Y(\infty)}{\Delta X(\infty)}$ – коефіцієнт передачі об’єкта.

У разі застосування алгоритму методу Сімою для об'єктів із запізнюванням цей час визначається по графіку перехідної характеристики, як час, на протязі якого функція $\Delta y(вих)$ в інтервалі від t = 0 до t = τ не перевищує 0,001 $\Delta y(\infty)$.

Визначаємо передаточну функцію як перемноження двох передаточних функцій: $W_1(P) = e^{-p\tau}$, що відповідає часу запізнювання, і $W_2(P)$, що відповідає функції $\Delta y_1 = \Delta y_{вих}(t-\tau)$, для якої за початок відліку прийнятий час $t = \tau$.

Таким чином передаточна функція об'єкта із запізнюванням має вигляд:

$$W(P) = W_1(P) \cdot W_2(P) = \frac{ke^{-p\tau}}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + ... + 1}. \qquad (10)$$

У більшості практичних випадків для синтезу промислових АСР в хімічній та фармацевтичній промисловості достатньо наведених вище передаточних функцій, що можуть бути одержані на ЕОМ за допомогою нескладних програм.

Використана література:

1. Мовчан, А. П. Адаптивні та параметрично-оптимальні системи управління / А. П. Мовчан, О. В. Степанець : навчальний пос. – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – 108 с.

2. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования : Справочное пособие. А. С. Клюев, А. Т. Лебедев, С. А. Клюев, А. Г. Товарное; Под ред. А. С. Клюева. – 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1989. – 368 с.

3. Математичне моделювання об'єктів керування хімічних і фармацевтичних виробництв : навч. посібник / І. Л. Красніков [та ін.] ; ред. А. К. Бабіченко ; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : ТОВ «С.А.М.», 2015. – 224 с.