

# Синтез та аналіз системи керування за інтегральними показниками якості

І.М. Голінко<sup>1</sup>, В.Г. Трегуб<sup>1</sup>

*Annotation: The nonideal PID control synthesis algorithm using the integral quality index is considered. The transient characteristics is used as plant model, that allows to exclude an approximation step.*

*Keywords: quality index, control system, PID control.*

## I. ВСТУП

Теорія керування пропонує велику кількість методів синтезу систем автоматичного керування (САК). Серед них можна виділити частотні методи синтезу, матричні методи у просторі станів, методи теорії інваріантності та інші. Перелік можна продовжити. Проте, сам факт наявності різних напрямків скоріше говорить про обмеженість кожного із методів для практичного застосування. Звичайно, промислові контролери здатні реалізувати будь-яку функціональну залежність керування, але яку? Недоліком багатьох “теоретичних” методів є використання у сигналі керування похідних високих порядків, що на практиці робить їх застосування неможливим при наявності високочастотних завод.

## II. Синтез неідеального ПІД-регулятора

За останній час виріс інтерес до ПІД-закону регулювання. Аналіз літературних джерел [1, 2] показує, що для програмування контролерів у SOFTLOGIC системах практичне використання отримав ПІД-закон регулювання із реально-диференційною ланкою. Передаточну функцію неідеального ПІД-регулятора представимо у вигляді:

$$W_p(p) = K \left( 1 + \frac{1}{T_i p} + \frac{T_d p}{(T_f p + 1)^n} \right), \quad (1)$$

де  $K$ ,  $T_i$ ,  $T_d$ ,  $T_f$  – відповідно коефіцієнт підсилення, час інтегрування, диференціювання та фільтрації ПІД-регулятора,  $n$  – порядок диференціального фільтра.

Для налаштування параметрів регулятора (1) в якості джерела інформації про динамічні властивості об'єкта керування (ОК) використаємо перехідну характеристику ОК у вигляді масиву її ординат. Перехідна характеристика ОК визначається експериментально. Такий підхід дозволяє зменшити похибку моделювання САК за рахунок виключення етапу апроксимації та усуває фактор суб'єктивності при виборі структури апроксимуючої залежності [3].

В якості критеріїв оптимальності пропонуються розглянути наступні [4]:

$$I = \int_0^T e^2 dt; \quad I = \int_0^T |e| dt; \quad I = \int_0^T [e^2 \cdot t] dt; \quad I = \int_0^T [|e| \cdot t] dt. \quad (2)-(5)$$

Тут  $e$  – сигнал розбалансу САК,  $T$  – час перехідного процесу. Синтез САК із регулятором (1) за одним із критеріїв (2)-(5) будемо проводити із використанням чисельних методів оптимізації. Параметри диференційного фільтра ( $T_f$ ,  $n$ ) визначаються за характеристикою конкретного регулюючого пристрою, а  $K$ ,  $T_i$ ,  $T_d$  піддаються оптимізації.

Для налаштування САК за критеріями (2)-(5) у роботі використано метод градієнтного спуску. Проте, для пошуку мінімуму (2)-(5) можна використовувати будь-який чисельний метод оптимізації. Враховуючи потужність сучасних ЕОМ час пошуку суттєво не зміниться. Основою даного алгоритму є використання реального закону регулювання (1) із математичною моделлю ОК, що описана у [3].

## III. ВИСНОВОК

Проведений аналіз налагодження САК підтверджує необхідність врахування неідеальності регулятора. Слід додати, що САК де використано критерії оптимізації (2) та (4) схильні до наявності коливної складової у перехідному процесі. Використання непрямих показників якості (2)-(5) дає змогу оцінити роботу САК та обрати той критерій для налагодження системи керування, що буде задовольняти вимогам технологічного процесу.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- [1] Репин А.И. Алгоритм оптимальной настройки реальных ПИД регуляторов на заданный запас устойчивости / Репин А.И., Сабанин В.Р и др. // Автоматизация и ИТ в энергетике. –2010, № 4. –с.7–12.
- [2] Патрахин В.А. Средства программирования PC-совместимых контроллеров // Информатизация и системы управления в промышленности. –2004, №3, с.3-8.
- [3] Голінко І.М. Аналіз гібридної системи керування за імпульсною характеристикою об'єкта / І.М. Голінко, Ю.М. Ковриго // Наукові вісті Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”. –2010, № 2. –С. 30–33.
- [4] Р. Дорф Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б.И. Копылова. –М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. –832 с: ил.

<sup>1</sup> Національний технічний університет України «КПІ», пр. Перемоги, 37, Київ, 03056, УКРАЇНА, e-mail: igor.golinko@conislab.net