

УДК 681.513.2

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ЦИФРОВИХ ПІД-РЕГУЛЯТОРІВ ПО ЗАДАНОМУ РОЗТАШУВАННЮ НУЛІВ НА Z-ПЛОЩИНІ

С.М. Лісовець, кандидат технічних наук

Київський національний університет технологій та дизайну

С.А. Сіренко, магістрант

Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: автоматизована система керування, екстраполятор нульового порядку, квантування, передатна функція, цифровий регулятор.

В різних галузях промисловості широко використовуються неперервні пропорційно-інтегрально-диференціальні регулятори (ПІД-регулятори). Методики розрахунку параметрів настроювання таких регуляторів є добре відомими. Для більшості технологічних процесів, які мають місце в легкій, текстильній, швейній і деяких інших промисловостях, такі регулятори забезпечують прийнятні значення точності, швидкодії, перерегулювання тощо. Але є такі технологічні процеси, для яких неперервні ПІД-регулятори не можуть забезпечити потрібної якості перехідних процесів. В такому випадку можливо застосування цифрових регуляторів. Цифрова реалізація регуляторів, особливо програмним способом (наприклад, за допомогою ПЛК), дозволяє синтезувати від найпростіших до достатньо складних законів керування.

Аналогом неперервних ПІД-регуляторів є цифрові ПІД-регулятори, які принципово мають такі ж самі канали підсилення, інтегрування і диференціювання, як і неперервні ПІД-регулятори. Через схожість будови неперервних і цифрових ПІД-регуляторів такі цифрові регулятори часто застосовуються в система автоматичного керування. Одна з основних переваг цифрових ПІД-регуляторів – стабільність їх параметрів.

Для узгодження між собою цифрових законів керування і неперервного об'єкта керування застосовуються екстраполятори. Зазвичай вони мають нульовий порядок: це означає, що в проміжках часу між моментами вимірювання вхідного сигналу і формування вихідного сигналу керуючий сигнал цифрового ПІД-регулятора фіксується на одному рівні.

Дискретна передатна функція $C(z)$ цифрового ПІД-регулятора має наступний вигляд:

$$\begin{aligned} C(z) = C_P(z) + C_I(z) + C_D(z) &= K_P + \frac{K_I T(z+1)}{2(z-1)} + \frac{K_D(z-1)}{Tz} = \\ &= \frac{(2K_P T + K_I T^2 + 2K_D)z^2 + (-2K_P T + K_I T^2 - 4K_D)z + 2K_D}{2Tz(z-1)}, \end{aligned} \quad (1)$$

де K_P – коефіцієнт підсилення; K_I – коефіцієнт інтегрування; K_D – коефіцієнт диференціювання.

Так як чисельник передатної функції $C(z)$ має другий порядок, то така передатна функція має два нулі. Суть розрахунку параметрів цифрового ПІД-регулятора по заданому розташуванню нулів його передатної функції $C(z)$ на z -площині полягає в тому, щоб підібрати коефіцієнти K_P , K_I і K_D таким чином, щоб один нуль його передатної функції $C(z)$ або два нулі його передатної функції $C(z)$ компенсували відповідно один або два полюси дискретної передатної функції аналогової частини автоматизованої системи керування.

Наприклад, якщо знаменник дискретної передатної функції аналогової частини автоматизованої системи керування має вигляд $z^2 + a_1z + a_0$, то для знаходження параметрів настроювання цифрового регулятора необхідно розв'язати наступну систему з двох рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{-2K_P T + K_I T^2 - 4K_D}{2K_P T + K_I T^2 + 2K_D} = a_1; \\ \frac{2K_D}{2K_P T + K_I T^2 + 2K_D} = a_0, \end{cases} \quad (2)$$

де T – період дискретизації.

Так як система рівнянь (2) містить чотири невідомі величини (K_P , K_I , K_D і T), то можна наприклад, зафіксувати K_P і T та знайти K_I і K_D . А тоді, змінюючи K_P при фіксованому T , знаходити відповідні пари K_I і K_D .

Якщо дискретна передатна функція аналогової частини автоматизованої системи керування має тільки один полюс, то його можна компенсувати тільки одним нулем. Якщо вона має три або більше полюсів, то можна компенсувати тільки два з них. Вибір того, які саме полюси вибирати для компенсації, зазвичай залежить від того, які саме параметри якості перехідних процесів необхідно отримати.

Список використаних джерел

1. Юревич Е.И. Теория автоматического управления: Учебное пособие / Е.И. Юревич. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 560 с.
2. Вадутов О.С. Синтез дискретных систем с ПИД-регулятором / О.С. Вадутов // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 312. – №5. – С. 48–52.
3. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления; Пер. с англ. / Б. Куо. – М.: Машиностроение, 1986. – 448 с.
4. Изерман Р. Цифровые системы управления / Р. Изерман. – М.: Мир, 1984. – 541 с.
5. Поляков К.Ю. Основы теории цифровых систем управления: Учеб.пособие / К.Ю. Поляков. – СПб.: Санкт-петербургский государственный морской технический университет, 2006. – 161 с.