

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»  
Інститут прикладного системного аналізу

**Курсова робота**  
з дисципліни  
«Теорія керування»

**Виконав:** студент 4 курсу  
групи КА-81  
Галганов Олексій  
**Прийняв:** професор  
Романенко Віктор Демидович

**Київ 2021**

## ЗМІСТ

<b>РОЗДІЛ 1</b>	<b>Вступ .....</b>	<b>2</b>
1.1	Теоретичні дані .....	2
1.2	Завдання курсової роботи.....	3
1.3	Значення коефіцієнтів та сталих .....	4

## РОЗДІЛ 1

### ВСТУП

#### 1.1 Теоретичні дані

Розглядається одноконтурна система автоматичного цифрового керування (ЦК) з наступною структурною схемою:

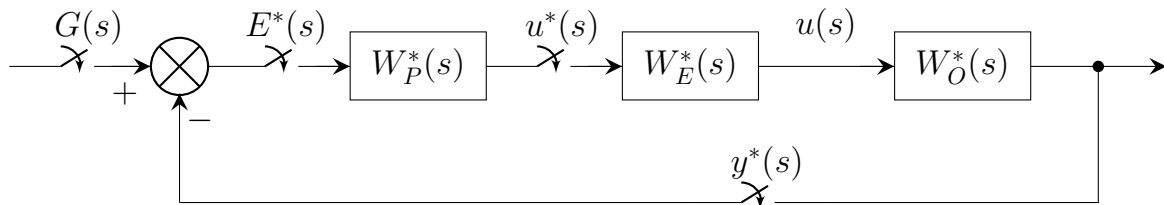


Рисунок 1.1 – Структурна схема типового контура ЦК

Тут  $W_O(s)$  – передаточна функція об'єкта керування по керуючому діянню,  $G(s)$  і  $u(s)$  – відповідно задаюче і керуюче діяння в формі перетворення Лапласа,  $W_p^*(s)$  – передаточна функція цифрового регулятора (ЦАП) у формі дискретного перетворення Лапласа,  $W_E(s)$  – передаточна функція цифро-аналогового регулятора,  $E^*(s)$ ,  $u^*(s)$ ,  $y^*(s)$  – відповідно помилка керування, керуюче діяння та вихідна керована координата у формі дискретного перетворення Лапласа. Передаточні функції об'єкта для окремих задач мають вигляд

$$W_O(s) = \frac{ke^{-\tau s}}{(T_1s + 1)(T_2s + 1)(T_3s + 1)} \quad (1.1)$$

$$W_O(s) = \frac{k(T_1s + 1)}{(T_2s + 1)(T_3s + 1)} \quad (1.2)$$

де  $k$  – коефіцієнт передачі об'єкта керування,  $T_1, T_2, T_3$  – сталі часу в секундах,  $\tau$  – час запізнення в секундах.

Регулятор ЦК, представлений в різницевій формі на основі позиційного алгоритма пропорційно-інтегрально-диференціального (ПІД) закону керування записується таким чином:

$$u(nT_0) = K_p \left( e(nT_0) + \frac{T_0}{T_I} \sum_{i=1}^n e(iT_0) + \frac{T_D}{T_0} [e(nT_0) - e((n-1)T_0)] \right) \quad (1.3)$$

Тут  $u(nT_0)$  та  $e(nT_0)$  – відповідно керуюче діяння і помилка керування в  $n$ -тий період квантування,  $K_p$  – коефіцієнт передачі регулятора,  $T_I$  та  $T_D$  – від-

повідно сталі часу інтегрування та диференціювання в секундах,  $T_0$  – період квантування в секундах.

Відповідно до (1.3), дискретна передаточна функція ПД-регулятора має вигляд

$$W_p(z) = K_p \left( 1 + \frac{T_0}{T_I(1 - z^{-1})} + \frac{T_D(1 - z^{-1})}{T_0} \right) \quad (1.4)$$

Якщо час диференціювання  $T_D = 0$ , то для цифрового ПІ-регулятора матимемо дискретну передаточну функцію

$$W_p(z) = K_p \left( 1 + \frac{T_0}{T_I(1 - z^{-1})} \right) \quad (1.5)$$

де  $z = e^{sT_0}$  – оператор  $z$ -перетворення.

## 1.2 Завдання курсової роботи

1. Розрахувати дискретну передаточну функцію замкненого контура цифрового керування, попередньо розрахувавши дискретну передаточну функцію приведеної неперервної частини (ПНЧ) об'єкта

$$W_n(z) = z \{W_E(s) \cdot W_O(s)\} \quad (1.6)$$

для наступних варіантів передаточної функції об'єкта:  $W_O(S) = \frac{k}{T_1s+1}$ ,  $W_O(S) = \frac{k}{(T_1s+1)(T_2s+1)}$ ,  $W_O(S) = \frac{ke^{-\tau s}}{T_1s+1}$ ,  $W_O(S) = \frac{ke^{-\tau s}}{(T_1s+1)(T_2s+1)}$ .

2. Розрахувати періоди квантування в системі цифрового керування для об'єктів

$$W_{O_1}(s) = \frac{ke^{-\tau s}}{T_1s+1} \quad (1.7)$$

$$W_{O_2}(s) = \frac{ke^{-\tau s}}{(T_1s+1)(T_2s+1)} \quad (1.8)$$

а також для об'єкта (1.2), передаточна функція якого має динаміку в чисельнику.

3. На основі методу «прямого» синтезу визначити структуру і оптимальні настройки регуляторів цифрового керування і неперервного регулятора для управління об'єктами, передаточні функції яких мають вигляд (1.7),

(1.8). При цьому приймається період квантування  $T_0$ , розрахований у пункті 2 на основі умови забезпечення необхідної точності керування. Значення коефіцієнта підсилення регулятора  $K_{P_{\text{opt}}}$  необхідно визначити при таких параметрах настройки  $\lambda$ :

а)  $\lambda = \frac{1}{T_1}$ ; б)  $\lambda = \frac{1}{1.5T_1}$ ; в)  $\lambda = \frac{1}{2T_1}$ ; г)  $\lambda = \frac{1}{3T_1}$ .

Для вказаного набору параметрів настройки  $\lambda$  шляхом цифрового моделювання побудувати перехідні процеси в замкненому контурі цифрового керування.

4. Розрахувати оптимальні параметри ПІ-регулятора цифрового керування і періоду квантування резонансним методом для об'єкта керування (1.1), (1.8). На основі цифрового моделювання побудувати перехідні процеси вихідної координати  $y$  в замкненому контурі при подачі імпульсних тестів на задаюче діяння цифрового регулятора.
5. Виконати синтез лінійно-квадратичного регулятора стану і виконати цифрове моделювання замкненої системи з регулятором стану.
6. Дослідити стійкість контура цифрового керування, розрахованої за пунктом 3. При цьому використовувати відомі критерії стійкості.
7. Сформувати позиційний і швидкісний алгоритм цифрового керування в формі, зручній для програмування для регуляторів цифрового керування відповідно до пунктів 3, 4.

### 1.3 Значення коефіцієнтів та сталих

$k$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$\tau$
9.32	35	19	11	14

$k$  – коефіцієнт передачі об'єкта керування,  $T_1, T_2, T_3$  – сталі часу в секундах,  $\tau$  – час запізнення в секундах.