ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ MATLAB ПРИ ВИВЧЕННІ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Приймак Б.І., доц., к.т.н., Сівак О.Ю., студент
кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Як відомо [1], система Matlab була створена як мова програмування високого рівня для різних технічних обчислень. Вона увібрала в себе не тільки передовий досвід розвитку і комп'ютерної реалізації чисельних методів, накопичений за останні три десятиліття, але і весь історичний досвід становлення математики. Однією з найважливіших рис системи Matlab є можливість її використання для різноманітних науково-технічних задач [1, 2]. Зокрема, великі перспективи має застосування Matlab при вивченні теорії систем автоматичного керування (САК), у тому числі теорії цифрових САК.

Мета роботи. Метою цієї праці є демонстрування на конкретних прикладах можливостей практичного застосування системи Matlab при вивченні теорії цифрових (дискретних) САК.

Матеріали дослідження. Для формування прикладів використаємо систему, структурна схема якої зображена на рис. 1.

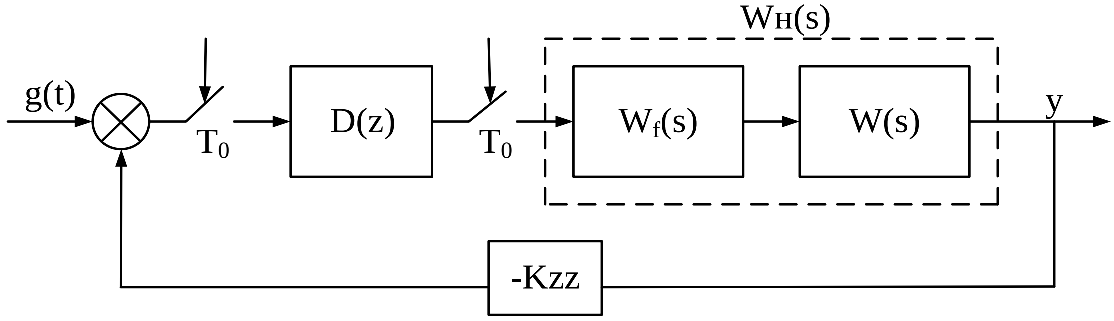

Рисунок 1 – Структурна схема цифрової САК

$W(s)=\dfrac{K}{s(Ts+1)}$; $D(z)=K_1\dfrac{z-d}{z}$; $W_f(s)=\dfrac{1-e^{-sT_0}}{s}$, де K, K_1, T, d – параметри передатних функцій; s – параметр перетворення Лапласа; z – параметр z-перетворення; T_0 – такт квантування.

Присвоїмо чисельні значення константам у середовищі Matlab:
K=8; K1=4;Kzz=1; d=0.9; T=0.1; T0=0.05.

<u>Приклад 1.</u> Сформувати у середовищі Matlab дискретну передатну функцію D(z). Для розв'язання прикладу використовуємо функцію **tf**. Текст програми матиме вигляд:

```
D=tf([K1 –K1*d],[1 0],T0);
```

В результаті сформується передатна функція $D(z)=(4z-3.6)/z$ для $T_0=0.05$.

<u>Приклад 2.</u> Отримати дискретну передатну функцію неперервного об'єкта. Для розв'язання прикладу використаємо функцію **c2d**. Якщо на вході неперервної частини немає фіксатора, то програма матиме вигляд:

```
W=tf([K],[T 1 0]);
D0=c2d(W,T0,'imp');
```

Отримаємо передатну функцію $D_0(z)=\dfrac{3.148z}{z^2-1.607z+0.6065}$ із $T_0=0.05$.

Якщо на вході об'єкта розташовано фіксатор нульового порядку, то програма має вигляд:

W=tf([K],[T 1 0]);
D1=c2d(W,T0,'zoh');

Отримаємо передатну функцію $D_1(z)=\dfrac{0.08522z+0.07216}{z^2-1.607z+0.6065}$ при $T_0=0.05$.

Приклад 3. Знайти дискретну передатну функцію розімкнутої системи, що визначається як $D_{roz}(z)=D(z)\cdot D_1(z)$. Програма у Matlab матиме вигляд:

*Droz=D*D1;*

В результаті отримаємо $D_{roz}=\dfrac{0.3409z^2-0.01816z-0.2598}{z^3-1.607z^2+0.6065z}$ для $T_0=0.05$.

Приклад 4. Знайти передатну функцію замкнутої системи $D_z=D_{roz}/(1+D_{roz}K_{zz})$ Для розв'язання прикладу використаємо функцію **feedback**:

Dz=feedback(Droz,Kzz);

В результаті матимемо $D_z=\dfrac{0.3409z^2-0.01816z-0.2598}{z^3-1.266z^2+0.5884z-0.2598}$ із $T_0=0.05$.

Приклад 5. Дослідити стійкість цифрової системи кореневим методом. Для розв'язання цього прикладу використаємо функції **pole** та **abs**. Імпульсна система n-го порядку стійка, якщо полюси її передатної функції (корені характеристичного рівня) $|z_i|<1$, i=1...n [3]. Програма у Matlab матиме вигляд:

poles=abs(pole(Dz));

У результаті отримаємо вектор poles значень модулів коренів характеристичного рівняння, елементи якого дорівнюють: $|z_1|=0.9335; |z_2|=0.5275; |z_3|=0.5275.$ Отже досліджувана система стійка.

Приклад 6. Знайти в аналітичному вигляді дискретну передатну функцію об'єкта з фіксатором для зображеної на рис.1 системи. Для цього спочатку задамо символьні змінні командою **syms**. Далі сформуємо неперервну передатну функцію. Потім виконаємо зворотне перетворення Лапласа за допомогою функції **ilaplace**. Після цього перейдемо до дискретного часу, замінивши $t=nT_0$. Тоді зробимо z-перетворення за допомогою функції **ztrans.**

syms K T s n T0 z
W1=K(1/(T*s^3+s^2));*
L=ilaplace(W1);
L1= K(n*T0-T*(1-exp(-n*T0/T));)*
Ds=ztrans(L1)(z-1)/z;*

У результаті отримаємо: $D_s(z)=\dfrac{z-1}{z}\left(\dfrac{KT_0z}{(z-1)^2}-\dfrac{KTz}{(z-1)}+\dfrac{KTz}{z-\exp(-T_0/T)}\right);$

Якщо сюди підставити чисельні значення, то результат співпаде з отриманою у прикладі 2 $D_1(z)$.

Як відомо [3], в задачах синтезу цифрових регуляторів широке застосування знайшов метод псевдочастотних логарифмічних характеристик.

Приклад 7. Отримати для заданої дискретної передатної функції псевдочастотну. Для цього прикладу використаємо функцію **d2c**, що реалізує перетворення Тастіна $z=(2+T_0 s)/(2-T_0 s)$. Текст програми матиме вигляд:

R=d2c(D1,' 'tustin');

У результаті отримаємо псевдочастотну передатну функцію

$$R(s)=\frac{-0.004065s^2-1.797s+78.37}{s^2+9.797s},$$

де s=jλ; λ – абсолютна псевдочастота.

Приклад 8. Побудувати логарифмічні амплітудні характеристики (ЛАХ) вихідної частотної і псевдочастотної функцій. Для розв'язання цього прикладу використаємо команду **bodemag**: *bodemag(W,'r',R,'b--');*

У результаті отримаємо ЛАХ частотної і псевдочастотної функцій, які зображені на рис. 2, де крива 1 це $20\lg|W(j\omega)|$, а крива 2 це $20\lg|R(j\lambda)|$.

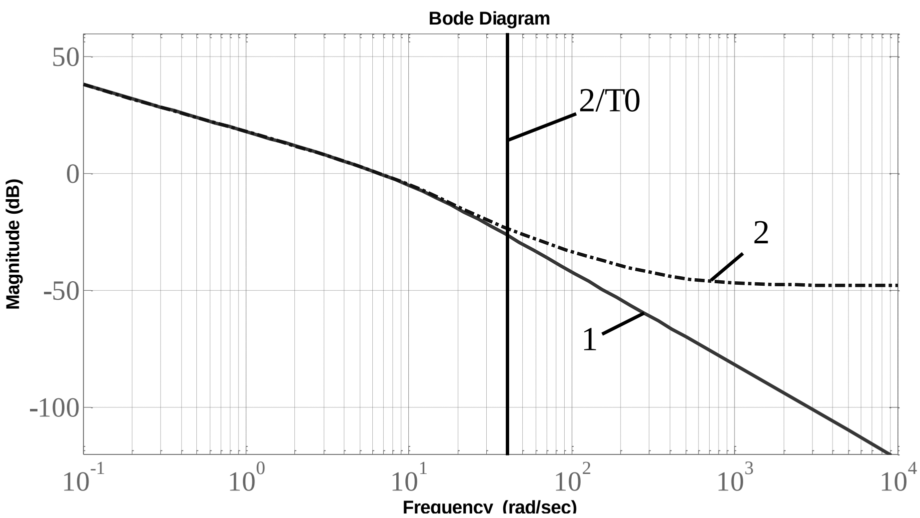

Рисунок 2 – ЛАХ частотної і псевдочастотної передатних функцій

Підсумки. За допомогою низки прикладів продемонстровано застосування програмного комплексу Matlab при вивченні теорії цифрових САК. Ці приклади можуть бути корисними і при проектуванні таких систем.

Перелік посилань

1. *Дьяконов В.П.* MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6 в математике и моделировании. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 576 с.
2. *Медведев В.С., Потемкин В.Г.* Нейронные сети. МАТЛАБ 6. –М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с.
3. *Куо Б.* Теория и проектирование цифровых систем управления: Пер. с англ. - М.: Машиностроение, 1986. - 448 с.