

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ, СИСТЕМИ ТА ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

УДК 621.311

МОДЕЛЮВАННЯ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

Абраменко І. Г., Черногорський М. С.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Розроблена програмна реалізація моделювання динаміки цифрових систем управління засобами Matlab. Показана ефективність застосування розробленої моделі шляхом порівняння з моделлю неперервної системи.

Постановка проблеми. При аналізі і синтезі систем управління обов'язковим етапом є математичне моделювання елементів цих систем. Одним з основних об'єктів вивчення і дослідження для сучасної теорії автоматичного управління є цифрові системи автоматичного управління. Цифрова система управління включає об'єкт управління (зазвичай безперервний об'єкт або процес), чутливі елементи (або датчики), аналого-цифровий перетворювач АЦП, цифровий обчислювальний пристрій (мікропроцесор або комп'ютер) і цифроаналоговий перетворювач ЦАП (рис. 1) [1].

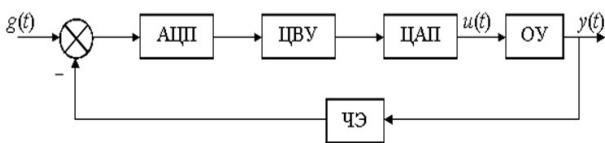


Рисунок 1 – Функціональна схема типового контура управління цифрової САК

Широке застосування цифрових систем управління пояснюється рядом їх переваг, таких як: можливість багатоканального управління; можливість тривалого зберігання і запам'ятовування інформації; висока перешкодозахищеність; підвищена точність [2, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як і в безперервних системах, дослідження динаміки дискретних систем може проводитися або з використанням змінних стану, або з використанням вхідних і вихідних змінних систем. У першому випадку дослідження зазвичай проводять в часовій області, розглядаючи систему різностних рівнянь і аналізуючи властивості її рішення. Цей підхід і розроблені в його рамках методи є вельми плідними. Вони дозволяють розглядати нелінійні багатовимірні дискретні системи, проводити вичерпне дослідження їх властивостей, вирішувати задачі синтезу в різній постановці [4, 5].

У другому випадку досліджують не весь набір змінних стану, а лише поведінка деяких величин, за зміною яких і оцінюється якість САК - вихідних змінних системи. У задачі дослідження може входити аналіз залежності вихідних змінних від вхідних величин, вирішення питання, як надати системі необхідні властивості по цим змінним і т.п.

При цьому для лінійних імпульсних систем найбільш простим і поширеним математичним апаратом

опису і дослідження є апарат дискретного перетворення Лапласа або його модифікація, так зване z-перетворення, що дозволяє отримати рівняння САК в зображеннях і знаходити дискретні передавальні функції. Враховуючи складність математичного опису і в одному і у другому випадках ефективним засобом аналізу і синтезу цифрових САК є використання сучасних інформаційних технологій, зокрема сучасного програмного продукту Matlab [6].

Тому існує проблема розробки відповідного спеціалізованого програмного забезпечення на мові Matlab.

Мета статті - розробка і реалізація програмного забезпечення розрахунку цифрових САК в середовищі програми Matlab.

Основні матеріали дослідження. З метою наочності будемо розглядати конкретну систему управління, яка описується наступною системою рівнянь стану

$$\frac{dx_1}{dt} = -2,51x_1 + 1,72x_2 - 0,023x_3 + 4,85u,$$

$$\frac{dx_2}{dt} = -2,12x_1 - 1,77x_2 - 1,98x_3 - 5,95u,$$

$$\frac{dx_3}{dt} = 1,84x_1 + 1,73x_2 - 3,39x_3 - 1,49u,$$

$$Y = -0,079x_1 + 1,53x_2 - 1,34x_3.$$

Початкові умови приймемо нульовими, а управління вигляду

$$u(t) = e^{-t} \cos(3t).$$

Тоді програма розрахунку системи має вигляд

```
clear all, clc, close all
% Матриці безперервної системи
A = [- 2.51, 1.72, -0.023; -2.12, -1.77, -1.98; 1.84, 1.73, -3.39];
B = [- 4.85; 5.95; 1.49];
C = [- 0.079, 1.53, -1.34];
D = 0;
T = 0.1; % Крок квантування за часом
% Матриці дискретної системи
Ad = expm (A * T);
if det (A) ~ = 0
Bd = inv (A) * (Ad-eye (size (A))) * B;
else
```

```

syms z
Bd0 = int (expm (A * z), 0, T);
Bd = double (Bd0) * B;
end
x0 = [0; 0; 0]; % Початковий вектор стану
n = 50; % Число кроків квантування за часом
% Рішення різниці рівняння стану
for k=1:n
Sk=zeros(length(Ad),1);for J=0:k-1
Sk=Sk+[Ad^(k-1-J)*Bd*exp(-J*T)*cos(J*T*3)];
end
Xk0=Ad^k*x0+Sk;
Xk(k,1:length(Ad))=Xk0';
tk(k,1)=k*T;
Yk0=C*(Xk0)+D*exp(-k*T)*cos(k*T*3);
Yk(k,1:size(C,1))=Yk0';
end
% Графічні побудови виходу дискретної системи
stairs ([0; tk], [C * x0; Yk])
h = findobj ('type', 'line');
set (h, 'lines', '-', 'linew', 2)
hold on
s1 = ss (A, B, C, D);% Створення безперервної моделі
простору станів
t = [0: T: n * T];% Час перехідного процесу
U = exp (-t) * Cos (t * 3);% Керуючий вплив
[Y, tt, X] = lsim (s1, U, t, x0);% Реакція системи
% Побудова виходу безперервної системи
line (tt, Y, 'color', 'r', 'linew', 2, 'lines', '-')
% Оформлення діаграми
grid on
for J = T: T: n * T
line ([J, J], [- 1.5 * abs (min (Y)), min (Y)], 'lines', '-',
'color', 'k')
end
line ([0, t (end) + t (end) / 20], [0,0], 'color', 'k')
set (gca, 'fontsize', 10, 'fontname', 'times new roman',
'fontweight', 'demi', 'box', 'off')
xlabel ( '\ bf \ fontsize {12} \ fontname {times} -----
----- \ it t \ rm \ bf ----- ')
ylabel ( '\ bf \ fontsize {12} \ fontname {times} Вихід
системи')
legend (sprintf ( '% s Дискретна,% sT% s =% g', '\ bf \
fontname {times} \ fontsize {10}', '\ it \ fontsize {11}', '\
rm \ bf \ fontsize {10}', T), sprintf ('% s Безперервна', '\
bf \ fontname {times} \ fontsize {10}'))
set (gcf, 'color', 'w')

```

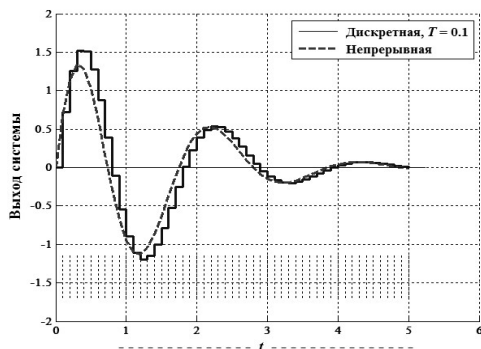


Рисунок 2 – Перехідні процеси в безперервній і дискретній системах

Сутність алгоритму пояснюють коментарі в тексті програми. Результати розрахунку представлені на рис. 2. Тут же для порівняння представлені результати моделювання для неперервної системи. Програма дозволяє змінювати як математичну модель системи, так і її параметри.

Висновки. Таким чином, розроблена програма дозволяє досліджувати довільну систему цифрового управління з конкретними параметрами і може використовуватися для практичних розрахунків після відповідної корекції.

Список використаних джерел

1. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: підручник. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Київ: Либідь, 2007. 656 с.
2. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник в 5 т. Т. 5. Методы современной теории автоматического управления / под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. Изд. 2-е, перераб. и доп. Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. 784 с.
3. Теория управления / Алексеев А. А., Имаев Д. Х., Кузьмин Н. Н., Яковлев В. Б. Санкт-Петербург : Издательство "ЛЭТИ" 1999, 434с.
4. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. Москва : Юнимедиастайл, 2002. 822с.
5. Лукас В. А. Теория автоматического управления: учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. Москва : Недра, 1990. 416 с.
6. Абраменко И. Г., Кузнецов А. И. Компьютерные технологии в автоматизированных системах управления электроснабжения. Харьков : ХНАГХ, 2008. 146 с.

Аннотация

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Абраменко И. Г., Черногорский Н. С.

Разработана программная реализация моделирования динамики цифровых систем управления средствами Matlab. Показана эффективность применение этой модели путем сравнения с моделью непрерывной системы.

Abstract

SIMULATION OF DIGITAL CONTROL SYSTEMS

Abramenko I. G, Chernogorskiy N. S.

The software implementation of modeling the dynamics of digital control systems means Matlab. The efficiency of using this model by comparison with continuous systems models is shown.