

11.5. Лабораторна робота № 5.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ НА ЕОМ

Мета роботи:

- 1) набуття навиків в моделюванні складних динамічних систем (СДС) на ЕОМ;
- 2) дослідження точістних характеристик і швидкодії методів чисельного інтегрування диференційних рівнянь, які використовуються для моделювання СДС на ЕОМ.

11.5.1. Порядок виконання роботи

1. Вивчити теоретичні відомості, необхідні для виконання роботи.
2. Виконати попередній аналіз початкових даних індивідуального варіанту (табл. 11.6).
3. Виконайте моделювання СДС, заданого диференціальним рівнянням $y + ay = bx$ ($a = 1, b = 1$), час моделювання 10 с.

Замалюйте графік вхідного сигналу (ступеневий вплив, синусоїда та синусоїда, що згасає) і вихідної реакції об'єкта.

4. Виконайте моделювання СДС, використовуючи коефіцієнти рівняння a_1 , b_1 з індивідуального варіанту завдання, час моделювання 10 с.

Замалюйте графік вхідного сигналу (ступеневий вплив, синусоїда та синусоїда, що згасає) вихідної реакції моделі СДС.

5. Визначте похибку моделі СДС для кожного з 10 методів чисельного інтегрування у відповідності з формулою (5.43). Заповніть таблицю 11.7.

6. Визначте швидкодію моделі СДС для кожного з 10 методів чисельного інтегрування у відповідності з формулою (5.44). Заповніть таблицю 11.7.

Таблиця 11.6

Варі- ант	Кількість періодів сигналу $x(t) = A \cdot \sin(t)$ на інтервалі спостереження	Кількість кроків N інтегрування на інтервалі спостереження	a_1	b_1
1.	1	1000	0,9	1,3
2.	2	1000	0,95	1,26
3.	3	1500	0,9	1,3
4.	2	1500	0,95	1,26
5.	5	2000	0,9	1,3
6.	2	2000	0,95	1,26
7.	1	1000	1,06	0,9
8.	2	1000	1,18	0,87
9.	1	1500	1,06	0,9
10.	2	1500	1,18	0,87
11.	1	2000	1,06	0,9
12.	2	2000	1,18	0,87
13.	1	1000	0,9	1,3
14.	2	1000	0,95	1,26
15.	4	1500	0,9	1,3
16.	2	1500	0,95	1,26
17.	6	2000	0,9	1,3
18.	2	2000	0,95	1,26
19.	1	1000	1,06	0,9
20.	2	1000	1,18	0,87
21.	6	1500	1,06	0,9
22.	2	1500	1,18	0,87
23.	4	2000	1,06	0,9
24.	2	2000	1,18	0,87
25.	1	1000	0,9	1,3
26.	2	1000	0,95	1,26
27.	3	1500	0,9	1,3
28.	2	1500	0,95	1,26
29.	2	2000	0,9	1,3
30.	5	2000	0,95	1,26

Таблиця 11.7

Метод чисельного інтегрування	Диференціальне рівняння $y + ay = bx$ ($a = 1, b = 1$) фіксований крок кількість кроків N		Диференціальне рівняння $y + a_1y = b_1x$ фіксований крок кількість кроків N		Диференціальне рівняння $y + ay = bx$ ($a = 1, b = 1$) автоматичний вибір кроку інтегрування для ode45, ode23, ode113	
	Похибка методу, умовних одиниць	Швидкодія методу чисельного інтегрування, с	Похибка методу, умовних одиниць	Швидкодія методу чисельного інтегрування, с	Похибка методу, умовних одиниць	Швидкодія методу чисельного інтегрування, с
1. ode45						
2. ode23						
3. ode113						
4. Ейлера						
5. Трапецій						
6. Симпсона						
7. Модифікований Ейлера						
8. Мілна						
9. Адамса-Мултона						
10. Рунге-Кутта 4-го порядку						

11.5.2. Зміст звіту

1. Найменування і мета роботи.
2. Початкові дані індивідуального варіанту.
3. Графік вхідного сигналу і вихідної реакції моделі СДС.
4. Заповнена таблиця 11.7.
5. Висновки по роботі.

11.5.3. Контрольні питання

1. Наведіть основні етапи моделювання СДС за допомогою ЕОМ.
2. Виконайте порівняльний аналіз різних методів апроксимації вхідних сигналів (кусочно-постійна і кусочно-лінійна апроксимація).
3. Порівняйте (графічно) помилки при одержанні вихідного сигналу СДС при чисельному інтегруванні по формулі прямокутників і формулі трапецій.

4. Чому при дворазовому застосуванні операції чисельного інтегрування виникає необхідність застосування формули трапецій?

5. Як отримати з диференційного рівняння n -го порядку систему з n диференційних рівнянь першого порядку?

6. Обґрунтуйте (графічно) алгоритм передбачення і виправлення (модифікований метод Ейлера).

7. Проведіть порівняльний аналіз методів чисельного інтегрування з точки зору початкових умов, що вимагаються для початку обчислень.

8. Як отримати початкові умови для багатокрокових методів чисельного інтегрування?

9. Як оцінити похибку чисельного інтегрування для модифікованого методу Ейлера?

10. Поясніть, як оцінити похибку чисельного інтегрування для методу Рунге-Кутта?

11. Що таке процедура автоматичного регулювання кроку інтегрування?

12. Проведіть порівняльний аналіз методів чисельного інтегрування з точки зору точності і часу обчислень на ЕОМ.