

Узунов О.В., д.т.н., проф.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНО - ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТОКІВ

Анотація. Робота присвячена питанням методології математичного моделювання робочих процесів в технічних об'єктах з гідравлічними та механічними компонентами. Основними проблемами моделювання процесів в таких об'єктах є складність побудови коректної моделі, що призводить до значних витрат часу. Метою роботи є скорочення часових витрат на побудову коректних математичних моделей за рахунок наближення математичного опису до реального процесу функціонування. В основу запропонованого підходу до побудови моделей покладено інформаційно-енергетичні потоки, які можуть бути визначені у процесах функціонування об'єктів. Це, з одного боку, дозволяє отримати критерії оцінювання коректності математичної моделі на етапі її побудови, а з другого боку, призводить до більш точного опису реальних процесів. Додаткова якість математичних моделей, отриманих на основі запропонованого підходу, дозволяє вважати такі моделі імітаційними моделями другого покоління.

Ключові слова: математична модель, методологія, моделювання, технічні об'єкти, робочі процеси

Зі зростанням складності технічних об'єктів невід'ємною частиною проектування є моделювання процесів функціонування [1-4]. Традиційні математичні моделі будують шляхом математичного опису взаємодії складових частин об'єкту на основі відомих фізичних законів. Для об'єктів, процеси в яких розглядають в зосереджених параметрах, такі математичні описи, як правило, представлені нелінійними системами з п-диференціальних рівнянь першого порядку [3]. З огляду на неможливість аналітичного вирішення таких рівнянь, для отримання рішень додатково використовують різноманітні чисельні методи. Математичні моделі такого типу називають імітаційними [1,2]. Одною з основних проблем побудови та використання таких моделей є значні витрати часу на формування моделі, яка забезпечує достатню адекватність реальним процесам. Причиною є складність перевірки коректності математичного опису в процесі побудови моделі і низька точність процесу моделювання.

На відміну від традиційних математичних моделей, імітаційні моделі 2-го покоління враховують не лише фізичні закони взаємодії складових частин об'єкту, а також структуру і логіку процесу функціонування. Це відкриває нові можливості при формуванні математичних моделей, які полягають в наявності цілого набору критеріїв перевірки коректності моделі, а також спрощує умови використання моделей. Останнє є наслідком самодостатності таких моделей, що виключає необхідність використання додаткових чисельних методів при моделюванні процесів.

Запропонований підхід до формування математичних моделей полягає у виконанні наступних кроків. 1. Принципову схему об'єкту деталізують до рівня типових елементів.

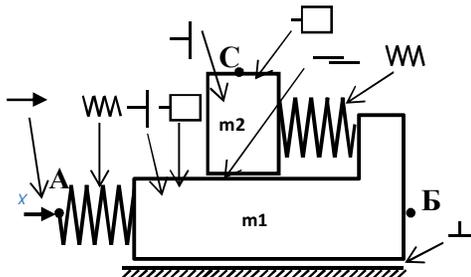


Рис. 1 - Схема двомасової пружної системи

2. Визначають схему взаємодії типових елементів з інформаційно-енергетичним потоком. 3. Визначають траєкторію інформаційно-енергетичного потоку. 4. Визначають структуру процесу функціонування. 5. Визначають логіку процесу функціонування об'єкту. 6. Заповнюють структуру процесу функціонування математичними імітаторами фізичних перетворень інформаційно-енергетичного потоку. Виконання наведених кроків

приводить до трансформації принципової схеми об'єкту в структурно та логічно адекватну математичну модель процесу його функціонування.

Роботоспроможність та ефективність запропонованого підходу підтверджено при моделюванні динамічних процесів в технічних об'єктах з механічними та гідравлічними складовими.

У якості прикладу побудови математичної моделі наведеного типу розглянуто двома сову пружну систему (рис.1). Задача полягала в моделюванні динамічних процесів, які виникають в такій системі при збудженні зовнішнім коливальним сигналом, що діє на т. А.

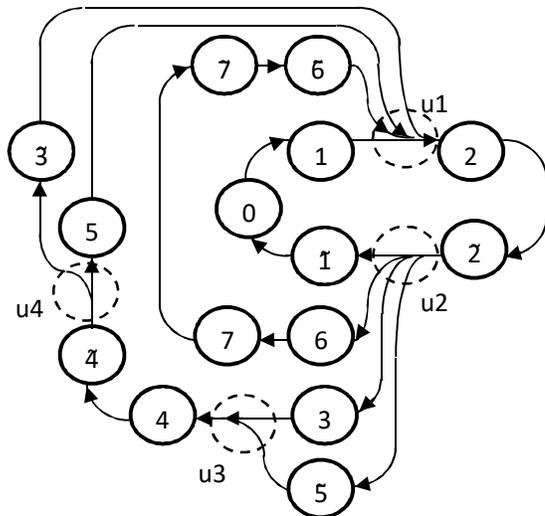


Рис. 2 – Структура процесу функціонування двомасової пружної системи

Моделювання процесів виконано для заданих значень мас m_1 та m_2 і пружин з довжинами L_1 та L_2 , а також жорсткостями c_1 та c_2 . Враховано також сили в'язкого тертя між масою m_1 і базовою поверхнею, а також між масою m_1 та m_2 . При дослідженні використовувався вхідний сигнал, який імітував переміщення т. А, яке змінювалось в часі за синусоїдальним законом. Контролювались переміщення, швидкість та прискорення мас m_1 та m_2 . Наведені результати моделювання (рис.3) ілюструють характер процесів в двомасовій пружній системі і резонансні явища, які можуть виникати при певних значеннях частоти вхідного сигналу, співвідношеннях пружностей та мас. Модель також дозволяє визначити витрати потужності на коливання двомасової пружної системи в кожний момент процесу моделювання.

Математичну модель побудовано наступним чином. В принциповій схемі цієї системи виявлено ряд типових елементів (рис.1). Далі побудовано схему взаємодії типових елементів з інформаційно-енергетичним потоком. Виявлені потоки дозволили побудувати структуру процесу функціонування системи (рис.2). В наведеній структурі цифрами позначено перетворення, які виконуються по відношенню до інформаційно-енергетичного потоку. На основі структури процесу функціонування та типів перетворень інформаційно-енергетичного потоку складено математичний опис процесу. Математичний опис, записаний в комп'ютерному середовищі представляє модель процесів в двомасовій пружній системі.

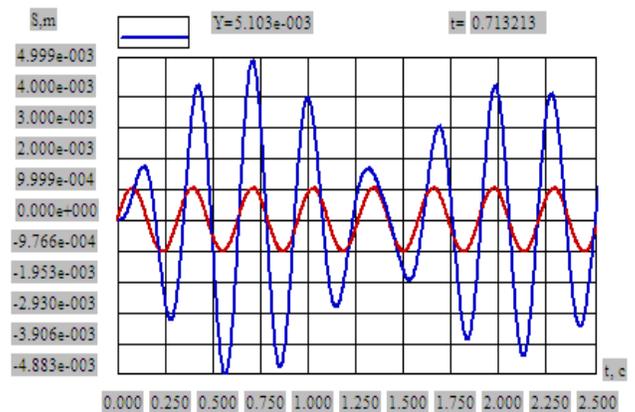


Рис.3 – Графіки процесів в двомасовій пружній системі (1 – переміщення точки А, 2 – переміщення маси m_2)

Список літератури

1. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 418 с.
2. Бусленко В.Н. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем. – М.: Наука. – 1977. – 240 с.
3. Автоматизация схемотехнического проектирования в машиностроении: Учебное пособие/ А.И. Петренко, В.В.Ладогубец, В.В. Чкалов. – К.: УМК ВО. 1988. – 180 с.
4. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука. – 1978. – 399 с.