

ПЕРЕДМОВА

Сучасні технологічні об'єкти і виробництва є складними динамічними системами і характеризуються наявністю на вході і виході багатьох величин, декотрі з яких є взаємозалежні, зміною збурювальних дій у широких діапазонах, значними запізненнями каналами керування. Для деяких нових сучасних технологічних об'єктів теоретичних знань недостатньо [1].

Для розроблення систем керування такими об'єктами необхідно знати кількісні залежності між його величинами, тобто мати моделі об'єктів. Процес побудови моделі об'єкта, або його ідентифікація є окремою задачею. Її вирішують на основі теоретичного аналізу об'єкта з використанням загальних закономірностей, що відбуваються в ньому на основі апріорної інформації про такі об'єкти, а також застосовуючи апостеріорну інформацію з експериментальних досліджень об'єкта.

Методи побудови математичних моделей класифікують за різними ознаками, зокрема за способом отримання їх поділяють на *аналітичні (теоретичні)* та *емпіричні (експериментальні)*. Перші, отримані у результаті теоретичного вивчення властивостей об'єкта, ґрунтуються на фундаментальних законах збереження маси, енергії, кількості руху, моменту кількості руху тощо. Емпіричні математичні моделі отримують у результаті експериментальних досліджень, пов'язаних з вимірюванням вхідних і вихідних величин об'єкта з подальшим узагальненням результатів вимірювання у вигляді аналітичних залежностей. Емпіричні математичні моделі містять коефіцієнти, які не мають фізичного змісту і придатні для кількісного опису лише досліджуваного об'єкта у певних діапазонах зміни його вхідної і вихідної величин. *Процес отримання математичної моделі об'єкта на основі експериментально отриманих значень його вхідних і вихідних величин називають ідентифікацією* [1, 2].

Задачу ідентифікації характеристик системи можна розглядати як дуальну до задачі керування системою. Не можна керувати системою, якщо її не ідентифіковано. Отже, під час розв'язання задачі ідентифікації слід визначити найкращу в певному розумінні модель об'єкта, яка описує співвідношення між вхідними і вихідними величинами [3].

Якщо структуру, вигляд моделі і кількість параметрів моделі визначено, то задача ідентифікації полягає в оцінюванні параметрів вибраної математичної моделі на основі експериментально отриманих даних вхідних та вихідних величин об'єкта. Таку задачу ідентифікації розв'язують за допомогою методів

параметричної ідентифікації. Прикладами параметричних моделей є передавальні функції, диференціальні рівняння, операторні рівняння з відомим порядком.

За *непараметричними* методами ідентифікації моделі шукають у вигляді кривих розгону, імпульсних перехідних характеристик, амплітудно-фазових, амплітудно- та фазочастотних характеристик; або у вигляді диференціальних рівнянь або функцій передавання з невизначеним порядком; інтегральних та спектральних рівнянь [1, 2].

Методи ідентифікації класифікують також за низкою інших ознак. Так, залежно від властивостей технологічних об'єктів методи ідентифікації поділяють на методи лінійних і нелінійних ТО; стаціонарних і нестаціонарних об'єктів; методи ідентифікації об'єктів із зосередженими параметрами і розподіленими параметрами. Залежно від кількості вхідних (вихідних) величин методи ідентифікації поділяють на методи ідентифікації одновимірних і багатовимірних об'єктів. За методами одержання експериментальних даних методи ідентифікації поділяють на активні і пасивні [1–8].

З метою засвоєння студентами основних методів ідентифікації та моделювання технологічних об'єктів навчальним планом передбачено вивчення дисципліни “Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів”. Цю дисципліну студенти вивчають на третьому курсі, що в поєднанні з вивченням таких фахових дисциплін, як числові методи, комп'ютерні технології та програмування, теорія автоматичного керування дасть змогу використовувати набуті знання для побудови систем автоматичного керування та проектування систем автоматизації.

Метою виконання лабораторного практикуму з навчальної дисципліни “Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів” є практичне засвоєння основних методів ідентифікації технологічних об'єктів за їх експериментальними частотними, імпульсними та перехідними характеристиками, методів ідентифікації за випадковими процесами на вході і виході об'єкта, набуття практичних навичок з комп'ютерного моделювання.

На основі набутих знань студент повинен вміти планувати експеримент для побудови статичних та динамічних моделей технологічних об'єктів, застосовувати експериментальні методи для побудови їх математичних моделей, застосовувати пакети сучасних прикладних програм для моделювання і дослідження технологічних об'єктів керування.

Лабораторний практикум апробовано на кафедрі автоматизації теплових і хімічних процесів Національного університету “Львівська політехніка” під час підготовки бакалаврів за спеціальністю “Автоматизація та комп'ютерно-

інтегровані технології". Основою успішного виконання лабораторних робіт є достатній обсяг теоретичного матеріалу, а також опис додаткових, порівняно з базовими, можливостей середовища Matlab (Simulink), викладених у кожній лабораторній роботі.

Основну увагу в посібнику приділено знаходженню емпіричних моделей технологічних об'єктів. Лабораторні роботи в практикумі можна поділити на три блоки:

1. Експериментальне дослідження статичних характеристик об'єкта регулювання та знаходження статичних моделей.

2. Знаходження різними методами емпіричних динамічних моделей за заданими перехідними, імпульсними перехідними та частотними характеристиками об'єктів регулювання.

3. Моделювання випадкових процесів на вході і виході технологічного об'єкта, аналіз їх кореляційних та спектральних характеристик та знаходження непараметричних моделей технологічного об'єкта.

Робочою програмою навчальної дисципліни передбачено виконання шести лабораторних робіт.

Під час виконання *першої лабораторної роботи* студенти вивчають методику експериментального знаходження статичної характеристики об'єкта регулювання, метод найменших квадратів для побудови статичної моделі досліджуваного об'єкта у вигляді полінома та перевіряють її адекватність.

Під час виконання *другої лабораторної роботи* студентам слід засвоїти методику експериментального отримання статичної характеристики багатовимірного об'єкта регулювання, практично оволодіти методами побудови статичної моделі досліджуваного об'єкта та перевірки її адекватності.

Метою *третьої лабораторної роботи* є практичне засвоєння методів побудови динамічної моделі об'єкта регулювання за експериментальною перехідною функцією із застосуванням комп'ютерних технологій і перевірка її адекватності.

Під час виконання *четвертої лабораторної роботи* вивчають методику побудови динамічної моделі об'єкта регулювання за перехідним процесом системи автоматичного регулювання із застосуванням оптимізаційних функцій програмного середовища Matlab з перевіркою її адекватності.

Під час виконання *п'ятої лабораторної роботи* студенти повинні засвоїти методику визначення частотних характеристик за експериментальною імпульсною перехідною функцією технологічного об'єкта, набути досвід програмування у

середовищі Matlab, знайти функцію передавання об'єкта у вигляді розкладу Бодє.

Під час виконання *шостої лабораторної роботи* вивчають статистичні характеристики випадкових стаціонарних процесів і методів їх визначення із застосуванням спеціалізованих програмних засобів Matlab, а також практично засвіти кореляційний метод для знаходження непараметричних моделей технологічного об'єкта за допомогою сигналу білого шуму.

Варіанти індивідуальних завдань наведено у лабораторних роботах або їх видає викладач на попередньому занятті. За кожним виконаним завданням студент складає індивідуальний звіт, зміст якого вказано у кожній роботі, і захищає на черговому лабораторному занятті. Результати оцінювання цих робіт враховують у поточній успішності, яка є складовою підсумкової оцінки з дисципліни “Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів”.