

Моделювання технологічних об'єктів та систем керування з невизначеностями у середовищі Matlab

Н.М. Луцька

Національний університет харчових технологій

Технологічні об'єкти функціонують в умовах невизначеності, при чому лише частину з них можна розрахувати чисельно. Для технологічного об'єкта при проектуванні системи керування невизначеності можна поділити на два типи: невизначеності в описі математичної моделі; невизначеності у функціонуванні технологічного об'єкта (невизначеність зовнішнього середовища, непередбачувані невизначеності).

Зрозуміло, що розрахувати всі невизначеності в технологічній системі керування не можливо, а можна лише з деякою достовірністю описати невизначеності технологічного об'єкта у вигляді найбільшого відсотку d від матриці математичної моделі $\mathbf{A}0$, що можна представити у формі інтервального матричного сімейства:

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}(q)\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}\mathbf{u}(t) + \mathbf{G}\mathbf{w}(t), \quad (1)$$

$$\mathbf{A}(q) = \mathbf{A}0 + \Delta, \quad |\Delta_{ij}| \leq \gamma, \quad i, j = 1, \dots, n \quad (2)$$

при $\Delta = d \mathbf{A}0$ або $|d a_{ij}^0| \leq \gamma$, де γ – розмах невизначеності.

В середовищі моделювання Matlab розроблена група функцій Robust Control Toolbox [1], за допомогою якої можна моделювати лінійні об'єкти та системи керування з невизначеностями. Даний Toolbox дозволяє генерувати лінійний об'єкт керування з різними типами невизначень, досліджувати об'єкт та систему на стійкість та якість, синтезувати робастний регулятор та ін. Всі функції розбиті на підгрупи, призначення та назва яких наведені в Таб. I.

Таб. I

Підгрупи функцій групи Robust Control Toolbox

Назва підгрупи	Призначення функцій
Uncertain Elements	Функції для побудови невизначених елементів
Uncertain Matrices and Systems	Функції для побудови невизначених матриць і системи
Manipulation of Uncertain Models	Функції для перетворення та аналізу невизначених моделей
Interconnection of Uncertain Models	Функції для взаємозв'язку невизначених моделей
Model Order Reduction	Функції для створення апроксимації низького порядку для моделей об'єкта і регулятора
Robustness and Worst-Case Analysis	Функції, що характеризують робастність системи в найгіршому випадку
Robustness Analysis for Parameter-Dependent Systems	Функції для аналізу параметрично залежних системи

Controller Synthesis	Функції синтезу Н-регуляторів
m-Synthesis	Функції μ -аналізу та синтезу
Sampled-Data Systems	Функції для аналізу дискретних систем
Gain Scheduling	Функції для синтезу регулятора запланованого підсилення
Frequency-Response Data (FRD) Models	Функція для роботи з моделями, що задані в частотній області
Supporting Utilities	Додаткові функції для роботи з системами, що містять невизначені елементи
LMIs	Функції для побудови та розв'язку систем лінійних матричних нерівностей
Simulink	Функції для використання в Simulink

Не слід забувати, що крім функцій Robust Control, що реалізують лише незначну частину методів робастного синтезу систем, шляхом програмування можна змоделювати систему керування будь-якої складності, де вказані функції та функції з інших Toolbox будуть лише частиною загального алгоритму.

На Рис. 1а наведено сімейство кривих розгону технологічного об'єкта (1) керування, що має 4 входи, 4 виходи та 8 координат стану, причому коефіцієнти матриці А змінюються в межах $d = 30\%$. На Рис. 1б можна побачити як змінюються власні значення при зміні параметрів об'єкта.

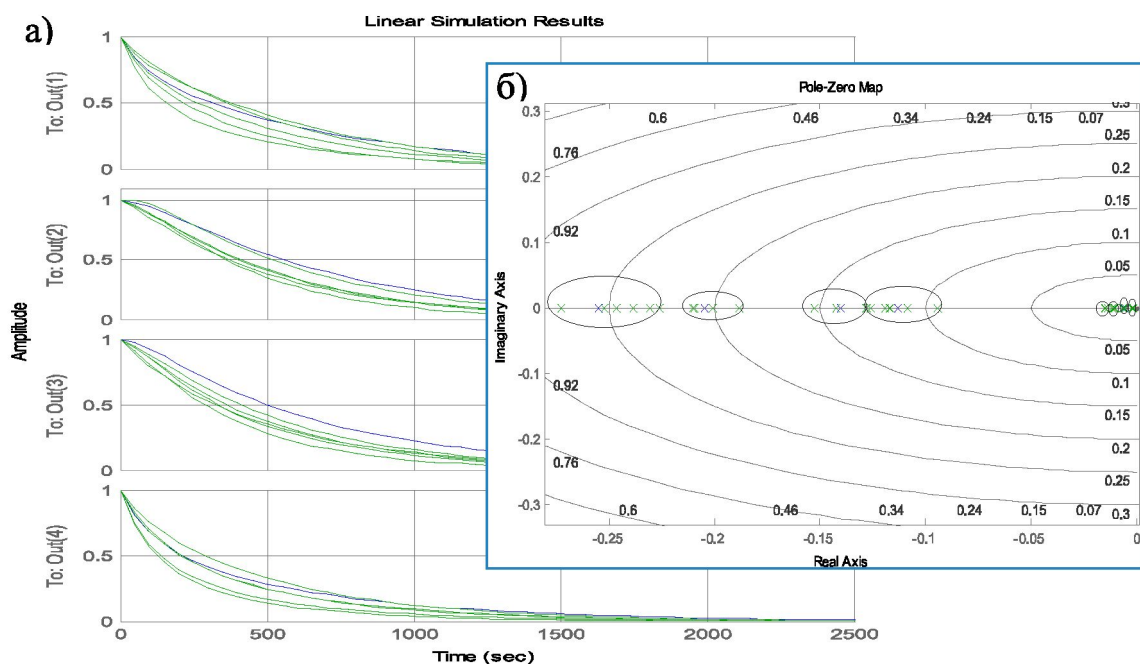


Рис. 1. Сімейство перехідних процесів (а) та власних значень (б) об'єкта з невизначеностями

Література

1. Sanchez-Pena R., Sznaiar M. Robust system. Theory and application – Wiley & Sons, Inc, 1998.