

## Висновок

Побудовано математичну модель динаміки росту двох культур мікроорганізмів. Структура моделі базується на працях [Medawar W., 2003] та [Пасічник Р., 2008]. Параметрична ідентифікація моделі здійснюватиметься методами початкового оцінювання модельних параметрів автономної системи, дзеркального відображення від'ємних значень коефіцієнтів для врахування природних обмежень на їх значення, функції мети, а також схеми розбиття загальної задачі ідентифікації на послідовність підзадач з меншою розмірністю. Ідентифікована модель дозволить прогнозувати динаміку процесів бродіння з різними початковими концентраціями етилового спирту, моделями похибки і спостережуваності.

## Список використаних джерел

1. Пасічник Р. М. Ідентифікація системи Моно-Ієрусалимського з керованим зворотнім зв'язком / Р. М. Пасічник, Ю. Р. Піговський // Комп'ютинг. – 2008. – Т. 7, Вип. 1. – С. 146-152.
2. Medawar W. Yeast growth: lag phase modelling in alcoholic media / W. Medawar, P. Strehaiano, M. -L. Délia // Journal on Food Microbiology (Elsevier Science Ltd.). – 2003. – № 20. – Р. 527-532.
3. Дивак М.П. Інтервальні дискретні динамічні моделі виробництва біогазу з побутових органічних відходів / М. П. Дивак, А. В. Пукас, Є. О. Марценюк // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України : Спеціальний випуск. – Київ, 2010. – С. 179-184.
4. 6. Марценюк Є. О. Ідентифікація дискретних динамічних моделей процесів з інтервальною невизначеністю у біогазових установках переробки органічного сміття / Є. О. Марценюк, М. П. Дивак, Ю. Р. Піговський, Т. М. Дивак // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія „Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка. – 2010. – Вип. 11 (164). – С. 181-188.
5. Пасічник Р.М. Ідентифікація жорстких нелінійних моделей хіміко-технологічних систем / Р.М.Пасічник, Ю.Р.Піговський // Науково-технічний журнал Інституту проблем реєстрації інформації НАН України “Реєстрація, зберігання і обробка даних”, 2010, Т. 12, № 1. – С. 12-22.

УДК 519.876.5

## МЕТОД СИНТЕЗУ КОНФІГУРАЦІЇ ОЦІНОК ОБЛАСТІ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛЕЙ

Мелех О.П.

Тернопільський національний економічний університет, магістр

### І. Постановка проблеми

При побудові математичних моделей статичних систем однією з важливих задач є задача параметричної ідентифікації моделі. Для задач в яких вихідні характеристики задані у вигляді

$$\bar{x}_i [y_i^-, y_i^+], \quad i=1, \dots, N.$$

Вважають, що в довільному  $i$ -му спостереженні істинне значення виходу  $y_0(\bar{x}_i)$  належить інтервалу  $[y_i^-, y_i^+]$ , тобто  $y_i^- \leq y_0(\bar{x}_i) \leq y_i^+$ . При параметричній ідентифікації моделей припускають, що структура моделі „вхід – вихід” задана у вигляді лінійного відносно параметрів рівняння

$$y_0(\bar{x}) = \beta_1 \cdot \varphi_1(\bar{x}) + \dots + \beta_m \cdot \varphi_m(\bar{x}),$$

де  $y_0(\bar{x})$  – істинне невідоме значення вихідної змінної;  $\bar{x} \in R^m$  – вектор вхідних змінних;  $\vec{\varphi}^T(\bar{x})$  – відомий вектор базисних функцій;  $\vec{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_m)^T$  – невідомий вектор параметрів моделі.

Тоді для побудови моделі потрібно розв'язати інтервальну систему лінійних алгебричних рівнянь такого виду [1]:

$$y_i^- \leq b_1 \varphi_1(\bar{x}_i) + \dots + b_m \varphi_m(\bar{x}_i) \leq y_i^+, \quad i=1, \dots, N. \quad (1)$$

У випадку, коли кількість параметрів моделі ( $b_1, b_2, \dots, b_m$ ) менша за кількість рівнянь системи (1), тобто  $m < N$ , або що кількість параметрів моделі менша за кількість вихідних характеристик системи, що характерно для більшості систем, наприклад, для задач синтезу допусків на параметри елементів радіоелектронних кіл, задач визначення допусків області хірургічного втручання при проведенні операцій на щитоподібній залозі [2]. Визначення області параметрів моделі яка описується системою (1) є складною задачею, оскільки ця область є опуклим многогранником  $\Omega$  [3]. Тому використовують оцінки області параметрів менш складними фігурами, інформацію про які простіше зберігати та використовувати.

При знаходженні розв'язків системи (1) в залежності від задач які розв'язуються розглядаються різні критерії. При побудові допускових оцінок області параметрів методи оцінюють за такими критеріями:

- низька обчислювальна складність, що дозволить застосовувати методи для задач великої розмірності і знаходити розв'язки за реальний час;
- максимізація об'єму допускової оцінки області параметрів, що дозволить отримати максимальні допуски на параметри системи, наприклад, на параметри елементів радіоелектронних кіл і в результаті скоротити витрати на їхнє виробництво;
- аналітичне представлення коридорів: дозволить знизити обчислювальні ресурси для реалізації моделі, отриманої за результатами ідентифікації, тобто спростити опрацювання інформації отриманої на основі ідентифікації моделі та подальше її зберігання в пам'яті ПК.

Враховавши вищезазначені критерії, задачу знаходження області параметрів інтервальної системи лінійних алгебричних рівнянь (1), коли кількість вихідних даних більша за кількість параметрів  $m \leq N$ , яка є достатньо складною, можна спростити за рахунок побудови оцінки області параметрів  $\Omega$   $m$ -вимірним прямокутним паралелепіпедом, з гранями паралельними координатним осям [4],  $m$ -вимірним паралелепіпедом [1] або  $m$ -вимірним еліпсоїдом [2, 3, 5].

Для цього використовують методи синтезу конфігурації області оцінки. Один з підходів базується на виділенні з системи (1) насиченого блоку, тобто  $m$ -вимірної підсистеми ІСЛАР [1], яка в просторі параметрів задає  $m$ -вимірний паралелепіпед  $\Omega_m$ . Такий підхід базується на гіпотезі про те, що значна частина рівнянь ІСЛАР формують у просторі параметрів неактивні обмеження. Найбільшого розвитку такі методи параметричної ідентифікації інтервальних моделей набули для задач гарантованого оцінювання області параметрів [1], оскільки вони спрощують обчислювальні процедури. Інший підхід – це визначення конфігурації еліпсоїдної оцінки області параметрів інтервальної системи лінійних алгебричних рівнянь, яка задається центром еліпсоїда та матрицею конфігурації.

## II. Мета роботи

Метою роботи є дослідження методів синтезу конфігурації області параметрів інтервальних моделей статичних систем та розробка програмного блоку, який дозволить спростити етап визначення конфігурації області оцінки параметрів інтервальних систем лінійних алгебричних рівнянь, які використовуються не лише для опису моделей статичних систем.

## III. Особливості програмної реалізації методу синтезу конфігурації оцінок області параметрів моделей

Не знаючи вигляду многогранника  $\Omega$ , неможливо визначити в системі (1)  $m$  рівнянь, які забезпечать вигляд допускового гіперпаралелепіпеда  $\tilde{\Omega}_m$ , найближчий до многогранника  $\Omega$ ,  $\tilde{\Omega}_m \subseteq \Omega$  (для визначення допускової оцінки області параметрів) або  $\Omega \subseteq \tilde{\Omega}_m$  (для гарантованої оцінки), де  $\Omega_m$  –  $m$ -вимірний паралелепіпед, що задається підсистемою з  $m$ -рівнянь ІСЛАР (1). Тому для знаходження такого паралелепіпеда використовують критерії, що характеризують розміри області параметрів: а) об'єм  $m$ -вимірного паралелепіпеда; б) суму діагональних елементів; в) найбільшу (найменшу) діагональ. Використання оцінки області параметрів системи (1) у вигляді  $m$ -вимірного паралелепіпеда дозволяє на основі нескладних перетворень [5] перейти до еліпсоїдної оцінки.

Критерій забезпечення найбільшого об'єму області параметрів обирається на основі апріорних знань про властивості області параметрів або на основі задач, які потрібно розв'язати.

В роботі [5] описано метод синтезу конфігурації допускової області параметрів у вигляді  $m$ -вимірного еліпсоїда, який також реалізовано в запропонованій програмній системі.

Для реалізації програмного модуля для синтезу конфігурації області параметрів інтервальних моделей статичних систем використано програмне середовище MATLAB.

Проаналізувавши методи та алгоритми синтезу конфігурації області оцінок параметрів інтервальних моделей, визначено функціональні, нефункціональні вимоги до системи та вимоги користувача. Програмний блок включає інтерфейс користувача, що дозволяє як безпосередньо вводити дані про спостереження так і використовувати файли з інформацією про вхідні та вихідні характеристики системи, обирати вид оцінки області параметрів (допускова чи гарантована) та методи оцінки, задавати структуру інтервальної моделі. Проаналізовано існуюче програмне забезпечення та спроектовано систему таким чином, щоб результат роботи запропонованого програмного забезпечення без додаткових налаштувань можна було б використати в існуючій програмній системі.

## Висновок

У роботі досліджено задачу параметричної ідентифікації моделей статичних систем за умов задання виходів у вигляді інтервалів, а саме метод синтезу конфігурації області оцінки параметрів таких моделей. Запропоновано додаткове програмне забезпечення для реалізації методу синтезу конфігурації області оцінки параметрів моделі, що враховує особливості методів побудови моделей статичних систем та дозволяє спростити процес оцінки області параметрів моделі статичної системи.

## Список використаних джерел

1. Дивак М.П. Метод локалізації гарантованих оцінок в задачах параметричної ідентифікації / М.П. Дивак // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2000. — № 4. — С. 12–17.
2. Дивак М.П. Застосування методів допускового еліпсоїдного оцінювання параметрів інтервальних моделей для задачі візуалізації гортанного нерва / М.П. Дивак, О.Л. Козак, А.В. Пукас // Вісник НУ “Львівська політехніка”. Радіоелектроніка та телекомунікації. - 2010. - №680. - С. 196 -206
3. Черноусько Ф. Л. Оптимальные гарантированные оценки неопределенностей с помощью эллипсоидов / Черноусько Ф. Л. // Изв. АН СССР. Техн. киберн. - 1980. - №3. С. 3 - 11.
4. Шарый С.П. Решение интервальной линейной задачи о допусках / С.П. Шарый // Автоматика и телемеханика. — 2004. — № 10. — С. 147–162.
5. Дивак М. П. Метод формування допускової еліпсоїдної оцінки параметрів інтервальних моделей на основі виділення із інтервальної системи лінійних алгебричних рівнянь основних активних обмежень / Дивак М. П., Козак О. Л. // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2009. - Т. 11, № 2. - С.25-36.

УДК 621.311.68

## ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ РЕЗЕРВОВАНОЇ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОЇ СИСТЕМИ З СПІЛЬНИМ КОВЗНИМ РЕЗЕРВОМ МОДУЛІВ ОСНОВНОЇ ТА РЕЗЕРВНОЇ ПІДСИСТЕМ

Муляк О.В., Змисний М.М.

*Національний університет «Львівська політехніка», аспіранти*

### I. Постановка задачі

При проектуванні сучасних радіотехнічних комплексів використовуються програмно-апаратні системи з використанням відмовостійких систем з комбінованим структурним або змішаним резервуванням [1-4]. При розрахунку надійності таких систем необхідно враховувати відмови апаратної частини системи та програмного забезпечення. Відомі формули для визначення показників надійності таких відмовостійких систем отримані з великими наближеннями [5, 6] і дають завищені оцінки. Враховуючи сучасні вимоги до апаратури постає задача побудови моделей відмовостійких систем, які використовуються при проектуванні програмно-апаратних систем на етапі системотехнічного проектування. Адже це значно зменшить кінцеві фінансові затрати на реалізацію проекту. Вирішення такої задачі представлено в даній роботі.

### II. Мета роботи

Метою роботи є розробка моделі відмовостійкої системи, яка використана для забезпечення заданого рівня надійності програмно-апаратної системи, апаратна частина якої складається з однотипних модулів.

### III. Структура і поведінка відмовостійкої системи

Розглядається відмовостійка система (рис. 1) до складу якої входять: основна технічна підсистема і аналогічна резервна технічна підсистема, які складаються з однотипних модулів; засіб контролю та діагностики працездатності апаратної частини системи; засіб контролю та завантаження програми виконання завдання; пристрій комутації; ремонтний орган. Для обох технічних підсистем структурою відмовостійкої системи передбачено один модуль ковзного резерву з завантаженою ПВЗ (гарячий резерв) та декілька модулів ковзного резерву з не завантаженою ПВЗ (холодний резерв). В поведінку відмовостійкої системи закладена логіка роботи з програмою виконання завдання (ПВЗ).

Перелік процедур, які формують поведінку відмовостійкої системи

Процедура 1. Виявлення порушення працездатності в складі відмовостійкої системи.

Порушення працездатності має місце:

– в складі основної (або резервної) технічної підсистеми (при виконанні цільової функції). В такому випадку виконання цільової функції передається резервній (або основній) технічній