УДК 519.24

ПЗ ДЛЯ ІНТЕРВАЛЬНОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛЕЙ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ СИМВОЛЬНОЇ МАТЕМАТИКИ

Мачула В.Я.[1)], Манжула В.І.[2)]
Тернопільський національний економічний університет
[1)] магістрант; [2)] к.т.н., доцент

I. Постановка проблеми

Процес побудови інтервальних моделей, який включає структурну та параметричну ідентифікації, пов’язаний із розв’язуванням інтервальних систем лінійних алгебраїчних рівнянь (ІСЛАР). Як правило дану задачу розв’язують на основі методів лінійного програмування (ЛП): методу штучного базису, модифікованого симплекс-методу [1]. Як показує практика, ці методи володіють рядом недоліків, зокрема, наявністю в даних методах проблем зациклення в ітераціях пошуку оптимального плану, чутливістю результату до похибок заокруглень в даних. Це, в свою чергу, вносить невизначеність в обґрунтування висновку про неадекватність моделі, при несумісності ІСЛАР Оскільки, невідомо, що є причиною несумісності ІСЛАР: похибка методів ЛП, структура моделі чи некоректність інтервальних даних.

II. Мета роботи

Метою даного дослідження є спроба усунення зазначених недоліків шляхом введення в обчислювальні процедури алгоритмів розв’язку ІСЛАР в задачах параметричної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем елемента символьної математики у вигляді дробового представлення числових значень. В такий спосіб в обчисленнях вдасться уникнути операції ділення, заокруглень значень та підвищити точність та стійкість методів розв’язку задач параметричної локалізації інтервальних моделей.

III. Задача інтервальної локалізації параметрів моделей

Для введення дробового представлення значення величин введемо позначення: нехай ν – значення змінної, тоді d_ν – чисельник дробового представлення ν, а – n_ν – знаменник. Тоді символьне представлення значення ν матиме вигляд:

$$\nu = \frac{d_\nu}{n_\nu}.$$

З врахуванням вище наведеного задачу інтервальної локалізації можна представити у такому вигляді: нехай відома структура інтервальної моделі, задана лінійно-параметричним рівнянням з фіксованою кількістю параметрів:

$$y\ (\vec{x}) = \vec{\varphi}^T(\vec{x}) \cdot \vec{b}\ , \tag{1}$$

де $\vec{\varphi}^T(\vec{x}) = (\varphi_1(\vec{x}),...,\varphi_m(\vec{x}))$ – відомий вектор базових функцій, $\vec{b} = (\frac{d_{b_1}}{n_{b_1}},...,\frac{d_{b_m}}{n_{b_m}})^T$ – невідомий вектор оцінок параметрів, розмірністю m.

Для ідентифікації параметрів моделі використовують результати експерименту, представлені у вигляді матриці X значень вхідних змінних і відповідних інтервальних значень вихідної змінної $\left[\vec{Y}\right]$ [2]:

$$X = \left\{ \frac{d_{x_{ij}}}{n_{x_{ij}}}, i = 1,..., N, j = 1,..., k \right\}; \left[\vec{Y}\right] = \left\{ \left[\frac{d_{y_i^-}}{n_{y_i^-}}; \frac{d_{y_i^+}}{n_{y_i^+}} \right], i = 1,..., N \right\}. \tag{2}$$

На основі структури моделі (1) та експериментальних даних (2) отримують таку інтервальну систему лінійних (відносно оцінок параметрів) алгебраїчних рівнянь:

$$\frac{d_{y_i^-}}{n_{y_i^-}} \le \frac{d_{b_1}}{n_{b_1}} \varphi_1(\vec{x}_i) + \ldots + \frac{d_{b_m}}{n_{b_m}} \varphi_m(\vec{x}_i) \le \frac{d_{y_i^+}}{n_{y_i^+}}, i = 1,..., N. \tag{3}$$

Розв'язком ІСЛАР (3) є множина Ω оцінок параметрів моделі (1), яка в просторі параметрів є опуклим многогранником. На основі отриманої множини Ω будують коридор адекватних інтервальних моделей:

$$\hat{y}\,(\vec{x}) = \vec{\varphi}^{T}(\vec{x})\cdot\vec{b}\ \in \left[\min_{\vec{b}\,\in\Omega}\left(\vec{\varphi}^{T}(\vec{x})\cdot\vec{b}\,\right);\max_{\vec{b}\,\in\Omega}\left(\vec{\varphi}^{T}(\vec{x})\cdot\vec{b}\,\right)\right],$$

де $\min_{\vec{b}\,\in\Omega}\left(\vec{\varphi}^{T}(\vec{x})\cdot\vec{b}\,\right);\max_{\vec{b}\,\in\Omega}\left(\vec{\varphi}^{T}(\vec{x})\cdot\vec{b}\,\right)$ – нижня та верхня межі коридору інтервальних моделей, що отримані на основі інтервальних оцінок параметрів моделі.

Згаданий вище підхід до розв'язування системи (3) дозволяє знаходити інтервальну оцінку $[\vec{b}]$ на основі відомих обчислювальних процедур лінійного програмування. При цьому для знаходження границь $[b_j^-, b_j^+]$ компонент вектора $[\vec{b}]$, необхідно розв'язувати $2{\cdot}m$ задач ЛП.

IV. ПЗ для інтервальної локалізації параметрів моделей

На основі запропонованого підходу було розроблено програмне забезпечення. Символьне представлення значень на основі дробів було реалізовано за допомогою класу Fraction, UML-діаграму якого наведено на рисунку 1. Клас є оболонкою для дробу та реалізовує всі функції для роботи із дробами (додавання, віднімання, ділення, тощо). За основу було взято клас Fraction версія 2.3, автор Syed Mehroz Alam, Пакістан.

Для інтервальної локалізації параметрів моделі із врахуванням символьного представлення реалізовано модифікований симплекс-метод, описаний в праці [1].

На рисунку 2 наведено інтерфейс програми для введення даних експерименту та структури моделі.

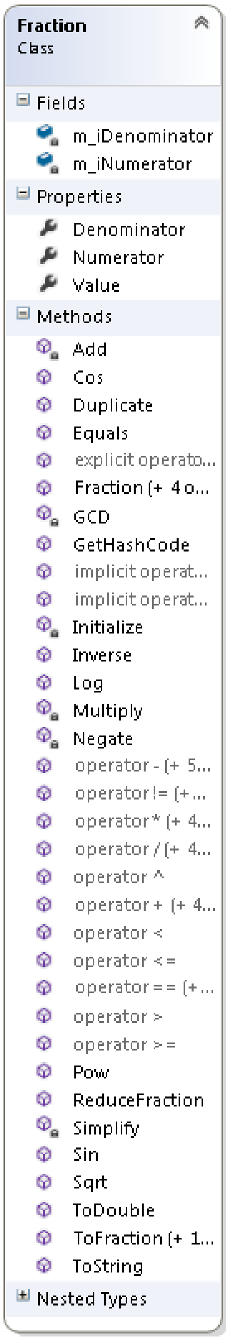

Рисунок 1 – UML-діаграма класу Fraction,

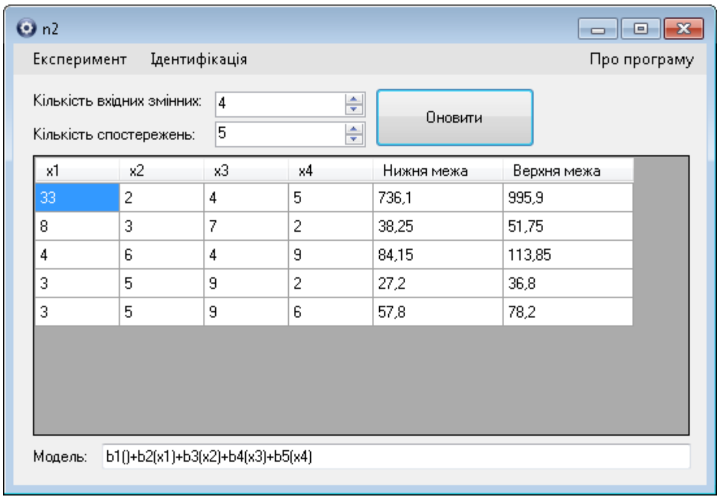

Рисунок 2 – Вікно введення даних експерименту

Висновки

Реалізоване програмне забезпечення дає можливість уникнути операції ділення, заокруглень значень в алгоритмі симплекс-методу розв'язку ІСЛАР та підвищити точність та стійкість методів параметричної ідентивікації інтервальних моделей статичних систем.

Список використаних джерел

1. Дивак М.П. Модифікація симплекс-методу розв'язування задач лінійного програмування для побудови інтервальних моделей / Дивак М.П., Шкляренко Н.П. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2000. – №1. – С. 138 – 141.
2. Дивак М.П. Обчислювальні аспекти методів локалізації розв'язків задач параметричного оцінювання в умовах обмежених похибок. // Відбір та обробка інформації. – 2002. – №16 (92) – С. 43 – 47.