

УДК 004.9:677.072.6

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЧОТИРИКОМПОНЕНТНИХ СИСТЕМ

В.Г. Резанова, кандидат технічних наук, доцент
Київський національний університет технологій та дизайну
В.В. Цимбалюк, студент
Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: програмне забезпечення, чотирикомпонентна система, оптимізація, багатокритеріальна задача, лінійна згортка.

Для підвищення ефективності наукових досліджень закономірностей процесів у багатокомпонентних системах та зменшення матеріальних і часових затрат обов'язковим і необхідним є залучення методів математичного моделювання і планування експериментів, а також створення програмного забезпечення для їх обробки.

Багато досліджень у науці і технологіях зводяться до розв'язання задач, які спрямовані на пошук оптимальних умов перебігу процесів або на оптимальний вибір складу багатокомпонентних систем. Першим етапом вирішення задачі оптимізації є чітке її формулювання, а також перетворення та спрощення з метою приведення до вигляду, зручного для подальшого розв'язання.

Для оптимізації вмісту інгредієнтів у багатокомпонентних системах, як правило, використовують діаграми склад–властивість [1,2]. Для чотирикомпонентної суміші повинна виконуватися умова: $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1$ (де x_1, x_2, x_3, x_4 – відповідно відносні концентрації компонентів), оскільки вміст інгредієнтів нормується.

В результаті планування експерименту отримують множину точок факторного простору, в яких необхідно провести досліди. Маючи результати експериментів, математичну модель задачі будують за методом найменших квадратів. Далі поставимо собі задачу здійснити багатокритеріальну оптимізацію системи, що являє собою процес одночасної оптимізації кількох конфліктуючих між собою цільових функцій в певній області визначення.

В загальному випадку задача багатокритеріальної оптимізації формулюється таким чином [1,2]:

$$\min_{\vec{x}} \{f_1(\vec{x}), f_2(\vec{x}), \dots, f_k(\vec{x})\}, \quad \vec{x} \in S$$

де $f_i : R^n \rightarrow R$ - це k ($k \geq 2$) цільових функцій

При цьому цільові функції, що досліджуються на максимум, перетворювали на функції, що досліджуються на мінімум, за формулою $\min(y) = -\max(y)$. Вектор розв'язків $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ належить до непорожньої області визначення S .

Найбільш поширеним прийомом вирішення конкретної багатокритеріальної задачі є приведення її до розв'язання деякої однокритеріальної задачі, цільова функція якої найчастіше являє собою певну комбінацію наявних критеріїв f_1, f_2, \dots, f_m . Такий прийом носить назву скаляризації багатокритеріальної задачі. Найпростіший спосіб скаляризації заснований на використанні так званої лінійної згортки критеріїв:

$$F(x) = \sum_{i=1}^m \alpha_i \cdot f_i(x) \rightarrow \min, \alpha_i \geq 0, i = 1, \dots, m, \sum_{i=1}^m \alpha_i = 1$$

Числа $\alpha_i, i = 1, \dots, m$ трактують, як «коефіцієнти важливості» відповідних критеріїв, так що важливішому з них призначають більший коефіцієнт в лінійній згортці критеріїв, а менш важливому – нижчий.

Даний метод є зручним у використанні; він дозволяє зберегти лінійність вихідних функцій, тобто у випадку, коли вихідні критерії є лінійними, кінцевий критерій також буде лінійним.

Далі мінімізують лінійну комбінацію цільових функцій, тобто розв'язують таку задачу:

$$F = \alpha_1 \cdot y_1 + \alpha_2 \cdot y_2 + \alpha_3 \cdot y_3 \rightarrow \min$$

В результаті одержуємо математичну модель задачі однокритеріальної оптимізації [1,2].

Всі описані дії реалізуються програмно у спеціально створеному програмному додатку [3] (рис. 1).

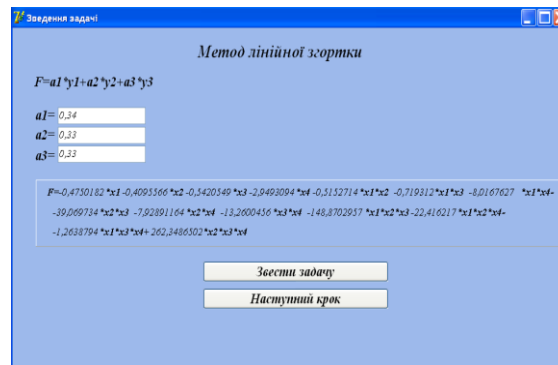


Рисунок 1 – Інтерфейс програми для перетворення задачі оптимізації

Розроблена модель є значно простішою за багатокритеріальну задачу умовної оптимізації, може бути розв'язана одним з відомих методів та використана для оптимізації чотирикомпонентних систем.

Список використаних джерел

1. Резанова В.Г., Резанова Н.М. Програмне забезпечення для дослідження полімерних систем. Монографія. – К.: АртЕк, 2020. – 358 с.
2. Резанова В.Г., Резанова Н.М. Програмне забезпечення для оптимізації складу багатокомпонентних сумішей. Монографія.- К.:АртЕк. - 2022. 315с.
3. В. Stroustrup Tour of C++ Addison-Wesley Professional, 2023. – 320 p.