УДК 621.392

МЕТОДИКА ВЕКТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДИСКРЕТНО-АДАПТИВНИХ СИСТЕМ ЗА КРИТЕРІЄМ «ЕФЕКТИВНІСТЬ – ВИТРАТИ»

Цевух І.В., к.т.н., доц.[1]; Сакович А.А., доктор філософії [2]; Томчишина П.О.[3]
[1,2,3]Національний університет «Одеська політехніка»
[1,2,3]Україна, Одеса
[1]itsevukh@op.edu.ua; [2]9903025@stud.op.edu.ua; [3]9480587@stud.op.edu.ua

Анотація. *Запропоновано методику векторної оптимізації дискретно-адаптивних систем обробки сигналів, згідно з якою показник ефективності є функцією оцінки втрат у показнику поліпшення для заданої завадової обстановки, а показник витрат на практичну реалізацію враховує оцінки кількості арифметичних операцій, а також оцінку об'єму статичної оперативної пам'яті.*
Ключові слова: *векторна оптимізація; дискретно-адаптивна система; завада.*

Вступна частина. При оптимізації адаптивних систем виявлення сигналів, що функціонують в умовах апріорної невизначеності широко застосовуються методи теорії статистичних рішень [1]. Вказуючи на значні досягнення статистичної теорії інформаційних систем, в [2] відзначається недостатньо ефективне використання їх на практиці. Одна із причин цього складається в ігноруванні статистичною теорією вартісного показника, і тому, на практиці часто віддають перевагу пристроям, які не є оптимальними з погляду статистичного критерію оптимальності, але є більш простими та менш дорожчими за оптимальних. Хоча питання оптимізації систем з урахуванням вартості привертають увагу дослідників досить давно, актуальним є отримання результатів, що дозволяють вирішувати завдання оптимізації з урахуванням витрат і ефективності функціонування в умовах апріорної невизначеності.

Метою роботи є створення методики вирішення задачі векторної оптимізації дискретно-адаптивних систем (ДАС) за критерієм «ефективність-витрати».

Основна частина. В якості показника ефективності ДАС обробки сигналів у динамічному режимі оберемо запропоновану у [3] оцінку показника поліпшення P_F, який є часткою відношення сигнал/завада на виході нелінійної системи до відношення сигнал/завада на її вході, усередненим за всіма можливими радіальними швидкостями цілі. За результатами аналізу на першому етапі цієї методики визначаються умови доцільності використання дискретно-адаптивної системи для вирішення задачі виявлення сигналу на тлі завад в умовах параметричної апріорної невизначеності. На другому етапі процедури оптимізації ДАС для характеристики систем виявлення з урахуванням витрат на реалізацію вводиться наступний вектор показників якості

$$K' = (K_H, K_B), \qquad (1)$$

де $K_н$ – показник неефективності (зручніше за показника ефективності) системи;

K_B – показник витрат на реалізацію системи.

Система обробки, що характеризується вектором (1), повинна задовольняти деякої сукупності початкових даних {Y, O}, що є сукупністю умов роботи Y, до яких відносяться характеристики сигналу та завад і обмежень O на структуру та параметри системи [4].

Задача оптимізації ДАС за критерієм «неефективність-витрати» зазвичай ставиться в одній із двох постановок, а саме: знайти систему, яка забезпечує мінімум показника

неефективності при значенні показника витрат що не перевищує заданого рівня (пряма задача), або забезпечує мінімум показника витрат при значенні показника неефективності не більш заданого рівня (зворотна задача) [4]. За однакових початкових умов рішення цих задач приводять до однієї і тієї ж системи.

Показник неефективності K_H систем виявлення сигналів, що дозволяє урахувати апріорну невизначеність відносно параметрів сигналів і завад, можна надати у вигляді

$$K_H = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} \Delta\hat{C}_{Hj}\ , \qquad (2)$$

де $\Delta\hat{C}_{Hj} = \hat{P}_{FAj} \,/\, P_{F\Pi j}$ – оцінка втрат у показнику поліпшення для *j–ї* завадової обстановки;

$\hat{P}_{FAj}$ - оцінка показника поліпшення системи, що аналізується;

$P_{F\Pi j}$ - потенційне значення показника поліпшення для заданих характеристик завад;

m – число завадових ситуацій, що генеруються на вході системи за випадковим рівномірним законом або деяким детермінованим законом.

Задля конкретизації, показник витрат K_B, що входить до (1), представляється у вигляді зваженої суми часткових показників

$$K_{\text{В}} = \text{C}_1 K_{\text{дод}} + \text{C}_2 K_{\text{мн}} + \text{C}_3 K_{\text{діл}} + \text{C}_4 K_{\text{зчп}} + \text{C}_5 K_{\text{пам}}; \qquad (3)$$

за обмеженням $t_{\Sigma} \leq t_{\text{пот}}$,

де t_{Σ} – час, який витрачає система, що аналізується, на виконання поставленого завдання;

$t_{\text{пот}}$ – потрібна швидкодія системи обробки сигналу;

$K_{\text{дод}}, K_{\text{мн}}, K_{\text{діл}}, K_{\text{зчп}}$ – оцінки кількості операцій додавання, множення, ділення, зчитування з пам'яті, які виконуються у системі обробки, що досліджується;

$K_{\text{пам}}$ – оцінка об'єму статичної оперативної пам'яті, яка потрібна для реалізації блоку пам'яті класифікатора завадової обстановки і блоку пам'яті для зберігання векторів вагових коефіцієнтів матриць обробки ДАС;

$\text{C}_i, i = \overline{1.5}$ – вагові коефіцієнти, які обираються виходячи з вимог щодо типу та характеристик обчислювальних пристроїв, що використовуються для реалізації вказаних арифметичних операцій і роботи з пам'яттю.

Висновки. Запропоновано методику векторної оптимізації дискретно-адаптивних систем обробки сигналів в умовах апріорної невизначеності спектрально-кореляційних характеристик завад з використанням критерію «ефективність-витрати». Згідно з даною методикою показник ефективності є функцією оцінки втрат у показнику поліпшення для завадової обстановки, що обчислювався за допомогою методу статистичного моделювання, а показник витрат на практичну реалізацію враховує оцінки кількості операцій додавання, множення, ділення, зчитування з пам'яті, які виконуються у системі обробки, а також оцінку об'єму статичної оперативної пам'яті, яка потрібна для реалізації блоку пам'яті класифікатора завадової обстановки і блоку пам'яті, в якому зберігаються вектори вагових коефіцієнтів матриць обробки ДАС. Отримана з використанням цієї методики система у вказаному сенсі має найкраще значення векторного показника якості і тому є рішенням поставленої задачі.

Використання інструментів ШІ. Інструменти ШІ в роботі не використовувалися.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Skolnik, M. (2008) *Radar Handbook*, McGraw-Hill.
[2] Haykin, S. (2019). *Communication systems.* Wiley.

[3] Цевух, І., Сакович А., Цевух В. (2023) Показник поліпшення нелінійних одноканальних систем обробки сигналу в умовах гаусових завад. *Технологія та конструювання в електронній апаратурі*, №1-2, с. 9-13, *https://doi.org/10.15222/TKEA2023.1-2.09*
[4] Eichfelder, G. (2014) *Variable ordering structures in vector optimization*. Springer.

Tsevukh I.V., Sakovich A.A., Tomchyshina P.O.

Methodology for vector optimization of discrete-adaptive systems based on the "effectiveness–cost" criterion

Abstract. *A methodology for the vector optimization of discrete-adaptive signal processing systems is proposed. In this approach, the effectiveness metric is defined as a function of the performance loss relative to the potential improvement, given a specific interference environment. The cost metric for practical implementation accounts for the estimated number of arithmetic operations as well as the required static memory capacity.*

Keywords: *vector optimization; discrete-adaptive system; noise.*