УДК 621.392

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ПРИДУШЕННЯ ПАСИВНИХ ЗАВАД

Калустов В.А.[1]; Аверочкін В.О., к.т.н., доц.[2]
[1,2]Національний університет «Одеська політехніка»
[1,2]Україна, Одеса
[1]kalustov.8865155@stud.op.edu.ua; [2]ava@op.edu.ua

Анотація. *У статті проведено аналіз ефективності систем придушення пасивних завад, що впливають на роботу радіолокаційних систем. Розглянуто основні типи пасивних завад, їх характеристики, а також принципи функціонування систем придушення. Проведено математичне моделювання впливу завад на приймальний тракт та оцінено ефективність різних алгоритмів їх компенсації.*
Ключові слова: *пасивні завади; радіолокаційні системи; SNR.*

Вступ

Пасивні завади виникають у результаті відбиття радіохвиль від різних природних або штучних об’єктів — місцевості, будівель, морської поверхні, опадів. Вони істотно впливають на роботу радіолокаційних систем (РЛС), знижуючи точність виявлення цілей. Тому аналіз ефективності систем придушення таких завад має важливе практичне значення.

Теоретичні основи пригнічення пасивних завад

Ефективність систем пригнічення пасивних завад (СППЗ) визначається співвідношенням сигнал/зашумлення (SNR) на виході приймача. Для опису рівня завад використовується потужність відбитого сигналу: $P_з = \dfrac{\sigma P_t G^2 \lambda^2}{(4\pi)^3 R^4}$, де σ – ефективна поверхня розсіювання; P_t – потужність передавача; G – коефіцієнт підсилення антени; λ – довжина хвилі; R – відстань до об’єкта.

Одним із методів зменшення впливу завад є використання адаптивних фільтрів, що базуються на алгоритмах мінімізації середньоквадратичної помилки (ММСП): $W(n+1) = W(n) + \mu x(n)\left[d(n) - W^T(n)x(n)\right]$, де W – вектор ваг фільтра, μ – коефіцієнт адаптації, $x(n)$ – вхідний сигнал, $d(n)$ – опорний сигнал.

Практична частина

Було змодельовано систему придушення завад у середовищі MATLAB. Вхідний сигнал складався з корисного сигналу та відбиттів від місцевості. За результатами симуляції побудовано залежність рівня сигнал/шум від параметра μ (рис. 1), та представлена структурна схема системи пригнічення пасивних завад (рис. 2).

Результати аналізу

Результати показали, що при правильному виборі коефіцієнта адаптації μ спостерігається значне покращення SNR. Ефективність придушення завад зростає у 2–3 рази порівняно з неадаптивною системою. Надмірно велике значення μ призводить до нестабільності системи.

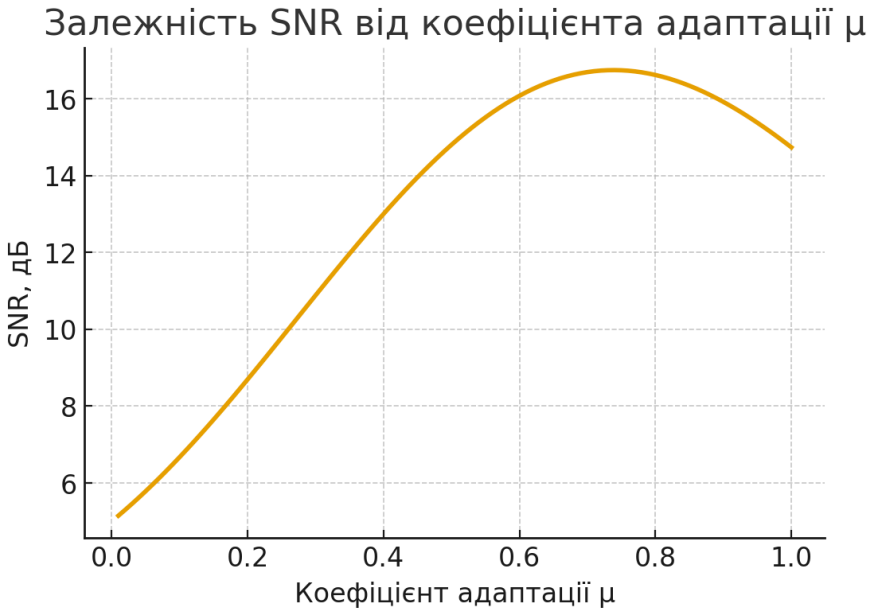

Рис. 1 – Графік залежності відношення SNR від коефіцієнта адаптації μ

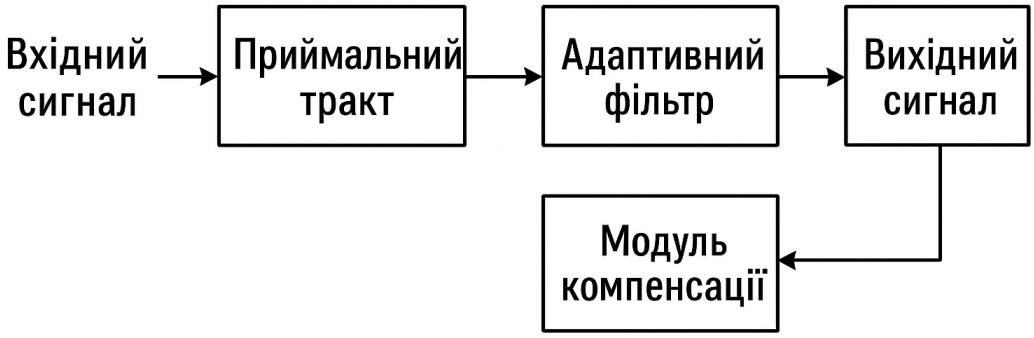

Рис. 2 – Структурна схема системи пригнічення пасивних завад.

Висновки

1. Проведено аналіз ефективності систем придушення пасивних завад у РЛС.
2. Встановлено, що адаптивні алгоритми забезпечують значне покращення якості сигналу.
3. Запропоновано оптимальні параметри адаптації для підвищення стійкості системи.
4. Розроблені результати можуть бути використані при проектуванні сучасних РЛС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Довгий, С.О., Воробієнко, П.П., Гуляєв, К.Д. (Ред). (2013). *Сучасні телекомунікації: мережі, технології, безпека, економіка, регулювання* (2-ге доп. вид.). Київ: Азимут-Україна.
[2] Haykin, S. (2013). *Adaptive Filter Theory.* Pearson.
[3] Мельник, И. И. (Ред). (2018). *Радиотехнические системы: учеб. пособие.* Киев: НТУУ "КПИ".

Kalustov V.A., Averochkin V.O.

Analysis of the effectiveness of passive noise suppression systems

Annotation. *The article analyzes the efficiency of passive interference suppression systems affecting radar performance. The main types of passive interferences, their characteristics, and principles of suppression systems are considered. Mathematical modeling of interference impact on the receiving path and evaluation of the effectiveness of different compensation algorithms are presented.*

Keywords: *passive interference; radar systems; SNR.*