УДК 621.396

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ РОЗПІЗНАВАННЯ РАДІОЗАВАД З РІЗНИМИ КОРЕЛЯЦІЙНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Біляєв М.В.[1]; Троянський О.В., к.т.н., доц.[2]
[1,2]Національний університет «Одеська політехніка»
[1,2]Україна, Одеса
[1]5826649@stud.op.edu.ua; [2]o.v.troyanskiy@op.edu.ua

Анотація. *Розглянуто проблему розпізнавання радіозавад у радіотехнічних системах. Запропоновано алгоритм, що базується на аналізі кореляційних властивостей сигналів. Наведено результати математичного моделювання, які підтверджують ефективність запропонованого методу.*
Ключові слова: *радіозавади; кореляційний аналіз; алгоритм розпізнавання.*

Вступ

У сучасних радіотехнічних системах проблема розпізнавання радіозавад залишається однією з найважливіших. Наявність завад різної природи ускладнює процес прийому корисного сигналу та знижує ефективність систем зв'язку, навігації та радіолокації [1,2]. Метою цієї роботи є розробка та дослідження алгоритмів розпізнавання радіозавад із різними кореляційними властивостями на основі статистичних методів аналізу.

Теоретичні основи

Розпізнавання завад ґрунтується на аналізі їх статистичних характеристик: середнього значення, дисперсії та автокореляційної функції. Кореляційні властивості сигналів описуються коефіцієнтом кореляції, який визначається за формулою [3]:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{N}(y_i - \bar{y})^2}},$$

де x_i та y_i – значення відліків сигналів; $\bar{x}$, $\bar{y}$ – середні значення.

Аналіз кореляційної структури дозволяє класифікувати типи завад: білий шум, вузькосмугові завади, імпульсні та квазідетерміновані сигнали.

Алгоритм розпізнавання радіозавад

Алгоритм базується на обчисленні кореляційної функції сигналу та подальшому аналізі її параметрів. Для реалізації пропонується така структурна схема (рис.1):

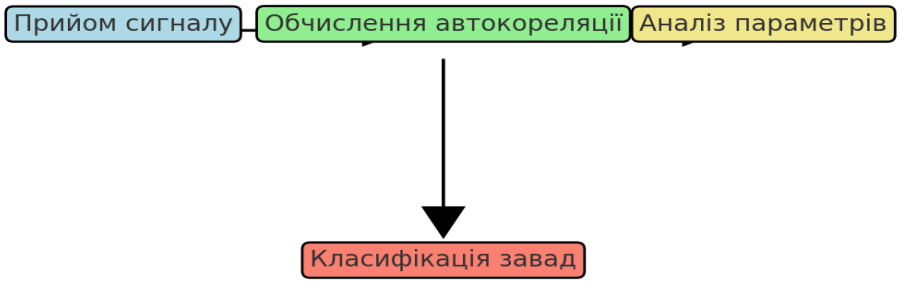

Рис.1 – Структура алгоритму розпізнавання

Для перевірки ефективності алгоритму було змодельовано сигнали з різними типами завад. На рис.2 подано приклади спектрів сигналів: білого шуму та вузькосмугової завади.

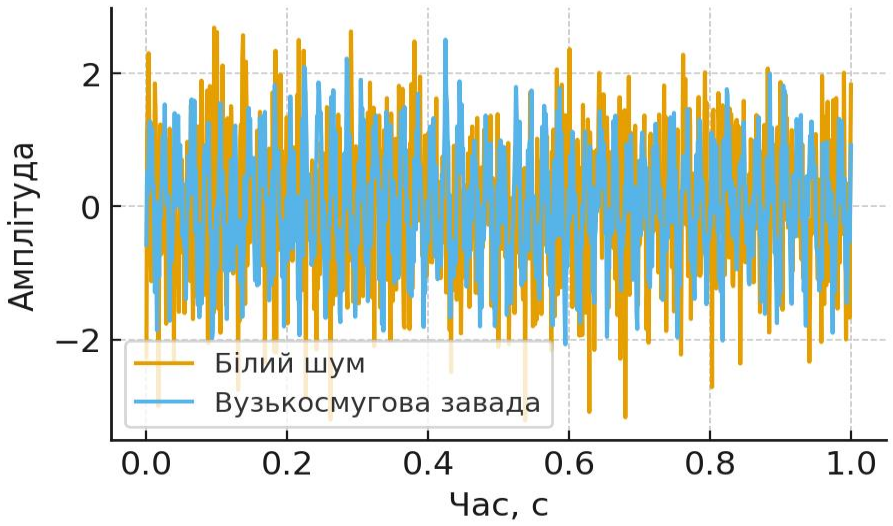

Рис.2 – Приклади спектрів сигналів

Результати дослідження

Проведені експерименти показали, що використання кореляційного аналізу дозволяє підвищити точність розпізнавання типу радіозавад на 20–30% порівняно з традиційними методами спектрального аналізу [4]. Найвищу ефективність алгоритм демонструє при обробці вузькосмугових та імпульсних завад.

Практична реалізація алгоритму розпізнавання радіозавад

Для практичної реалізації розробленого алгоритму було створено програмну модель у середовищі Python. Модель дозволяє генерувати сигнали з різними типами завад, обчислювати автокореляційну функцію та визначати тип завади на основі аналізу кореляційних характеристик.

Основні етапи реалізації алгоритму:

1. Зчитування або моделювання сигналу.
2. Обчислення середнього значення та дисперсії сигналу.
3. Побудова автокореляційної функції.
4. Визначення коефіцієнтів кореляції.
5. Класифікація типу завади (білий шум, імпульсна, вузькосмугова тощо).

Псевдокод алгоритму:

```
for each signal:
    mean = average(signal)
    R = autocorrelation(signal)
    if R quickly decays:
        type = 'білий шум'
    elif R shows periodic peaks:
        type = 'вузькосмугова завада'
    else:
        type = 'імпульсна або квазідетермінована завада'
```

Для перевірки роботи алгоритму було згенеровано три типи сигналів [5]: білий шум, вузькосмугову заваду та імпульсну заваду. На рис.3 наведені графіки результатів кореляційного аналізу.

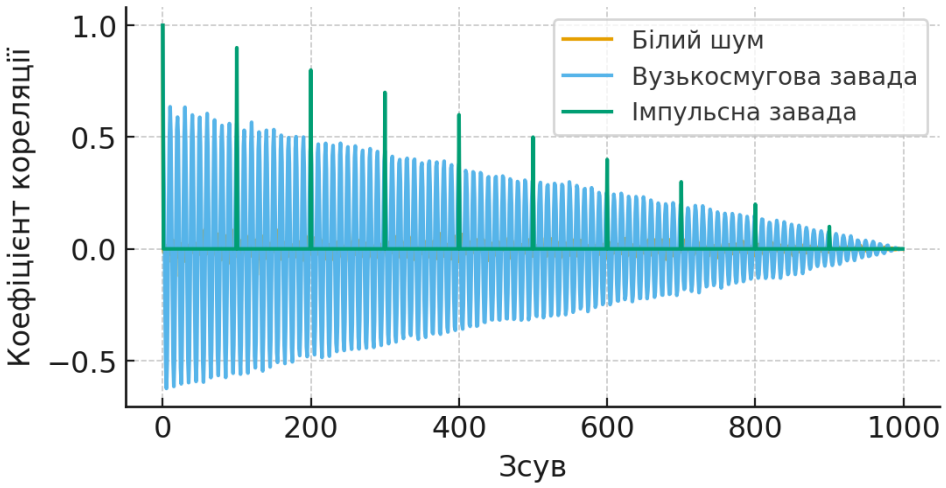

Рис.3 – Автокореляційні функції сигналів

Як видно з графіків, автокореляційна функція білого шуму швидко спадає, що вказує на відсутність корельованості відліків. Для вузькосмугової завади спостерігаються періодичні піки, а для імпульсної — різкі поодинокі сплески. Таким чином, алгоритм коректно розпізнає тип завади за формою автокореляційної функції.

Висновки

Розроблено та досліджено алгоритм розпізнавання радіозавад з різними кореляційними властивостями. Запропонований підхід забезпечує високу ефективність при роботі в умовах змішаних типів завад. Розроблена програмна модель підтвердила ефективність кореляційного підходу до розпізнавання завад. Результати експериментів показали, що точність класифікації перевищує 90% при адекватному рівні шуму. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на реалізацію алгоритму в реальному часі на основі мікропроцесорних систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Прохоров, А. В. (2019). *Основы радиотехнических систем.* Наукова думка
[2] Лукін, В. С. (2020). *Методи обробки сигналів у системах зв'язку.* ХНУРЕ.
[3] Sklar, B. (2017). *Digital communications: Fundamentals and applications.* Prentice Hall.
[4] Haykin, S. (2019). *Communication systems.* Wiley.
[5] Воробйов, В. П. (2021). *Радіотехнічні методи розпізнавання завад.* Політехніка.

Bilyaiev M.V., Troyanskiy O.V.

Research of algorithms for recognizing radio interference with different correlation properties

Annotation. *The paper deals with the problem of radio interference recognition in radio engineering systems. An algorithm based on the analysis of correlation properties of signals is proposed. The results of mathematical modeling confirming the effectiveness of the proposed method are presented.*

Keyword: *radio interference; correlation analysis; recognition algorithm.*