УДК 621.392

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМУ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗАВАД ЗА ОЗНАКОЮ ПОТУЖНОСТІ

Троянський О.В., к.т.н., доц.[1]; Мовсум-Заде О.К.[2]
[1,2]Національний університет «Одеська політехніка»
[1,2]Україна, Одеса
[1]o.v.troyanskiy@op.edu.ua; [2]9480587@stud.op.edu.ua

Анотація. *Розроблено оптимальний за критерієм максимальної правдоподібності алгоритм розпізнавання двох класів гаусових завад за ознакою потужності. Для дослідження ефективності розробленого алгоритму використано імовірності хибного і правильного розпізнавання. Наведено результати розрахунків характеристик розпізнавання завад в залежності від обсягу навчальної виборки.*
Ключові слова: *алгоритм розпізнавання; максимальна правдоподібність; завада.*

Вступна частина. Потужність/дисперсія (або її оцінка — вибіркова дисперсія, потужність змінної складової) є однією з найпростіших і водночас найпотужніших інформативних ознак радіозавад [1]. Вона відображає рівень енергії флуктуацій випадкового процесу відносно його середнього значення. Якщо є кілька класів завад, що відрізняються інтенсивністю флуктуацій, дисперсія виступає базовою ознакою у просторі ознак. Завади з однаковим середнім значенням (математичним очікуванням) можуть впевнено розділятися за дисперсією. У сучасних інтелектуальних системах чистий дисперсійний аналіз може доповнюватися адаптивними порогами, робастними статистиками та поєднуватися з методами машинного навчання, де дисперсія слугує одним із базових векторів вхідних ознак. З огляду на актуальність цього питання, **метою роботи** є синтез та дослідження алгоритму розпізнавання класів завад за інформативною ознакою потужності сигналу на вході системи.

Основна частина. Для стаціонарного вхідного процесу з нормальною щільністю розподілу ймовірностей оцінку інформативної ознаки можна одержати за допомогою методу максимальної правдоподібності. Так, оцінка максимальної правдоподібності потужності завади, що використовує інформацію про інтенсивність вхідного процесу в n елементах дозволу по дальності одного з періодів зондування ($N = 1$), має вигляд [2]

$$\sigma_1^2 = n^{-1} \sum_{i=1}^{n} |X_{1i}|^2, \tag{1}$$

або в рекурентній формі

$$\sigma_{1(k)}^2 = \sigma_{1(k)}^2 + n^{-1}\left(|X_{1i}|^2 - \sigma_{1(k-1)}^2\right), \tag{2}$$

де $X_{m\text{i}}$ - елементи вектора вхідного процесу X_i.

Оптимальний за критерієм максимальної правдоподібності алгоритм розпізнавання двох класів вхідного процесу, з різними потужностями (ω_1 – завада 1, ω_2- завада 2) при $N = 1$ має вигляд

$$\hat{\sigma}_1^2 \underset{\omega_1}{\overset{\omega_2}{\lessgtr}} C_0, \tag{3}$$

де $C_0 = C \cdot \frac{\sigma_{\omega_1}^2 \cdot \sigma_{\omega_2}^2}{\sigma_{\omega_1}^2 + \sigma_{\omega_2}^2}$,

або з урахуванням (1)

$$\frac{\sum_{j=1}^{n}|X_{1j}|^2}{n} \underset{\omega_1}{\overset{\omega_2}{\lessgtr}} C_0. \tag{4}$$

Тобто, оптимальний алгоритм розпізнавання двох класів завад, що характеризуються нормальною щільністю розподілу імовірностей і різною потужністю, зводиться до порівняння оцінки потужності з деяким порогом, при цьому, якщо $\hat{\sigma}_1^2$ перевищує поріг, то приймається рішення про приналежність вхідного процесу до першого класу, у противному випадку приймається альтернативне рішення.

Для дослідження ефективності розробленого алгоритму використано імовірності хибного P_X і правильного $P_П$ розпізнавання [3]:

$$P_X = \int_{C_0}^{\infty} p\left(\frac{\hat{\sigma}_1^2}{n}, \sigma_{\omega 1}^2\right) d\hat{\sigma}_1^2, \tag{5}$$

$$P_П = \int_{C_0}^{\infty} p\left(\frac{\hat{\sigma}_1^2}{n}, \sigma_{\omega 2}^2\right) d\hat{\sigma}_1^2, \tag{6}$$

де $p\left(\frac{\hat{\sigma}_1^2}{n}, \sigma_{\omega i}^2\right) = \left[n^{-n}\sigma_{\omega_i}^{2n}\Gamma(n)\right]^{-1}\hat{\sigma}_1^{2^{(n-1)}} exp\left[-\frac{n\hat{\sigma}_1^2}{\sigma_{\omega_i}^2}\right]$ - щільність розподілу оцінки потужності для i-го класу.

На рисунках 1 та 2 наведені результати розрахунків характеристик розпізнавання за формулами (5) і (6). Аналіз отриманих результатів показує, що при $n > 5$ і $\beta' = \frac{\sigma_{\omega_2}^2}{\sigma_{\omega_1}^2} \geq 10$дБ оптимальний алгоритм (4) забезпечує розпізнавання двох класів завад з імовірністю не меншою за 0.99.

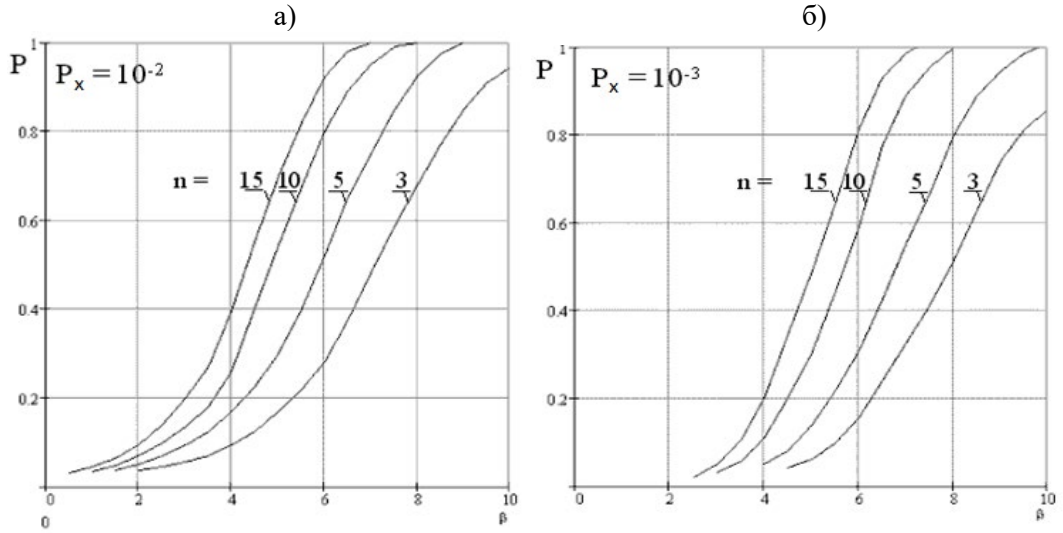


Рисунок 1 – Характеристики розпізнавання за потужністю а) P_X=10^{-2} ; б) P_X=10^{-3}

Висновки. В роботі синтезовано оптимальний за критерієм максимальної правдоподібності алгоритм розпізнавання двох класів гаусових завад за ознакою потужності. Отримані точні математичні вирази для імовірності хибного і правильного розпізнавання завад що мають різні потужності. Проведене дослідження ефективності розробленого алгоритму показало, що при обсязі навчальної виборки вхідного процесу $n > 5$ і відношенні потужностей класів завад $\beta' \geq 10$дБ розроблений оптимальний алгоритм забезпечує розпізнавання цих завад з імовірністю не меншою за 0.99

Використання інструментів ШІ. Інструменти ШІ в роботі не використовувалися.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Harry L. Van Trees (2001) *Detection, Estimation, and Modulation Theory*, John Wiley & Sons.
[2] Steven, M. (1998) *Fundamentals of Statistical Signal Processing: Detection Theory,* Prentice Hall.
[3] Richards, M. (2014) *Fundamentals of Radar Signal Processing,* McGraw-Hill Education.

Troyanskiy O.V., Movsum-Zadeh O.K.

Research on noises recognition algorithm based on power characteristics.

Annotation. *An algorithm for classifying two types of Gaussian interference based on power has been developed, using the maximum likelihood criterion. The effectiveness of the proposed algorithm is evaluated through the probabilities of correct and incorrect classification. Results are presented regarding the performance characteristics of the interference classification as a function of the size of the decision sample.*

Keywords: *classification algorithm; maximum likelihood; noise.*