

## ПОТЕНЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАГАТОКАНАЛЬНОГО ВІЯВНИКА НЕЙМАНА — ПІРСОНА ПРИ ВІЯВЛЕННІ СИГНАЛУ З НЕВІДОМИМ ДОПЛЕРІВСЬКИМ ЗСУВОМ ЧАСТОТИ

К. т. н. А. Д. Медведик, С. К. Єнакі, к. т. н. В. О. Аверочкін

Національний університет «Одеська політехніка»  
Україна, м. Одеса  
averochkin@yahoo.com

В умовах гаусівських завад реалізація виявника Неймана — Пірсона у вигляді узгодженого фільтра забезпечує інваріантність до часу затримки сигналу, тоді як невизначеність стосовно доплерівського зсуву частоти призводить до необхідності багатоканальної побудови детектора. У доповіді аналізуються потенційні усереднені характеристики виявлення багатоканального виявника сигналу на тлі довільно корельованих гаусівських завад.

Ключові слова: виявник Неймана — Пірсона, невідомий доплерівський зсув частоти, багатоканальний виявник, усереднені характеристики виявлення.

Під час розв'язання задачі виявлення детермінованого сигналу  $S$  на тлі гаусівських довільно корельованих завад із коваріаційною матрицею  $B_X$  оптимальний за критерієм Неймана — Пірсона виявник в процесі опрацювання вхідного сигналу  $X$  припускає формування відношення правдоподібності  $z(X)$  та порівняння його з деяким порогом  $Z_0$  [1]. При цьому передбачається, що параметри сигналу відомі. Але на практиці це, як правило, не є справедливим.

В роботі проведено порівняльний аналіз характеристик виявлення процедури Неймана — Пірсона при виявленні повністю відомого сигналу та усереднених характеристик виявлення багатоканального виявника сигналу з невідомим доплерівським зсувом частоти.

З огляду на те, що як вирішальну статистику можна використовувати будь-яку монотонну функцію відношення правдоподібності, в умовах гаусівського розподілу найдоцільніше використовувати натуральний логарифм відношення правдоподібності

$$\lambda(X) = \ln[l(X)] = S^T B_X^{-1} X - \frac{1}{2} S^T B_X^{-1} S,$$

і вирішальна статистика набуває вигляду  $z(X) = S^T B_X^{-1} X$ .

Для радіолокаційного виявлення типовою є ситуація, коли доплерівський зсув частоти сигналу, що приймається, невідомий, оскільки невідома радіальна складова швидкості цілі, що виявляється. У цьому разі детектор стає багатоканальним за доплерівською частотою [2] (рис. 1) і кожен  $i$ -й канал реалізує формування вирішальної статистики для відповідного набігу доплерівської частоти сигналу

$$z_i(X) = S_i^T B_X^{-1} X,$$

де  $S_i$  — сигнал, що виявляється в  $i$ -му частотному каналі. Імовірності хибної тривоги та правильного виявлення в цьому випадку визначаються відповідно до співвідношень

$$F = \int_{G_0}^{+\infty} \omega_{1, \max z_i}(y | H_0) dy;$$

$$D[\Phi_0(T)] = \int_{G_0}^{+\infty} \omega_{1, \max z_i}[y | \Phi_0(T), H_1] dy;$$

де  $G_0$  — поріг процедури виявлення;

$\int_{G_0}^{+\infty} \omega_{1, \max z_i}(y | H_0)$  — умовні щільності розпо-

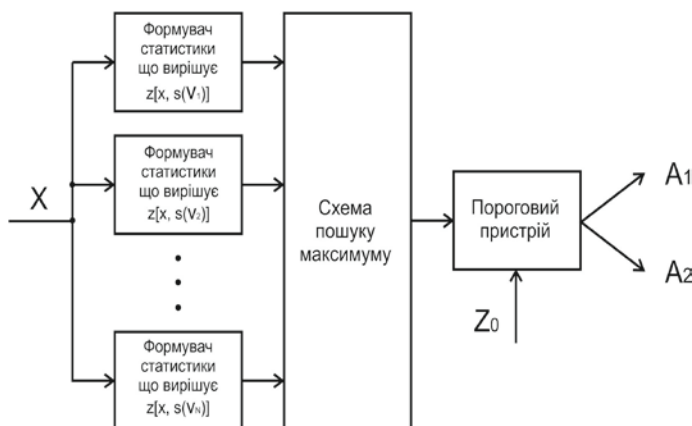


Рис. 1. Багатоканальний виявник

ділу ймовірностей вирішальної статистики  $\max_i z_i$  на виході схеми добору максимуму за відсутності  $H_0$  та наявності  $H_1$  сигналу  $S[\varphi_0(T)]$ ;  $\varphi_0(T)$  — істинне значення невідомого доплерівського набігу фази сигналу за період повторення  $T$ .

Усереднене за невідомою доплерівською фазою сигналу значення ймовірності правильного виявлення дорівнює

$$D_{cp} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} D[\varphi_0(T)] d\varphi_0.$$

Відповідно до наведених співвідношень було розраховано потенційні характеристики  $D = D(q^2)$  виявлення сигналу, що відповідають "оптимальній" швидкості руху цілі, вони наведені на рис. 2 пунктирними лініями. Там же суцільними лініями наведено усереднені за швидкістю цілі характеристики виявлення  $D_{cp} = D_{cp}(q^2)$  багатоканального виявника.

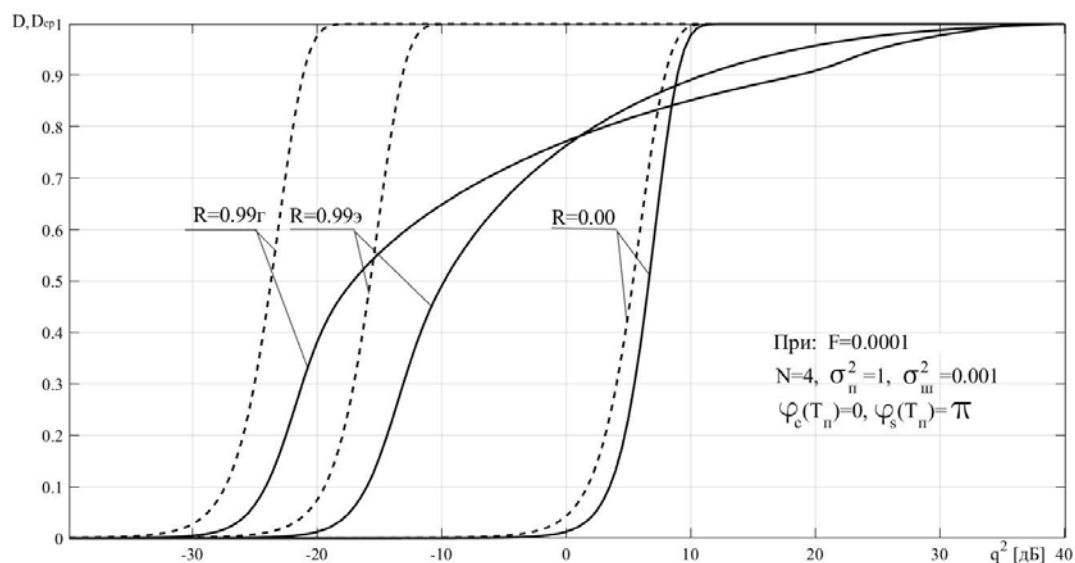


Рис. 2. Потенційні характеристики виявлення (пунктир) та усереднені характеристики виявлення (суцільні лінії) для випадків впливу нерухомих некорельованих і корельованих завад із гаусівською ( $\gamma$ ) та експоненціальною ( $\epsilon$ ) формами енергетичного спектра і міжперіодним коефіцієнтом кореляції  $R$

З наведених залежностей випливає, що ефективність багатоканального виявника в умовах некорельованих завад практично співпадає з ефективністю одноканального, а в умовах корельованих завад багатоканальний суттєво програє одноканальному виявникові.

#### ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. 2015.
2. Шахтарин Б.И. Обнаружение сигналов. 2014.

A. D. Medvedik, S. K. Enaki, V. A. Averochkin

#### Potential characteristics of the multichannel Neyman — Pearson detector in detecting a signal with an unknown Doppler shift

*In the presence of Gaussian interference, using the Neyman — Pearson detector in the form of a matched filter ensures invariance to the delay time of the detected signal, while the uncertainty about the Doppler frequency shift leads to the need for a multichannel detector. In this paper, we analyze the potential average detection characteristics of a multichannel signal detector against the background of arbitrarily correlated Gaussian interference.*

*Key words: Neyman — Pearson detector, unknown Doppler frequency shift, multichannel detector, averaged detection characteristics.*