

## ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК ОБНАРУЖИТЕЛЕЙ СИГНАЛОВ ПРИ АПРИОРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Необходимо решить задачу обнаружения пачки импульсных сигналов на фоне помех. Такой вид сигнала широко распространен в радиолокации, радионавигации, радиотелеметрии, поэтому решение данной задачи является актуальным и весьма интересным. В данном случае обнаружение сигнала разбито на два этапа. На первом этапе принимается решение об обнаружении одиночного импульса (как нефлуктуирующего так и флуктуирующего) на фоне шума. Рабочие характеристики несмещенного обнаружителя нефлуктуирующего и флуктуирующего импульсного сигнала были опубликованы ранее [1] (бинарный квантователь), на втором этапе происходит обнаружение пачки в целом.

Структурная схема параметрического обнаружителя пачки импульсов представлена на рис. 1, где обозначено: ЛТП – выход линейного тракта приемника; БК – бинарный квантователь (формирует бинарную последовательность); М/Н – обнаружитель пачки – счетчик импульсов М на временном интервале N; ПУ – пороговое устройство.



Рис. 1. Структурная схема параметрического обнаружителя пачки импульсов

Пусть  $x_1, x_2, \dots, x_{N_0}$  – бинарная последовательность импульсов на выходе БК,  $x$  принимает значение 1 с вероятностью  $p$ , значение 0 с вероятностью  $b = 1 - p$ . Причем, если  $x_i = 1$  при отсутствии сигнала, то  $p = \alpha_1$  (вероятность ложной тревоги при обнаружении одиночного импульса), если сигнал при этом есть, то  $p = \beta_1$ .

Максимальным инвариантом относительно этой группы является функция, равная суммарному числу успехов  $X = \sum_{j=1}^{j=N_0} x_j$ .

В этом случае существует равномерное наиболее мощное инвариантное правило, которое в данных условиях является оптимальным [2]:

$$\Phi(X) = \begin{cases} 1, & X > C_0 \\ \delta, & X = C_0 \\ 0, & X < C_0 \end{cases}, \text{ где } C_0 - \text{пороговое число.} \quad (1)$$

Вероятность  $\delta$  находится по заданной результирующей вероятности  $\alpha_2$  ложной тревоги устройства обнаружения пачки.

В [2] получено аналитическое выражение функции мощности правила (1), основанного на статистике  $X$  - суммарном числе успехов при длине пачки  $N_0$ :

$$\beta_2(p_1, \dots, p_{N_0}) = 1 - \left( \prod_{j=1}^{N_0} b_j \right) \sum_{k=0}^{C_0} \left( \sum \frac{p_{i_1}}{b_{i_1}} \dots \frac{p_{i_k}}{b_{i_k}} \right) + \delta \left( \prod_{j=1}^{N_0} b_j \right) \left( \sum \frac{p_{i_1}}{b_{i_1}} \dots \frac{p_{i_{C_0}}}{b_{i_{C_0}}} \right), \quad (2)$$

где  $\beta_2$  - вероятность обнаружения пачки сигналов.

В связи с большим количеством математических операций аналитического выражения (2) расчет рабочих характеристик устройства обнаружения пачки проведен методом статистических испытаний или методом Монте-Карло.

В работе разработан алгоритм вычисления мощности правила обнаружения пачки, реализована рабочая программа в среде C++ Builder 6. Результат работы программы при  $C_0 = 5$ ,  $N_0 = 7$ ,  $\alpha_1 = 10^{-1}$ ,  $\alpha_2 = 10^{-4}$  представлен на рис. 2. Также на рисунке изображена эффективность несмещенного обнаружителя одиночного флуктуирующего импульсного сигнала. Таким образом, двухэтапный обнаружитель пачки сигналов обладает лучшими рабочими характеристиками по сравнению с одноэтапным обнаружителем за счет увеличения времени обнаружения сигнала: при вероятности правильного обнаружения равной 0,95 выигрыш при обнаружении пачки составляет 12 дБ. Сравнение данных кривых с теоретическими [2] показывает их хорошее совпадение.

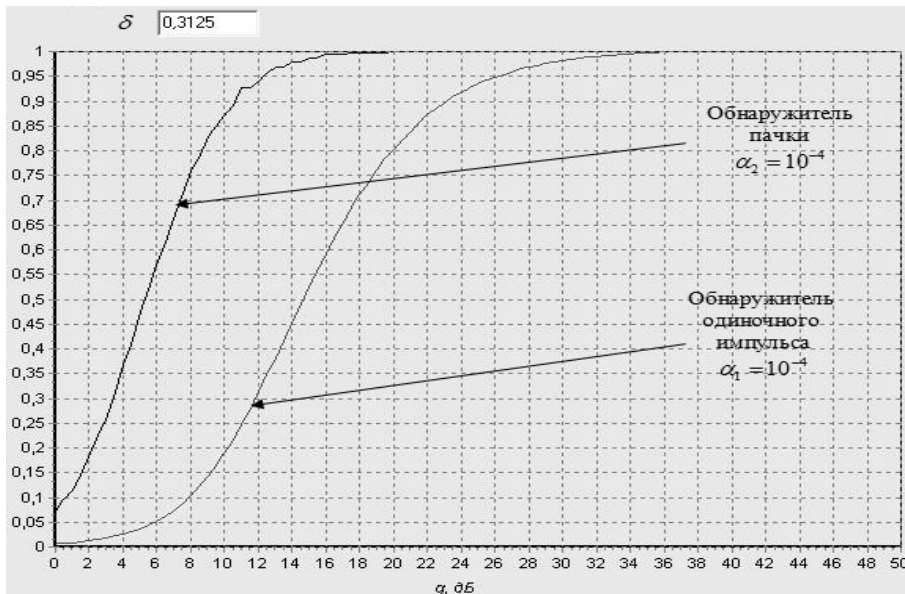


Рис. 2. Функция мощности правила обнаружения пачки

Метод статистического моделирования позволяет определять математические характеристики устройства обнаружения пачки и для других алгоритмов обнаружения, например, наличие  $M$  единиц на  $M$  смежных позициях при длине пачки  $N_0$  и другие. Дальнейшая работа будет направлена на усовершенствование алгоритма моделирования обнаружения пачки, то есть достижения приемлемого значения вероятности обнаружения пачки сигналов  $\beta_2$  при заданной вероятности ложной тревоги  $\alpha_2$ , в широком диапазоне отношения сигнал/шум и при минимальных временных потерях.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Кобяков П.К. Исследование рабочих характеристик несмещенного обнаружителя сигналов на фоне шума методом статистического моделирования. – Двенадцатая Санкт-Петербургская ассамблея молодых ученых и специалистов. СПб.: Издательство РГГМУ, 2007.
2. Сидоров Ю.Е. Статистический синтез автоматизированных решающих систем при априорной неопределенности. – М.: Воениздат, 1993.- 232 с.