



Критерий обнаружения сигналов в условиях радиоэлектронной борьбы

Д. В. Арефьев

Пензенский государственный университет, Россия, 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40

О. В. Липилин

Пензенский государственный университет, Россия, 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40

Аннотация. В условиях радиоэлектронной борьбы первой задачей, решаемой средствами радиоэлектронной разведки, является обнаружение передаваемого сигнала. При этом необходимо использовать некоторый критерий, который позволит определить наличие сигнала в канале связи при наличии в нем же помехи. Целью статьи является рассмотрение выбора критерия обнаружения сигналов.

Ключевые слова: сигнал, помеха, аддитивный белый гауссовский шум, нормальное распределение.

Signal detection criterion in the conditions of electronic warfare

D. V. Arefev

Penza State University, 40 Krasnaya Street, 440026, Penza, Russia

O. V. Lipilin

Penza State University, 40 Krasnaya Street, 440026, Penza, Russia

Abstract. In the conditions of electronic warfare, the first task solved by means of electronic intelligence is detection of the transmitted signal. In this case, it is necessary to use some criterion that will allow determining the presence of a signal in the communication channel in the presence of interference. The purpose of the article is to consider the selection of signal detection criterion.

Keywords: signal, interference, additive white Gaussian noise, normal distribution.

Рассмотрим схему перехвата сигнала с помощью устройства разведки, представленную:

- источником сигнала;
- источником помехи;
- каналом перехвата;
- устройством разведки;
- приемником сигнала.

На рис. 1 представлена данная схема.

Рассмотрим случай, когда сигнал представлен периодическим повторением импульса $S(t) = e^{-2000t} \sin(2\pi f_n t)$, помеха $Z(t)$ – аддитивный белый гауссовский шум с нормальным распределением и математическим ожиданием $M[Z(t)] = 0$. Смесь, поступающая на вход устройства разведки, $X(t) = S(t) + Z(t)$.

Задача обнаружения заключается в проверке двух гипотез.

Гипотеза H_0 – сигнал отсутствует. При рассмотрении данной гипотезы и с учетом схемы, представленной на рис. 1, в канале перехвата присутствует только помеха и, соответственно, при анализе

некоторого временного промежутка функционирования данного канала должно быть возможным установить наличие некоторого признака или некоторого числа признаков, присущих только помехе. Изменение данного признака на последующем временном отрезке функционирования канала связи должно сигнализировать или об изменении типа помехи, или о появлении некоторого полезного сигнала.

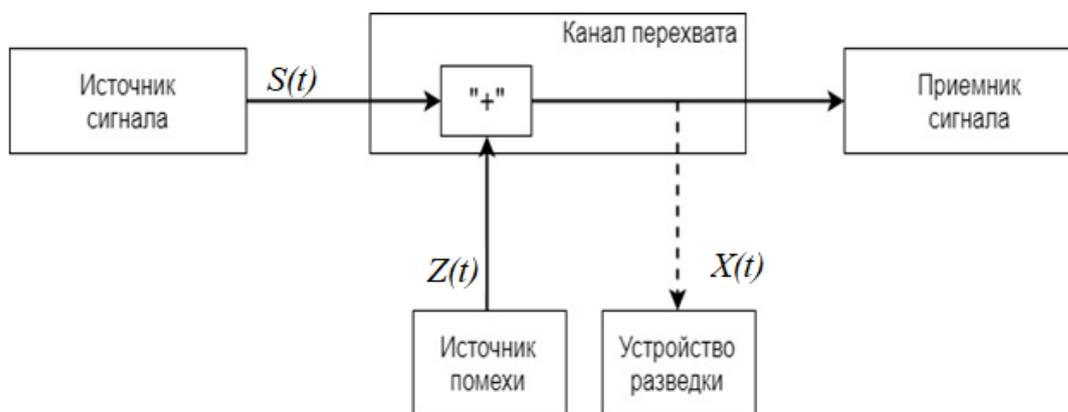


Рис. 1. Схема перехвата сигнала с помощью устройства разведки

Гипотеза H_1 – сигнал присутствует. Наличие сигнала в канале связи должно быть установлено за счет некоторого признака или некоторого числа признаков, которые позволят сделать однозначный вывод о наличии в канале связи полезного сигнала, т.е. позволят обнаружить факт его присутствия.

Рассмотрим случай, соответствующий гипотезе H_0 . При таком условии на вход устройства разведки поступает $X(t) = Z(t)$. Так как $Z(t)$ – это аддитивный гауссовский шум, то его распределение является нормальным гауссовским, с математическим ожиданием $M[x] = M[Z(t)] = 0$. Нормальное распределение для данного типа помехи представлено на рис. 2, кривая 1.

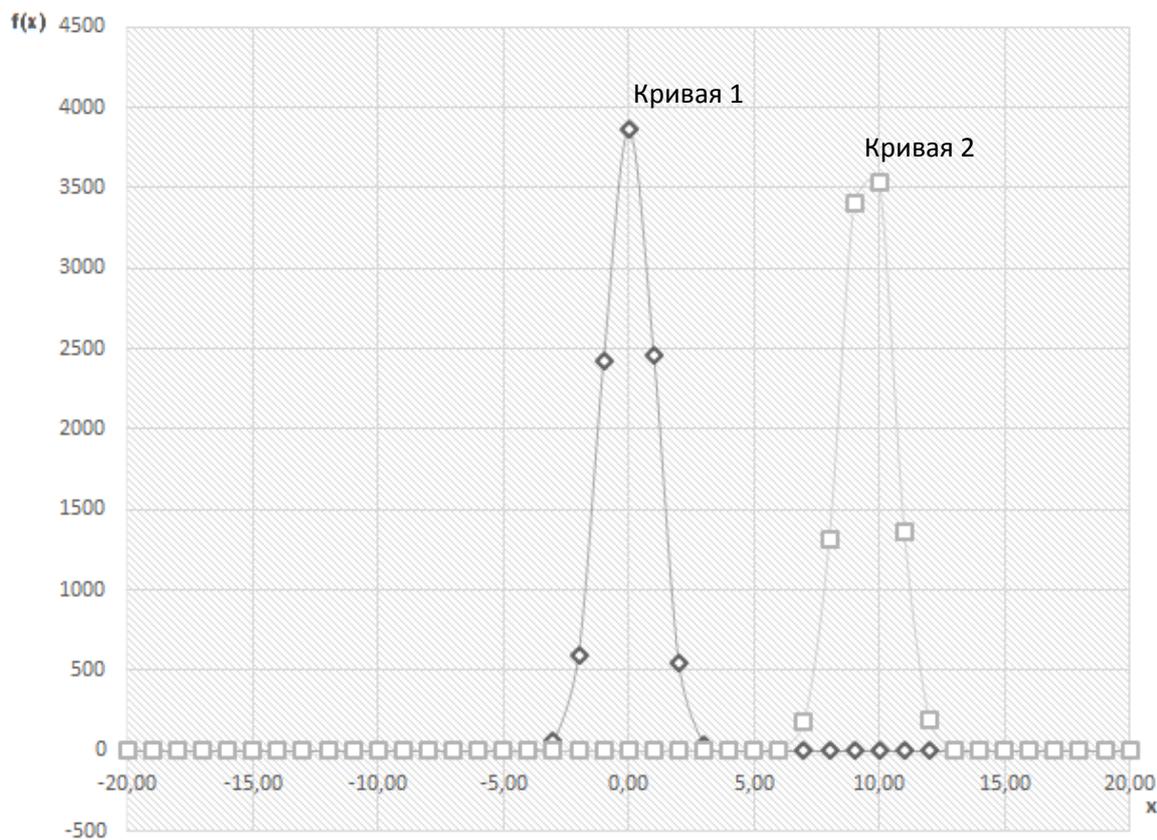


Рис. 2. Кривые нормального распределения для помехи, представленной гауссовским шумом, и для периодически повторяющегося импульса $S(t)$

Построив нормальное распределение для помехи, представленной гауссовским шумом, и учитывая теоретические сведения о том, что математическое ожидание гауссовского шума равно нулю, можно сделать вывод, что при наличии помехи такого типа для обнаружения полезного сигнала требуется, чтоб математическое ожидание данного сигнала было отлично от нуля.

В связи с вышеизложенным, необходимо рассмотреть гипотезу H_1 , при условии, что помеха отсутствует в канале перехвата или много меньше сигнала по уровню и сумма всех отсчетов сигнала не

равна нулю $\sum_{i=1}^n S_i(t) \neq 0$. Исходя из выдвинутых условий, на вход устройства разведки на рис. 1 будет поступать сигнал $X(t)$, приблизительно равный $S(t)$.

Распределение для заданных условий представлено на рис. 2 (кривая 2). Из рисунка видно, что математическое ожидание для данного сигнала принимает значение, отличное от нуля, т.е. распределение смеси $X(t)$ сигнала смещено относительно распределения помехи.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что при заданных условиях для подтверждения гипотезы H_0 достаточным признаком может выступать распределение, соответствующее нормальному распределению гауссовского шума, а признаком наличия сигнала в канале связи, т.е. подтверждением гипотезы H_1 , при такой помехе может выступать нормальное распределение, смещенное относительно нуля [1].

Таким образом, критерием обнаружения сигнала является смещение математического ожидания закона нормального распределения относительно математического ожидания аддитивного гауссовского шума.

Библиографический список

1. Ван Тирс, Г. Теория обнаружения, оценок и модуляции : [пер. с англ.] / Г. Ван Тирс ; под ред. проф. В. И. Тихонова. – Москва : Советское радио, 1972. – Т. 1. – 744 с.

Арефьев, Д. В.

Критерий обнаружения сигналов в условиях радиоэлектронной борьбы / Д. В. Арефьев, О. В. Липилин // Инжиниринг и технологии. – 2018. – Vol. 3(2). – DOI 10.21685/2587-7704-2018-3-2-13.