

УДК 621.396.96

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЛЯРИЗОВАННЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ

А.И. ЛОГВИН, Э.А. ЛУТИН, А.Н. ЗАЙЦЕВ

Получены характеристики обнаружения поляризованных радиолокационных сигналов при условии, что флуктуирует угол ориентации плоскости поляризации радиоволны, а флуктуации описываются нормальным законом.

Ключевые слова: угол ориентации плоскости поляризации радиоволны, характеристики обнаружения.

Для повышения качества работы современных РЛС необходимо учитывать флуктуации поляризационных параметров радиоволны, таких, например, как угол ориентации плоскости поляризации радиоволны $\beta(t)$. Учет влияния флуктуаций угла ориентации $\beta(t)$ на характеристики обнаружения РЛС был выполнен в работе [1], однако рассматривался простейший случай, когда плотность распределения вероятностей значений угла $\beta(t)$ принималась равномерной, то есть изменения угла $\beta(t)$ лежали в пределах от $-\pi/2$ до $\pi/2$. Однако применение следящих устройств в современных РЛС за изменениями угла ориентации говорит о том, что в общем случае флуктуационные изменения угла ориентации $\beta(t)$ описываются более сложными законами распределения, что показано в [2]. При достаточно высоком отношении сигнал/шум, действующем на входе приемных устройств РЛС, плотность распределения вероятностей значений угла ориентации $\beta(t)$ может быть принята нормальной [2]. Поэтому рассмотрим решение задачи определения характеристик обнаружения поляризованного радиолокационного сигнала при условии, что имеются флуктуации угла ориентации плоскости поляризации радиоволны, и само вероятностное распределение является нормальным.

Пусть сигнал, излучаемый передающей антенной, является квазигармоническим

$$S_u(t) = A \cdot f(t) \cos[\omega_0 t + \varphi(t)] \cos\beta(t), \quad (1)$$

где $\beta(t)$ – угол ориентации плоскости поляризации радиоволны относительно выбранной системы координат; $f(t)$ и $\varphi(t)$ – некоторые функции, отображающие законы амплитудной и частотной модуляции, которые являются медленно изменяющимися по сравнению с колебаниями несущей частоты ω_0 ; A – амплитуда излучаемого сигнала.

Принимаем, что сигнал $S_u(t)$ является узкополосным, то есть ширина его спектра $\Delta\omega$ много меньше значения несущей частоты ω_0 , то есть $\Delta\omega \ll \omega_0$.

В точке приема сигнал можно записать в виде

$$S(t) = A \cdot f(t - \tau_0) \cos[\omega_0 t + \varphi(t - \tau_0) - \theta_0] \cos\beta(t), \quad (2)$$

где все параметры сигнала предполагаются известными за исключением угла ориентации $\beta(t)$, который считается случайной величиной, распределенной нормально.

Пусть полученный сигнал $S(t)$ принимается на фоне аддитивного нормального белого шума $n(t)$ с нулевым средним значением, то есть колебание $\xi(t)$, принятое на конечном интервале времени, представляет случайный процесс

$$\xi(t) = S(t) + n(t), \quad t_0 \leq t \leq T + t_0. \quad (3)$$

Из работы [1] имеем вероятность правильного обнаружения для сигнала со случайным углом ориентации

$$P_{n0} = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} P_{\beta}(\beta) \left[1 - \Phi \left(\frac{h-w}{2\sqrt{E/N_0}} \right) \right] d\beta, \quad (4)$$

где $P_{\beta}(\beta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\beta}} \exp\left[-\frac{(\beta-m_{\beta})^2}{2\sigma_{\beta}^2}\right]$; σ_{β}^2 , m_{β} – дисперсия и математическое ожидание параметра β ; $\Phi(\cdot)$ – интеграл вероятности; E/N_0 – отношение сигнал/шум; h – порог решения; $W = \frac{2E}{N_0} \cdot \cos\beta$.

Интеграл (4) не является табличным, поэтому были проведены расчеты методами численного интегрирования, и результаты показаны на рис. 1 (сплошные линии, $P_{ЛТ}$ – вероятность ложной тревоги).

Здесь же для сравнения представлены характеристики обнаружения детерминированного сигнала – пунктирные линии.

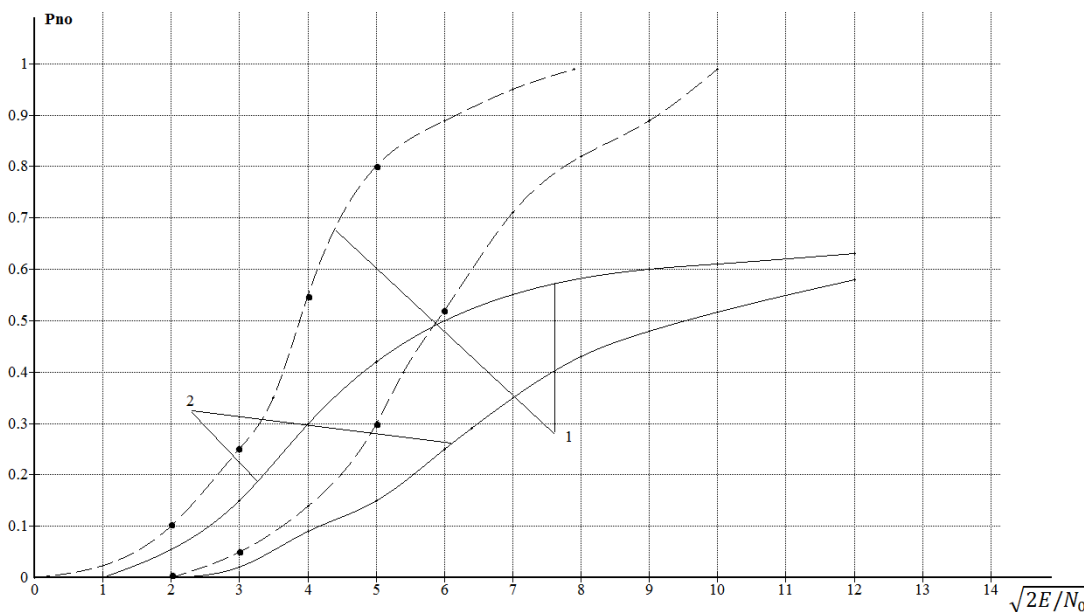


Рис. 1. Характеристики обнаружения при флуктуирующем угле ориентации: 1 – $P_{ЛТ} = 10^{-4}$; 2 – $P_{ЛТ} = 10^{-6}$

Из рис. 1 отчетливо видно, что флуктуации угла ориентации $\beta(t)$ заметно ухудшают характеристики обнаружения радиолокационного сигнала. Именно поэтому в современных радиолокационных системах начинают применять устройства слежения за изменениями угла ориентации плоскости поляризации радиоволны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Логвин А.И., Власов А.Ю. Характеристики обнаружения линейно поляризованного сигнала // *Научный Вестник МГТУ ГА*. 2006. № 98. С. 24-27.

2. Логвин А.И., Лутин Э.А., Зайцев А.Н. Плотность распределения вероятностей значений угла ориентации плоскости поляризации радиоволны в следящем контуре РЛС // *Статья в данном Вестнике*.

CHARACTERISTICS OF DETECTION OF LINEAR POLARIZED RADAR'S SIGNALS

Logvin A.I., Lutin E.A., Zaitsev A.N.

The characteristics of detection of linear polarized radar's performance of angle orientation of plane polarization radio wave are considered.

Keywords: angle of orientation of plane polarization radio wave, detection characteristics.

REFERENCES

1. **Logvin A.I., Vlasov A.Yu.** Charakteristiki obnaruzhenija linejno poljarizovannogo signala. *Nauchnyj Vestnik MGTU GA*. 2006. № 98. Pp. 24-27. (In Russian).
2. **Logvin A.I., Lutin E.A., Zajcev A.N.** Plotnost' raspredelenija verojatnostej znachenij ugla orientacii ploskosti polarizacii radiovolny v sledjashhem konture RLS. *Nauchnyj Vestnik MGTU GA*. 2015. № 213.

Сведения об авторах

Логвин Александр Иванович, 1944 г.р., окончил КГУ (1966), профессор, доктор технических наук, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры управления воздушным движением МГТУ ГА, автор более 510 научных работ, область научных интересов – радиолокация, техническая эксплуатация РЭО, системы УВД.

Лутин Эмиль Аркадьевич, 1942 г.р., окончил МАИ (1966), доктор технических наук, профессор кафедры технической эксплуатации радиоэлектронного оборудования воздушного транспорта МГТУ ГА, автор более 100 научных работ, область научных интересов – радиолокация, дистанционное зондирование.

Зайцев Алексей Николаевич, 1951 г.р., окончил МАИ (1977), доктор технических наук, советник директора МКБ «Космос», автор более 40 научных работ, область научных интересов – радионавигация, радиолокация, УВД.