

ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ УГЛОВЫХ КООРДИНАТ СИЛЬНОФЛУКТУИРУЮЩЕЙ ЦЕЛИ ДЛЯ ЛИНЕЙНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ АНТЕННЫ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Булаш М.М.

Малевич И.Ю. – д-р техн. наук, профессор;
Шаляпин С.В. – канд. техн. наук, доцент

В настоящее время всё большее распространение получают радиолокационные станции (РЛС), использующие для пеленгации цели методы мгновенного сравнения, характеризующиеся повышенной, по сравнению с методами линейного сканирования диаграммы направленности антенны (ДНА), точностью оценки угловых координат при наблюдении флукутирующих сигналов. Однако до сих пор метод линейного сканирования ДНА остается основным методом измерения угловых координат цели. Наличие в РЛС дополнительных несканирующих каналов приема позволяет компенсировать влияние этих флукутирующих сигналов в сканирующем канале. Это предоставляет возможность приблизить ошибки измерения угловых координат до уровня, который обеспечивают методы мгновенного сравнения сигналов.

При применении метода линейного сканирования ДНА точность измеряемых угловых координат цели снижается из-за флукутиаций принятой пачки отраженного сигнала, что особенно характерно для крупноразмерной цели. Для компенсации флукутиаций предлагается совместно с приёмной сканирующей антенной использовать второй канал приёма с несканирующей антенной (роль такого канала может выполнять компенсационный канал активных шумовых помех).

Для определения угловой координаты цели $\theta_{ц}$ определяется максимум логарифма отношения правдоподобия $Z(\theta_{ц}, \hat{\theta}_{ц}) = \max$, где $\hat{\theta}_{ц}$ – предполагаемое положение цели, а $Z(\theta_{ц}, \hat{\theta}_{ц})$ определяется по выражению квадратичной формы:

$$Z(\theta_{ц}, \hat{\theta}_{ц}) = \xi(\theta_{ц})^{\dagger} \mathbf{Q}^{c0}(\hat{\theta}_{ц}) \xi(\theta_{ц}) + a_{c0},$$

где $\xi(\theta_{ц}) = \{s_{0,m}^{nc,1}, \dots, s_{n,m}^{nc,1}, \dots, s_{N-1,m}^{nc,1}, s_{0,m}^{nc,2}, \dots, s_{n,m}^{nc,2}, \dots, s_{N-1,m}^{nc,2}\}^T$ – вектор отсчётов принятой смеси сигнала, $s_{n,m}^{nc,1}$ – n -ый отсчёт принятого сигнала сканирующей антенны в m -ом обзоре, $s_{n,m}^{nc,2}$ – n -ый отсчёт принятого сигнала несканирующей антенны в m -ом обзоре, N – количество отсчётов сигнала в одном канале за обзор;

$\mathbf{Q}^{c0}(\hat{\theta}_{ц}) = \mathbf{Q}^{\Phi} - \mathbf{Q}^{c+\Phi}(\hat{\theta}_{ц})$ – матрица обработки принятого сигнала, \mathbf{Q}^{Φ} – обратная корреляционная матрица фона, $\mathbf{Q}^{c+\Phi}(\hat{\theta}_{ц})$ – обратная корреляционная матрица «сигнал + фон»;

$()^{\dagger}$ – операция эрмитова сопряжения;

$$a_{c0} = \ln \left(\frac{\text{Det}(\mathbf{R}^{\Phi})}{\text{Det}(\mathbf{R}^{c+\Phi}(\hat{\theta}_{ц}))} \right) - \text{смещение, } \mathbf{R}^{\Phi} - \text{корреляционная матрица фона, } \mathbf{R}^{c+\Phi}(\hat{\theta}_{ц}) - \text{корреляционная}$$

матрица «сигнал + фон», $\text{Det}()$ – операция определения определителя матрицы;

В соответствии с предложенным алгоритмом в среде Matlab была разработана имитационная модель измерения угла цели для предложенного двухканального измерителя, одноканального измерителя, работающего по такой же методике, и для классического одноканального измерителя на основе суммарно-разностного дискриминатора. Моделирование проводилось в условиях отсутствия внешних помех для отношения сигнал/шум равном 30 дБ, дискриминатор некогерентный. Зависимость СКО от времени корреляции полезного сигнала (T_k) при исключении аномальных ошибок представлена на рисунке 1.

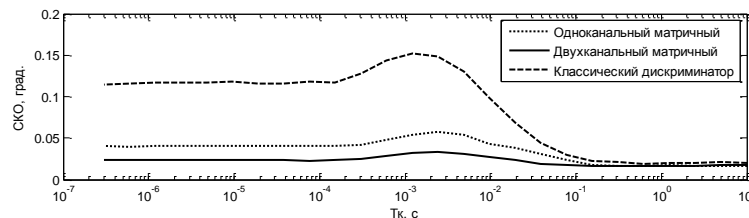


Рис. 1 – Зависимость СКО от времени корреляции сигнала при исключении аномальных ошибок

Таким образом предложенный метод оказывается существенно более точным, чем классический одноканальный дискриминатор, особенно при пеленгации некоррелированного или слабокоррелированного сигнала.

Список использованных источников:

1. Охрименко А.Е. Основы радиолокации и радиоэлектронная борьба Часть 1 Основы радиолокации / А.Е. Охрименко. – Москва, 1983. – 456 с.