

# СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ КОГЕРЕНТНОЙ ПОМЕХИ В РЛС СОПРОВОЖДЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ

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

Завадский А.В.

Козлов С.В. – д.т.н., доцент

Способ обнаружения когерентной помехи базируется на выделении паразитных спектральных составляющих помехи, возникающих при ее ретрансляции с временным разделением, и разнесенных по частоте с сигналом РЛС на величину, обратную периоду ретрансляции. Определены спектральные и энергетические параметры паразитных спектральных составляющих. Показана возможность надежного обнаружения когерентной помехи во всей пространственной области ее эффективного применения. Обоснована структурная схема обнаружителя когерентной помехи.

Когерентная помеха (КП) является наиболее эффективной при подавлении РЛС сопровождения воздушных объектов [1]. Ее применение приводит к существенному увеличению ошибок сопровождения цели, а при благоприятных условиях – к срыву сопровождения. Известны [1] несколько вариантов технического облика передатчиков когерентной помехи. Наиболее распространенным и одновременно наиболее простым по технической реализации является передатчик помех с когерентной перекрестной ретрансляцией сигналов с двух пространственно-разнесенных приемо-передающих антенн с временным разделением.

Когерентную помеху можно представить в виде ретранслируемого постановщиком помех зондирующего сигнала  $\dot{Y}_{КП}$  РЛС

$$\dot{Y}_{КП} = \dot{M}(t) \cdot \dot{Y}(t) \quad (1)$$

где

$$\dot{M}(t) = \begin{cases} 1 \leq t \leq \tau_3 \\ \Delta a \cdot e^{j(\pi + \Delta\varphi)}, \tau_3 < t \leq 2\tau_3 \end{cases} = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \dot{a}_k \cdot e^{j\frac{2\pi}{T}kt} \quad (2)$$

- модулирующая функция и ее разложение в ряд Фурье [2];  $\dot{a}_k = \int_0^T \dot{M}(t) \cdot e^{-j\frac{2\pi}{T}kt} dt, T = 2\tau_3$  – период ретрансляции,  $\Delta a = 0,8...1,2$   $\Delta\varphi = \pm 30^\circ$  – разбаланс амплитуд и фаз. Тогда спектр КП примет вид

$$\dot{G}_{КП}(t) = \dot{a}_0 \dot{G}(\omega) + \sum_{k \neq 0} \dot{a}_k \dot{G}(\omega - \frac{2\pi}{T}k) \quad (3)$$

где  $\dot{G}(\omega)$  спектр зондирующего сигнала РЛС. Основные спектральные составляющие КП представлены на рис. 1. Амплитуда полезной компоненты много меньше амплитуды первых паразитных компонентов. Мощности полезной и паразитной компонент  $P_0 = |\dot{a}_0|^2 P_c$ ;  $P_1 = |\dot{a}_1|^2 P_c$ , где  $P_c$  - мощность ретранслятора.

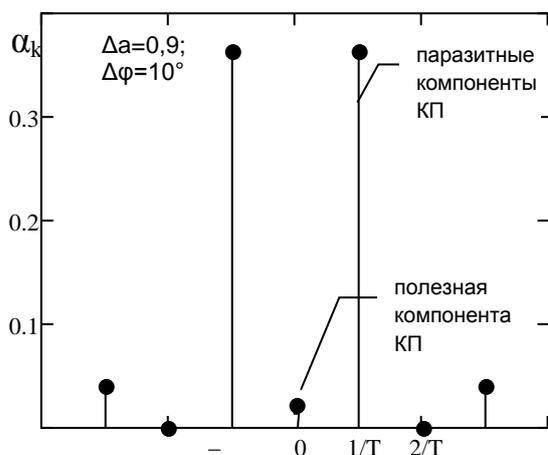


Рис.1 - Спектр когерентной помехи

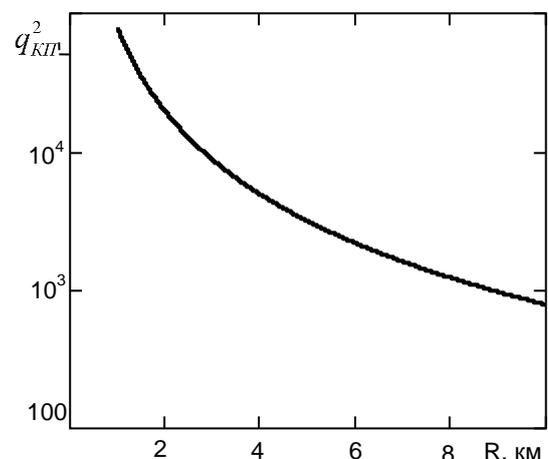


Рис.2 – Отношение сигнал/шум по паразитной компоненте КП

Для обнаружителя КП паразитная компонента является полезным сигналом. Будем полагать, что обнаруживается одна (правая или левая) паразитная компонента помехи при некогерентном обнаружении. Выделение паразитной компоненты осуществляется полосовым фильтром с полосой пропускания  $\Delta F$  в пределах частот от  $f_{\min} = f_0 + \frac{1}{T_{\max}} - \frac{\Delta F_c}{2}$  до  $f_{\max} = f_0 + \frac{1}{T_{\min}} + \frac{\Delta F_c}{2}$ , где  $T_{\min}$  и  $T_{\max}$  – минимальное и максимальное значение периода ретрансляции, определяемое элементной базой построения ретранслятора, Тогда отношение сигнал/внутренний шум по паразитной компоненте КП составит

$$q_{КП}^2 = \frac{PG_{III} G \lambda^2 L_{РЛС} |\alpha|^2}{(4\pi)^2 R^2 N_0 \Delta F} \quad (4)$$

где  $PG_{III}$  – энергопотенциал постановщика помех,  $G$  – коэффициент усиления антенны,  $L_{РЛС}$  – коэффициент потерь РЛС,  $N_0$  – спектральная плотность мощности шумов приемника.

Результаты расчетов  $q_{КП}^2$  как функции дальности при типовом значении  $PG_{III} = 10$  Вт приведены на рис.2. Все кривые для различных значений  $\Delta\alpha, \Delta\varphi$  практически совпадают, то есть отношение сигнал/шум по КП не зависит от амплитудного и фазового разбаланса в пределах изменения указанных значений в пределах эффективного воздействия КП. Отношение сигнал/шум превышает 28 дБ, что свидетельствует о возможности надежного обнаружения факта воздействия КП.

Структурная схема обнаружителя КП совместно с каналами взаимодействия с РЛС показана на рис.3. Сигнал от антенны РЛС через направленный ответвитель поступает на ВЧ-усилитель. ВЧ-усилитель стробируется по питанию строб-импульсом канала сопровождения по дальности РЛС. Далее сигнал поступает на смеситель. Коэффициент передачи ответвителя составляет около  $-10$  дБ, что допустимо с учетом имеющегося запаса в отношении сигнал/шум. Чувствительность РЛС при этом практически не сокращается. После переноса на промежуточную частоту паразитные компоненты отфильтровываются на полосовом фильтре  $\Phi$  и поступают на амплитудный детектор. Сигнал с выхода амплитудного детектора сравнивается с пороговым в пороговом устройстве, вырабатывающем сигнал об обнаружении КП.

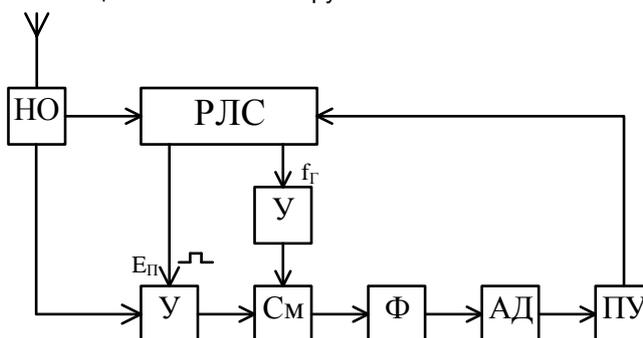


Рис.3 – Структурная схема обнаружителя КП (НО – направленный ответвитель; У – ВЧ-усилитель; См – смеситель; Ф – полосовой фильтр; АД – амплитудный детектор; ПУ – пороговое устройство)

Таким образом, предложен способ обеспечивающий обнаружения КП на основе выделения паразитных компонентов ее спектра в априори известном диапазоне частот. В предлагаемом способе эффективно используется конструктивно-схемный недостаток аппаратуры КП связанный с ретрансляцией зондирующего сигнала РЛС с временным разделением. Отношение сигнал/шум является достаточным для надежного обнаружения КП во всем диапазоне дальности ее эффективного применения.

Список использованных источников:

1. Перунов Ю.М., Фомичев К.И., Юдин Л.М. / Ю.М. Перунов, К.И. Фомичев, Л.М. Юдин – М.: «Радиотехника», 2008. – 416 с.
2. Харкевич А.А. Спектры и анализ /А.А. Харкевич – М.: Физматгиз, 1962. – 236 с.