

УДК 621.396.75

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗНЕСЕННЫХ ФАЗОВЫХ ЦЕНТРОВ
ОСНОВНОЙ И КОМПЕНСАЦИОННОЙ АНТЕНН НА КОЭФФИЦИЕНТ
КОРРЕЛЯЦИИ ПОМЕХ**

Нефедов Д.В.

*Старший преподаватель кафедры,
Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны,
Ярославль, Россия*

Сафронов С.М.

*Курсант,
Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны,
Ярославль, Россия*

Аннотация. В статье рассматриваются особенности работы систем помехозащиты когерентно-импульсной РЛС от воздействия активных шумовых помех. Дана оценка влияния разнесенных в пространстве фазовых центров основной и компенсационной антенн на качество подавления активных шумовых помех. Проведен расчет коэффициента корреляции помех, зависящий от межканального фазового сдвига на различных расстояниях антенных каналах.

Ключевые слова: коэффициент корреляции, автокомпенсатор помех, помехозащита, активная шумовая помеха, фазовые центры, база.

**EVALUATION OF THE INFLUENCE OF SPATIALLY SEPARATED PHASE
CENTERS OF THE MAIN AND COMPENSATION ANTENNAS
ON THE NOISE CORRELATION COEFFICIENT**

Nefedov D.V.

*Senior teacher,
Yaroslavl Higher Military Institute of the Air Defense,
Yaroslavl, Russia*

Safronov S.M.

*Cadet,
Yaroslavl Higher Military Institute of the Air Defense,
Yaroslavl, Russia*

Abstract. The article discusses the features of the operation of noise immunity systems of coherent pulse radar from the effects of active noise interference. The aim of the study is to assess the influence of the spatially separated phase centers of the main and compensation antennas on the quality of suppression of active noise

interference. The interference correlation coefficient was calculated, depending on the inter-channel phase shift at different antenna channel distances.

Keywords: correlation coefficient, noise compensator, noise protection, active noise interference, phase cents, base.

Активные шумовые помехи являются эффективным средством борьбы с РЛС и создаются специальными передатчиками или станциями. Более эффективно является воздействие АШП по боковым лепесткам основной антенны, обеспечивающих прием помех почти вкруговую. Активные помехи, принятые по боковым лепесткам, ухудшают соотношение сигнал-шум и тем самым резко сокращают зону обнаружения РЛС по дальности и высоте. Это причина приводит к появлению в радиолокационном поле непросматриваемых участков и уменьшению вероятности обнаружения цели. Для защиты от воздействия АШП в РЛС используется квадратурный автокомпенсатор помех [3], который состоит из сумматора, коррелятора (умножитель и интегратор), ветви обратной связи и 2 каналов (основной и компенсационный каналы). Данные каналы разнесены на определенное расстояние, называемое базой (рис. 1).

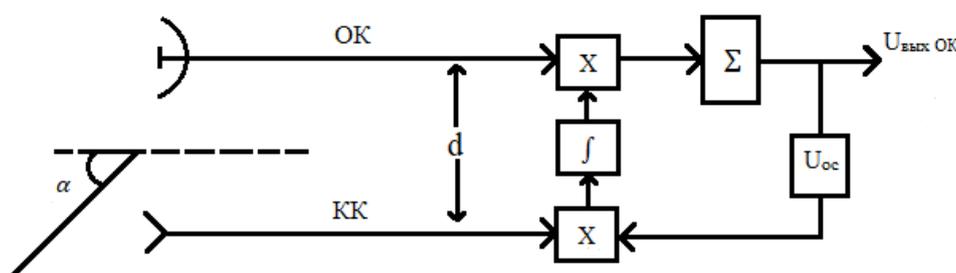


Рис. 1 – Расположение антенн основного и компенсационного канала

Изменение базы d влияет на межканальный фазовый сдвиг фазы (1) [3].

$$\Delta\phi = \frac{2 \times \pi \times d \times \sin(\alpha)}{\lambda}, \quad (1)$$

где d – расстояния между основной и компенсационной антенн(база);

α – угол прихода сигнала;

λ – длина волны.

На рис. 2 изображена модель входного сигнала с заданной начальной фазой $\phi=130^\circ$.

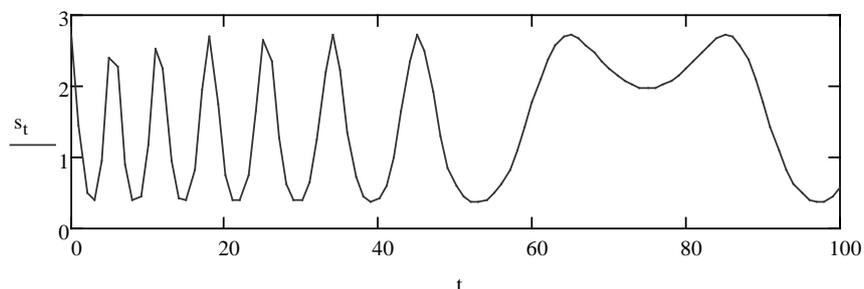


Рис. 2 – Полезный сигнал

В качестве входного сигнала отраженного от цели используется одиночный колокольный радиоимпульс, математическая модель которого приведена в формуле (2).

$$s_{\text{т}} := \begin{cases} \operatorname{Re}[A \cdot e^{\cos[[t \cdot (2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot \Delta t \cdot t + \phi)]]}] & \text{if } t \leq \Delta\tau \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

где A – амплитуда сигнала;

t – время сигнала;

ϕ – начальная фаза;

f_0 – несущая частота;

Δt – приращение по времени;

$\Delta\tau$ – приращение длительности импульса.

Шум в каналах приема имеет случайный процесс нормального гауссовского распределения. Модель шума приведена на рис. 3

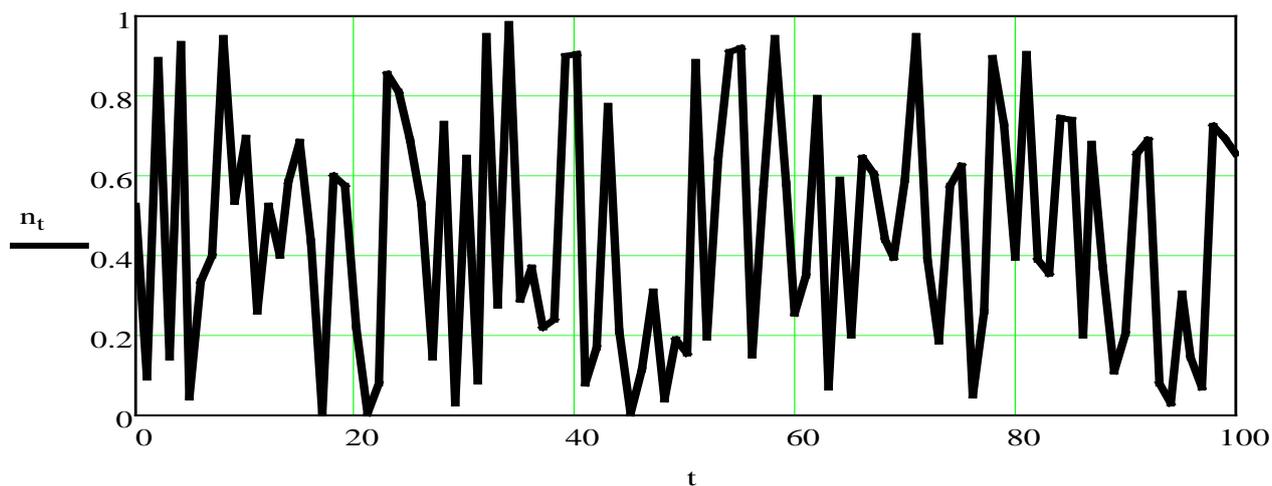


Рис. 3 – Модель шума

График аддитивной смеси в каналах, которая рассчитывается по формуле (3) приведена на рис. 4.

$$y_t := \begin{cases} \operatorname{Re}\left[A \cdot n_t \cdot e^{\cos[t \cdot (2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot \Delta t \cdot t + \phi)]}\right] & \text{if } t \leq \Delta\tau \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

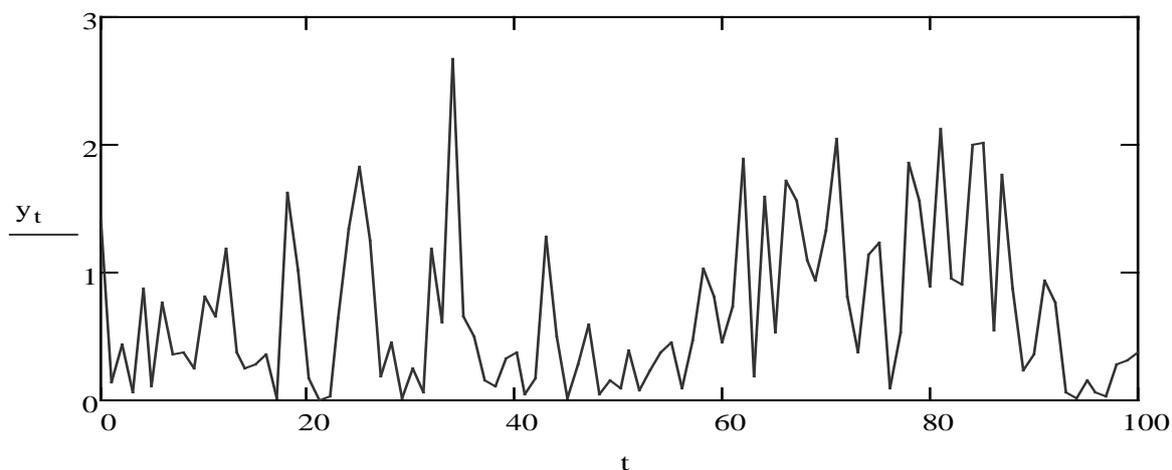


Рис. 4 – Аддитивная смесь

В результате изменения базы d , изменился фазовый сдвиг (рис. 5), где $d=0,5; 1...3$ м – изменение расстояния между основной и компенсационной антеннами (полученные данные приведены в таблице 1).

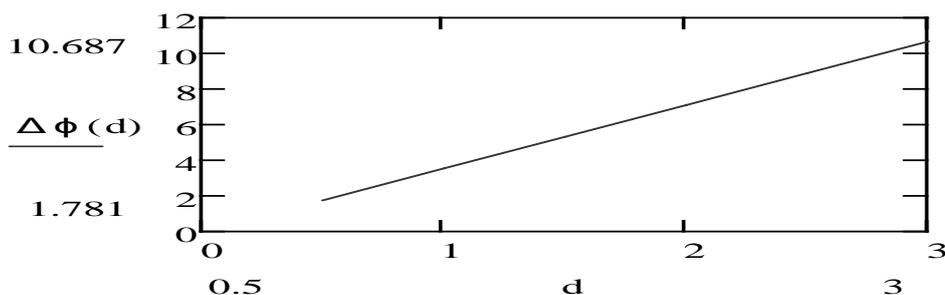


Рис. 5 – Зависимость изменения фазового сдвига от изменения базы d

Таблица 1 – Зависимость изменения фазового сдвига Δφ от изменения базы d

D (м)	0.5	1	1.5	2	2.5	3
Δφ (°)	1.781	3.562	5.344	7.125	8.906	10.687

Основными показателями качества работы автокомпенсатора является коэффициент подавления [1]:

$$K_{\text{под}} = \frac{1}{1 - |\rho|^2}, \quad (4)$$

где ρ – коэффициент корреляции помех, который предназначен для определения схожести сигнала в основном и компенсационном каналах.

По результатам проведенных исследований с использованием пакета прикладных программ Mathcad получены данные, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость коэффициент подавления помех

Δφ (°)	ρ	$K_{\text{под}}$
1.781	0.443	1.24
3.562	0.427	1.22
5.344	0.497	1.32
7.125	0.337	1.12
8.906	0.472	1.28
10.687	0.419	1.21

Таким образом можно сделать вывод, в связи с тем, что в четвертом опыте база больше, чем в третьем опыте, произошел значительный фазовый сдвиг в каналах основной и компенсационной антенны, поэтому коэффициент подавления помех максимален при коэффициенте корреляции 0.497, а

минимален при 0.337. Для лучшего подавления помехи лучшим разнесением антенн будет на 1,5 метра.

Библиографический список:

1. Ивлев Д. Н., Орлов И. Я., Сорокина А. В., Фитасов Е. С. Адаптивные алгоритмы компенсации помех, учебно-методическое пособие – Нижний Новгород:ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2014. – 87 с.

2. Канащенков А. И., Меркулов В. И. Защита радиолокационных систем от помех. Состояние и тенденции развития: учебное пособие. – М.: Радиотехника, 2003. – 416 с.

3. Радиотехнические системы обнаружения и сопровождения целей. Методы и алгоритмы обработки сигналов в радиотехнических системах обнаружения и сопровождения целей: учеб. пособие / под ред. А. М. Лаврентьева – Ярославское ВВУ ПВО, 2016. – С. 202-205.

Оригинальность 93%