

УДК 621.396.98

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОКОМПЕНСАТОРА АКТИВНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ

ДО ТИЕН ХУНГ, И.Н. ДАВЫДЕНКО

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь

Поступила в редакцию 22 февраля 2011

Получены оптимальные значения параметров цепей самонастройки одноканального автокомпенсатора активных помех, реализующего критерий минимума мощности помехи. Предложенные решения предназначены для использования в РЛС с быстрым линейным сканированием.

Ключевые слова: автокомпенсатор шумовых помех, параметрическая оптимизация, ошибки самонастройки.

Введение

Задача внедрения автокомпенсаторов шумовых помех в РЛС с быстрым сканированием является актуальной. Основной проблемой таких автокомпенсаторов являются большие динамические ошибки самонастройки. Для снижения влияния динамических ошибок автокомпенсаторов на эффективность компенсации используют в том числе следящие системы второго порядка астатизма и расширение полосы пропускания замкнутого контура самонастройки. Однако расширение полосы пропускания приводит к увеличению вклада флуктуационных ошибок в суммарные ошибки. Очевидно, существуют оптимальные значения параметров цепей самонастройки, при которых суммарные ошибки самонастройки минимальны. В статье анализируются выражения для суммарных ошибок самонастройки автокомпенсатора и формулируются подходы по их минимизации. Предполагается, что спектр задающего воздействия автокомпенсатора соответствует колебательному звену.

Основная часть

В предположении, что спектр задающего воздействия соответствует формирующему фильтру в виде колебательного звена, в работе [1] получены следующие выражения для дисперсий динамической и флуктуационной ошибок автокомпенсатора шумовой помехи:

$$\sigma_{\Delta W_{\text{дин}}}^2 = \sigma_{W_{\text{зад}}}^2 \frac{1 + 2\alpha \frac{K_{12}}{K_{11}\omega_0^2}}{1 + \frac{K_{11}^2}{\omega_0^2} + \frac{K_{12}^2}{\omega_0^4} - 2 \frac{K_{12}}{\omega_0^2} + 2\alpha \left[\frac{K_{12}K_{11}}{\omega_0^4} + \frac{K_{11}}{\omega_0^2} + 2\alpha \frac{K_{12}}{\omega_0^4} \right]}, \quad (1)$$

$$\sigma_{\Delta W_{\text{фл}}}^2 = S_{W_{\text{ЭКВ}}} \cdot \Delta f_{0W} = S_{W_{\text{ЭКВ}}} \cdot \left(\frac{K_{11}}{2} + \frac{K_{12}}{2 \cdot K_{11}} \right), \quad (2)$$

где $S_{W_{\text{ЭКВ}}}$ – эквивалентная спектральная плотность возмущающего воздействия измерителя весового коэффициента автокомпенсатора.

Двумерный график зависимости среднего квадрата суммарной ошибки фильтрации весового коэффициента автокомпенсатора $\sigma_{\Sigma}^2(K_{11}, K_{12}) = \sigma_{\Delta W_{3дл}}^2 + \sigma_{\Delta W_{\phi л}}^2$ от параметров K_{11} и K_{12} для $S_{W_{ЭКВ}} = 10^{-6} (\text{кГц}^{-1})$, $\omega_0 = 1,256 (\text{рад} / \text{мс})$ и $\alpha = 1 (\text{кГц})$ приведен на рис. 1.

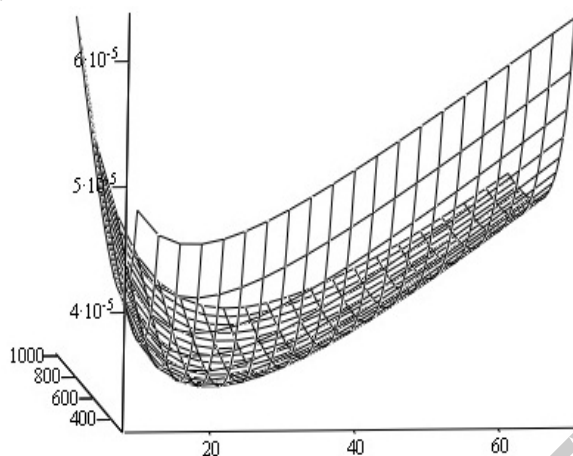


Рис. 1. Зависимость среднего квадрата суммарной ошибки от коэффициентов фильтрации

В соответствии с графиком могут быть получены следующие значения оптимальных коэффициентов фильтрации для заданных исходных данных:

$$K_{11-опт} = 25 \text{ кГц} ; K_{12-опт} = 600 \text{ кГц} .$$

Можно показать, что для РЛС с быстрым сканированием выражение (1) в окрестности минимума ошибки примет более простой вид:

$$\sigma_{\Delta W_{дин}}^2 \approx \sigma_{W_{3дл}}^2 \frac{\omega_0^4}{K_{12}^2} \quad (3)$$

В этом случае выражения для оптимальных значений коэффициентов фильтрации с учетом (2) и (3) могут быть получены в следующем виде:

$$K_{11-опт} = 10 \sqrt{\frac{16 \cdot \omega_0}{S_{W_{ЭКВ}}^2}} , \quad (4)$$

$$K_{12-опт} = 2\omega_0 \sqrt[5]{\frac{\omega_0^3}{2S_{W_{ЭКВ}}^2}} . \quad (5)$$

Для проверки правильности полученных выражений (4) и (5) было проведено имитационное моделирование автокомпенсатора шумовой помехи. Результаты имитационного моделирования в виде индикаторов дальность-угол представлены на рис. 2–5 для выключенного автокомпенсатора и для включенного автокомпенсатора с различными значениями коэффициента фильтрации по скорости K_{12} при оптимальном значении коэффициента фильтрации по положению $K_{11} = K_{11-опт}$. Из рисунка видно, что при оптимальных значениях параметров фильтрации видимость полезного сигнала на фоне остатков компенсации помехи, как и ожидалось, наилучшая.

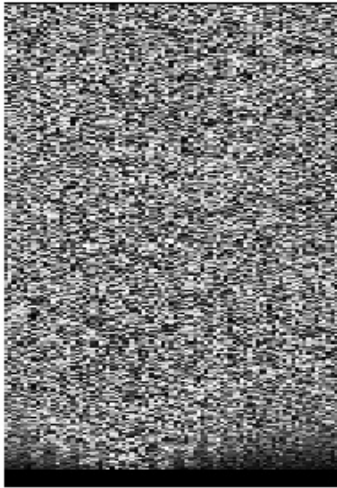


Рис. 2. Автокомпенсатор выключен

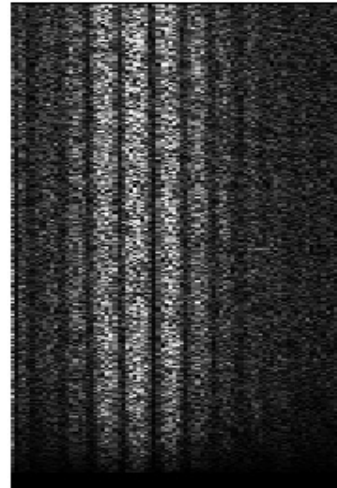


Рис. 3. Коэффициент фильтрации $0,1K_{12-opt}$

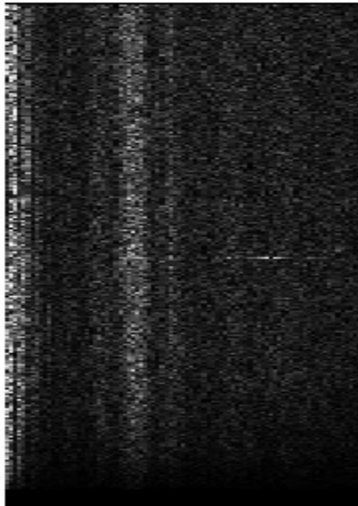


Рис. 4. Оптимальный параметр K_{12-opt}

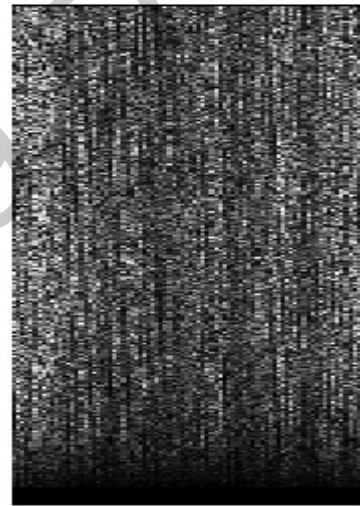


Рис. 5. Коэффициент фильтрации $10K_{12-opt}$

Заключение

Таким образом, проанализирована суммарная ошибка фильтрации весового коэффициента автокомпенсатора шумовой помехи для РЛС с линейным сканированием и условия достижения ее минимума. Для РЛС с быстрым сканированием получены частное выражение для дисперсии динамической ошибки автокомпенсатора и аналитические выражения для оптимальных коэффициентов фильтрации. Достоверность полученных выражений подтверждается результатами имитационного моделирования автокомпенсатора.

THE OPTIMAL PARAMETERS CANCELLER OF JAMMER

DO TIEN HUNG, I.N. DAVYDZENKA

Abstract

The optimal parameters are considered for the one-channel canceller of jammer, which implements the criterion of the output power minimum. The proposed algorithms intended for the radars with scanning beam of main antenna.

Литература

1. Храпун И.С., Давыденко И.Н., Папушой В.И. // Докл. БГУИР. 2008. Т. 34, №4. С. 13–19.

Библиотека БГУИР