

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЕНСАЦИОННОГО МЕТОДА ПОДАВЛЕНИЯ ПОМЕХ В АКУСТИЧЕСКОМ ЛОКАТОРЕ

Приходько Г.С.

Научный руководитель – к.т.н., доц. Шейко С.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. МИРЭС, тел. (057) 702-15-87)

e-mail: d_res@nure.ua

The possibility of acoustic noise compensation arriving along the side lobes of the sodar receiving antenna is investigated. The adaptation system adjusts the linear noise filter coefficients to attenuate the noise components at the output of the subtractor. Used LMS-adaptive filtering algorithm (Least Mean Square). The filter is presented in the form of two quadrature channels, which makes it possible to compensate for the amplitude and phase of interference. The attenuation level was 25 dB at 1.2 kHz.

Акустические локации (сонары) являются важными источниками информации о скорости, направлении ветра и степени турбулизованности воздушных масс на высотах до 1 км. Важным фактором, ограничивающим возможности сонаров, являются внешние акустические шумы. Особенно заметно влияние шума в зоне аэропорта или в промышленных зонах.

В работе исследованы возможности компенсации акустических помех, приходящих по боковым лепесткам приёмной антенны. Их можно компенсировать при использовании дополнительного канала приёма. Компенсационный канал содержит отдельную антенну (рис.1), вспомога-

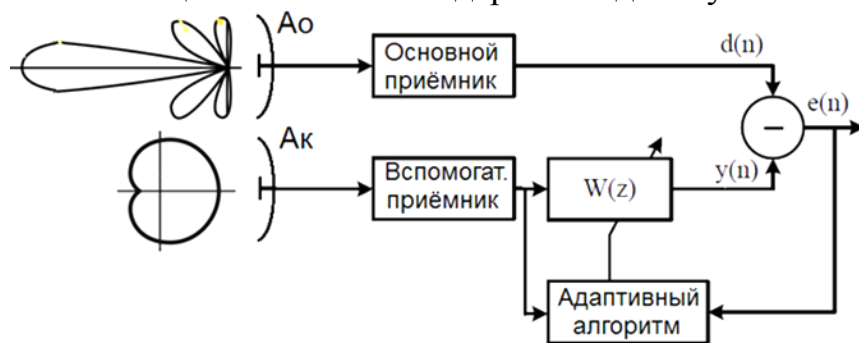


Рис.1

тельный приёмник и фильтр с изменяемой передаточной характеристикой, которая подбирается таким образом, чтобы в отсутствии полезного сигнала минимизировать

сигнал помехи на выходе вычитателя. Для эффективной компенсации помехи основная антенна A_0 должна быть узконаправленной. Для компенсационного канала можно применить всенаправленный микрофон, либо микрофон с кардиоидной ДН, направленный "нулём" в направлении зондирования.

Система адаптации подстраивает коэффициенты линейного фильтра помехи так, чтобы ослабить составляющие шума на выходе вычитателя. В работе использован LMS-алгоритм адаптивной фильтрации (Least Mean Square), широко используемый в различных аудиоустройствах. Его задача – получить минимум СКО сигнала ошибки на выходе, что соответствует

максимальной компенсации. Фильтр $W(z)$ представлен в виде двух квадратурных каналов, что позволяет компенсировать амплитуду и фазу помехи (рис.2).

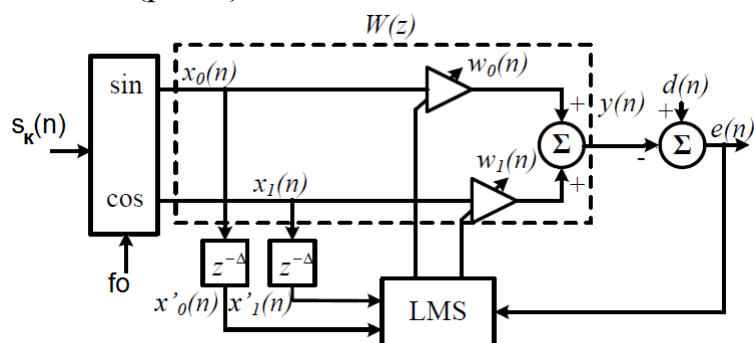


Рис.2

Проведен анализ уравнения для вектора весовых коэффициентов LMS адаптивного фильтра. Важным его параметром является шаг адаптации μ . От него зависит скорость обучения фильтра, его устойчивость и эффектив-

ность подавления. Выполнение требований достигается, если $\mu \ll 1$. Было выбрано значение шага адаптации $\mu = 0,01$.

Исследование LMS алгоритма компенсации помехи было выполнено в среде LabVIEW. В качестве подавляемой помехи использовалась аудиозапись гармонического сигнала с частотой 1,2 кГц с белым шумом, отношение сигнал-шум около 20 дБ.

Получена кривая обучения LMS адаптивного фильтра (рис.3), т.е. зависимость СКО ошибки подавления от числа шагов адаптации.

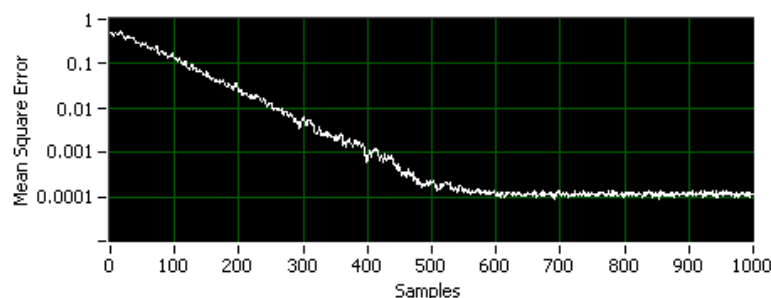


Рис.3

Исходные вектора весовых коэффициентов фильтра представляли собой нули. По мере увеличения шагов адаптации СКО ошибки подавления уменьшается и на 600-й выборке сходится к 10^{-4} .

При частоте дискретизации 44,1 кГц это даст величину времени настройки 14 мс. Получена реализация коэффициентов фильтра, а также спектр и спектрограмма аудиозаписи реальной работы фильтра. Во время работы системы компенсации уровень ослабления помехи составил 25 дБ на частоте 1,2 кГц. Наибольшего подавления можно достичь при минимальной скорости изменения частоты помехи. В случае быстрого её изменения коэффициент подавления уменьшался с -25 дБ до -20...-18 дБ.

Список источников: 1. Дистанционные методы и средства исследования процессов в атмосфере Земли [Текст] / Под общ. ред. Б. Л. Кашеева, Е. Г. Прошкина, М. Ф. Лагутина. Харьков: Харьк. нац. ун-т радиоэлектроники; Бизнес Информ, 2002. – 426 с. 2. Long, G., Ling, F., Proakis, J.G. The LMS algorithm with delayed coefficient adaptation, IEEE Trans. Signal Processing, vol. 37, no. 9, pp. 1397-1405, 1989.