

**АДАПТИВНОЕ ПОДАВЛЕНИЕ ПОМЕХ В СИСТЕМАХ  
АКУСТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ ВБЛИЗИ  
ЗАСНЕЖЕННОЙ ДОРОГИ**

Ашихмин В.О., Воронин В.В.

Научный руководитель – д. ф.-м.н., проф. Тихонов В.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
61166, Харьков, пр. Науки 14, каф. МИРЭС, тел. (057)7021587

E-mail d\_res@nure.ua

The questions of suppression of acoustic noise are investigational during work of system of the acoustic atmospheric sounding. The estimations of frequency of spectrum peak are found at adaptive suppression of noise from a moving on a road car.

В качестве средства дистанционного мониторинга атмосферы используются системы акустического зондирования (САЗ), которые позволяет решить ряд практических задач метеорологии, таких как определение скорости ветра, температуры, влажности атмосферы на заданной высоте. Одним их факторов, ограничивающих эффективность работы САЗ приземных слоев атмосферы, является внешний акустический шум. В связи с этим, разработка методов и средств адаптации САЗ атмосферы к изменяющейся метеорологической и помеховой обстановке является актуальной научно-прикладной задачей современной теории и техники акустического зондирования [1].

В работе исследовались возможности использования адаптивных решетчатых фильтров (РФ) для подавления акустических помех, создаваемых автомобилями, движущимися на заснеженной дороге. Для адаптации использовался градиентный метод наименьших квадратов (МНК).

Работа РФ [2], с изменяющимися во времени коэффициентами отражения, описывается выражениями:

$$\begin{aligned} a_t^k &= a_t^{k-1} - K_t^{k-1} d_{t-1}^{k-1}, \\ d_t^k &= d_{t-1}^{k-1} - K_t^{k-1} a_t^{k-1}, \end{aligned}$$

где  $a_t^k$  и  $d_t^k$  - ошибки прямого и обратного предсказания на выходе  $k$ -го звена РФ в  $t$  - й момент времени,  $K_t^{k-1}$  - коэффициенты усиления (отражения)  $k-1$ -го звена РФ в  $t$  - й момент времени. В МНК, используя обновленные ошибки предсказания, вычисляют коэффициенты отражения РФ

$$K_{t+1}^k = K_t^k + \mu_k a_t^k d_{t-1}^k.$$

С целью обеспечения безопасности полетов летательных аппаратов при взлете и посадке важно знать скорость ветра в приземных слоях атмосферы. Для определения скорости ветра в САЗ измеряют

доплеровский сдвиг частоты отраженного от неоднородностей атмосферы зондирующего сигнала.

На рис. 1 показаны оценки СПМ, полученные параметрическим AP(8) методом, для двух различных интервалов шумов, создаваемых приближающимися автомобилями на заснеженной дороге. Как видно из графиков СПМ, спектры характеризуется наличием мощного пика на низкой частоте. Поэтому в экспериментах применяется имитационный зондирующий сигнал с частотой пика 5000 Гц и шириной полосы 200 Гц. В экспериментах оценивалась частота пика полезного сигнала, смещенного коррелированной помехой. Полученные оценки частоты полезного сигнала усреднялись по 100 экспериментам. Измерения проводились по последовательно расположенным во времени выборкам помехи длиной по 500 отсчетов. Измерения производились для двух помех, отстоящих друг от друга на расстоянии 50000 отсчетов.

При отсутствии белого шума в помеховом канале, помехи в обоих каналах сильно коррелированы и могут быть полностью компенсированы адаптивным фильтром. Наличие белого шума снижает взаимную корреляцию этих помех (рис. 2), что приводит к неполной компенсации помех и, как следствие, к ошибкам в оценивании частоты пика сигнала.

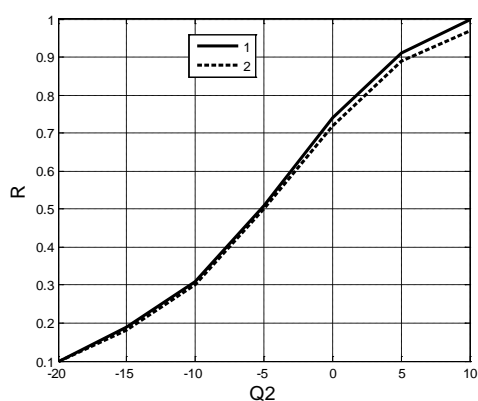


Рисунок 1 – Параметрические AP оценки спектров двух акустических шумов вблизи заснеженной дороги

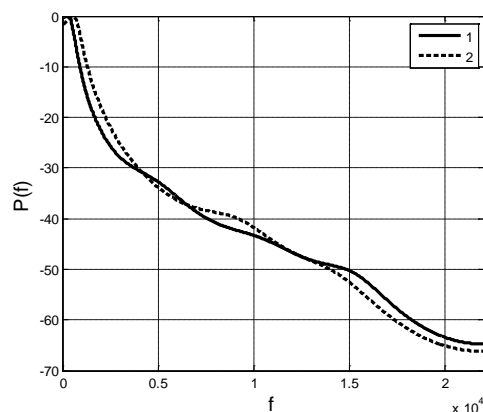


Рисунок 2 – Взаимная корреляция помехи в информационном канале и помехи с аддитивным белым шумом в помеховом канале для двух помех

Оценки частоты производились при различных отношениях помеха/белый шум, при фиксированном значении отношения полезный сигнал/помеха.

**Литература:** 1. Прошкин Е.Г., Карташов В.М., Бабкин С.И., Волох А.В. Современное состояние, проблемы и перспективы систем радиоакустического зондирования //Радиотехника. Всеукр. межвед. науч. - техн. сб. – Харьков. – 2007. – №150. – С. 5-16. 2. Адаптивные фильтры: Пер. с англ. / Под ред. К.Ф.Н. Коуэна, П.М. Гранта. – М.: Мир, 1988. – 392 с.