

**АДАПТИВНЫЙ МЕТОД  
ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ  
СИСТЕМ ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ**

Рыбников Н.В., Капуста А.И., Нестеров М.А.

Научный руководитель – д.т.н. проф. Карташов В.М.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
(61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф МИРЕС, тел. (057) 702-15-87  
e-mail: d\_res@nure.ua

The report shows that when constructing signal processing algorithms in sodars equipped with phased antenna arrays, it is advisable not only to form the distribution of zeros of radiation patterns in the directions to the sources of interference, but also to choose the radiation angles of the useful signal in order to minimize the interference power at the output of the array. The procedure for generating the interference power function at the output of the acoustic antenna array consists in forming the correlation matrix of the interference, its subsequent circulation, and the formation of the spatial spectrum of external acoustic interference on this basis. The directions of sounding the atmosphere will correspond with the directions in which the minimum values of the interference power at the output of the antenna array are observed.

Дистанционное акустическое зондирование атмосферы является перспективным методом, позволяющим определять основные характеристики нижней атмосферы – параметры турбулентности, скорость и направление ветра, влажность. Интенсивное взаимодействие акустических волн с атмосферными турбулентными неоднородностями, оперативность получения метеоданных, мобильность и относительно низкая стоимость станций зондирования (сонаров) позволяют отнести акустическое зондирование к наиболее эффективным методам исследования атмосферного пограничного слоя (АПС).

Однако значительная зашумленность мест эксплуатации сонаров (аэропорты, условия городов, предприятия промышленности), не позволяет им функционировать с необходимой эффективностью. Существующие прямые методы защиты от помех (звукопоглощающие укрытия) не удовлетворяют современным требованиям, а имеющиеся процедурные методы требуют доработки и развития.

Как показал анализ литературных источников, применение акустических антенных решеток является современной тенденцией в развитии техники акустического зондирования. При этом алгоритмы адаптивной пространственно-временной обработки, являющиеся эффективным средством борьбы с внешними шумами искусственного происхождения в радиолокационных системах, в сонарах практически не используются. Таким образом, существует актуальная задача разработки адаптивных пространственно-временных методов повышения помехозащищенности систем акустического зондирования.

В отличие от радиолокационных задач, где направление прихода полезного сигнала либо заранее известно, либо задано, и оптимизация осуществляется, например, по критерию максимума соотношения сигнал-помеха на выходе антенны [1], в задачах акустического зондирования атмосферы направление излучения зондирующего сигнала, а, следовательно, и направление приема рассеянных сигналов может изменяться в некоторых пределах, в зависимости от пространственного распределения источников помех [2]. Физической основой для изменения направления зондирования является распределенность в атмосфере турбулентных рассеивающих образований, представляющих собой естественные неоднородности среды.

Для непрерывных акустических антенн мощность помех на выходе содара определяется выражением

$$P_n(\theta_0, \phi_0) = \frac{1}{4\pi} \int_0^{2\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} |G(\theta, \phi, \theta_0, \phi_0)|^2 \cdot P(\theta, \phi) \cdot \cos(\theta) \cdot d\theta \cdot d\phi, \quad (1)$$

где  $\phi, \theta$  – соответственно азимут и угол места;  $P(\theta, \phi)$  – пространственное распределение плотности мощности внешних акустических источников помех.

Если направление излучения выбрать таким образом, чтобы в точке  $\phi_0, \theta_0$  наблюдался минимум функции  $P(\theta, \phi)$ , то это обеспечит минимум мощности помех на выходе антенны. Так как пространственное распределение помех в общем случае неизвестно, необходима некоторая процедура оценки и анализа шумовой обстановки. Процесс оценивания распределения помех для систем с непрерывными антеннами связан с определенными трудностями. Высокая инерционность механической системы позиционирования главного луча диаграммы направленности (ДН) накладывает серьезные ограничения на точность и оперативность оценки быстроменяющейся шумовой обстановки. Системы, оснащенные антенными решетками в определенной мере свободны от этого недостатка.

Процедура формирования функции мощности помех на выходе акустической антенной решетки заключается в формировании корреляционной матрицы помех, последующем ее обращении и формировании на ее основе тем или иным методом пространственного спектра внешних акустических помех. Направления зондирования атмосферы будут соответствовать направлениям, на которых наблюдаются минимальные значения мощности помех на выходе антенной решетки.

### **Перечень ссылок:**

1. Довиак Р., Зрнич Д. Доплеровские локаторы и метеорологические наблюдения: Пер. с англ.- Л.: Гидрометеиздат, 1988.- 503 с.
2. Красненко Н.П. Акустическое зондирование атмосферы. – Новосибирск: Наука, 1986. – 167 с.