

Повышение оперативности мониторинга окружающего пространства при акустолокационном зондировании

В.В. Булкин, В.Е. Беляев

*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
602264, Муром, ул. Орловская, 23.*

В докладе рассматриваются возможности повышения эффективности функционирования акустолокационных систем (АЛС) контроля параметров приземного слоя атмосферы.

При анализе влияния основных параметров АЛС на информационный ресурс системы [1] было показано, оценка информативности измерений, проводимых оптимальной акустической системой в единице телесного угла, приводится к виду

$$I = \frac{2}{\theta_0^2} \log_2 \left[1 + \frac{\Delta P_c^2}{\Delta P_{ш}^2 + \Delta P_{ном}^2} \cdot \sqrt{t_{np} \Delta f} \right],$$

где I - информативность, ΔP_c , $\Delta P_{ном}$, $\Delta P_{ш}$ - мощность полезного сигнала, сигнала помехи и собственных шумов АЛС, θ_0 - ширина диаграммы направленности, Δf - полоса принимаемых частот, t_{np} - время обработки сигнала.

Другие параметры оказывают меньшее влияние на информативный выигрыш. Так, увеличение выходной мощности АЛС не окажет существенного влияния в силу наличия затухания в среде (соотношения видна обратно пропорциональная зависимость от R^2), а вероятность снижения уровня собственных шумов ограничена предельными схемотехническими возможностями аппаратуры.

Говоря о влиянии внешних акустических шумов, уровень которых может быть сравним (или даже превышать) с уровнем полезного сигнала, также можно увидеть, что и в данном случае наиболее эффективным средством уменьшения влияния $\Delta P_{ном}$ является существенное уменьшение ширины ДН антенной системы.

Ещё одна проблема, требующая своего решения - повышение оперативности мониторинга окружающего пространства, т.е. обеспечение оперативного изменения направления зондирования. Её решение связано с решением задачи оперативного управления диаграммой направленности антенны (излучателя). С точки зрения синтеза антенн АЛС проблема заключается в определении структуры системы источников колебаний, сосредоточенных в ограниченном объеме, обеспечивающих требуемые направленные свойства поля излучения на достаточно больших расстояниях.

Требование оперативности сразу же определяет важное граничное условие: рассматриваемая антенна должна быть выполнена в виде фазированной акустической решётки (ФАР), состоящей из одиночных излучателей, при комплексном амплитудно-фазовом управлении ДН антенной решётки [2]. При этом требуется введение управляемых фазовращателей и аттенюаторов, а также синтез подсистемы канала управления частотно-зависимыми фазовращателями. Искомый

вращатель должен обладать универсальной структурой и позволять реализовать заданные амплитудно-фазочастотные характеристики на основе результатов математического моделирования за счёт управления фазой акустического сигнала.

На основе использования данного многоканального фазовращателя становится возможной разработка способа эффективного акустического мониторинга атмосферы.

Совокупность разработанных решений предусматривает излучение зондирующего акустического сигнала при широкой диаграмме направленности и быстрое сканирование пространства, ограниченного зоной ДН и дальностью действия (глубиной зондирования). Предусматриваются различные варианты сканирования, а также вариант анализа рассеянного атмосферными неоднородностями сигнала ФАР, составленной из набора индивидуальных акустических приёмников с такими ДН, которые позволяют перекрыть весь зондируемый объём.

Один из вариантов предлагаемых решений можно изложить следующим образом.

Акустическим излучателем в выбранном направлении излучается зондирующий акустический сигнал. Ширина диаграммы направленности излучателя - θ . Излучённый сигнал достигает какой-то атмосферной неоднородности и частично рассеивается (отражается в различном направлении), а частично – распространяется далее, пока не рассеется окончательно. Для приёма рассеянного (отражённого) излучения акустический приёмник составляется из ряда самостоятельных акустических приёмников (АП) с шириной диаграммы направленности $\theta_n = \theta/n$, где n – целое число, причём из самостоятельных АП составляется антенная решётка в виде матрицы размером $k*k=n$ (например, как на рис. 1). Кроме того, указанные самостоятельные АП подключены к отдельным устройствам первичной обработки принятого сигнала, что позволяет осуществлять одновременный приём рассеянного (отражённого) сигнала в рамках всего объёма излучения (определяемого шириной ДН излучателя и реальной дальностью распространения звука) но с разбиением этого объёма на n самостоятельно исследуемых объёмов. Поскольку каждый из рассматриваемых n объёмов имеет более узкие геометрические границы, в рамках указанного объёма возможно более точное определение границ зон локальных атмосферных неоднородностей.

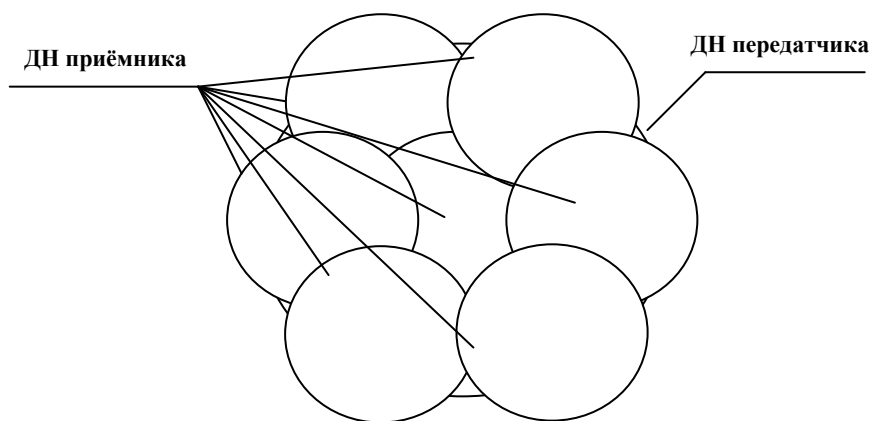


Рисунок 1

Рассматриваются варианты реализации данного решения.

Применение комплекса разработанных способов позволит повысить точность контроля местоположения и границ локальных атмосферных неоднородностей, а также повысит оперативность осуществления зондирования.

Литература

1. Булкин В.В. Акустолокационные измерительные средства систем управления воздушным движением: эффективность функционирования и направление оптимизации // Приборы и системы: Контроль, управление, качество. 2006. -№9. -С.51-55.

2. Беляев В.Е., Булкин В.В., Сергеев В.Н. Акустолокационная система для исследования приземного слоя атмосферы с оперативным управлением диаграммой направленности // Методы и устройства передачи и обработки информации: Межвузовский сборник научных трудов. Вып. 2. – С.Пб.: Гидрометеиздат, 2002. -С.38-46.