

Излучающая акустическая антенная решетка для исследования распространения звуковых волн в приземном слое атмосферы

Н.П. Красненко, А.С. Раков, Д.С. Раков, Ц.Д. Сандуков

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
634050, г. Томск, пр-т Ленина 40.*

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН.
634055, г. Томск, пр-т Академический 10/3*

Krasnenko@imces.ru, rakov@imces.ru

В данной статье рассматривается мощная акустическая антенная решетка для проведения исследований в области распространения звуковых волн в приземном слое атмосферы. Приводятся технические характеристики разработанной антенной решетки и результаты испытаний. Описано назначение и методика экспериментов.

In the paper the powerful acoustic antenna lattice for carrying out of researches in the field of distribution of sound waves to a ground layer of atmosphere is considered. Technical characteristics by the developed aerial of a lattice and results of tests are presented. Appointment and a technique of experiments is described.

Введение

В последнее время в мире интерес к исследованиям распространения звука в атмосфере постоянно возрастает [1-4]. К этому ведет непрерывно возрастающая интенсивность внешних акустических шумов, воздействующих на человека, и необходимость борьбы с ними, разработки и применение мощных излучающих акустических систем для акустического зондирования атмосферы и звукового вещания. Также существует необходимость прогнозировать характеристики распространяющихся звуковых волн.

В условиях реальной работы акустических систем в атмосфере, прогнозирование даже уровня звукового давления волны в точке приема весьма затруднительно и отличается от прогнозирования в свободном пространстве. Это обусловлено тем, что распространение звука вблизи поверхности земли имеет свои особенности в отличие от распространения в свободном пространстве. В первую очередь это обусловлено тем, что на распространение звука влияют многочисленные параметры, к которым относятся метеопараметры (температура, давление, влажность, турбулентность атмосферы и т.д.), а также геометрии распространения звука (высота источника и приемника над уровнем земли, характеристики трассы распространения). Поэтому для точного прогнозирования характеристик звуковых волн в точке приема необходимо проводить исследования распространения звуковых волн в приземном слое атмосферы.

Для проведения этих исследований была создана мощная акустическая антенная решетка (АР). Основными требованиями при разработке были мобильность, малое энергопотребление и способность быстрого разворачивания в любом из мест измерений. Эти требования были выполнены. Достоинством антенных решеток является то, что они позволяют значительно увеличить мощность акустического излучения за счет сложения мощностей единичных излучателей, из которых она состоит, и обеспечить необходимую направленность излучения. Эти особенности антенных решеток обеспечили их эффективное использование в акустической локации и в задачах звукового вещания.

Технические характеристики антенной решетки

Изготовленная акустическая антенная решетка была апробирована при проведении научных исследований по звуковому вещанию и распространению звука на дистанции до 1000 метров.

На рисунке 1 показан макет, изготовленной 40 элементной антенной решетки.

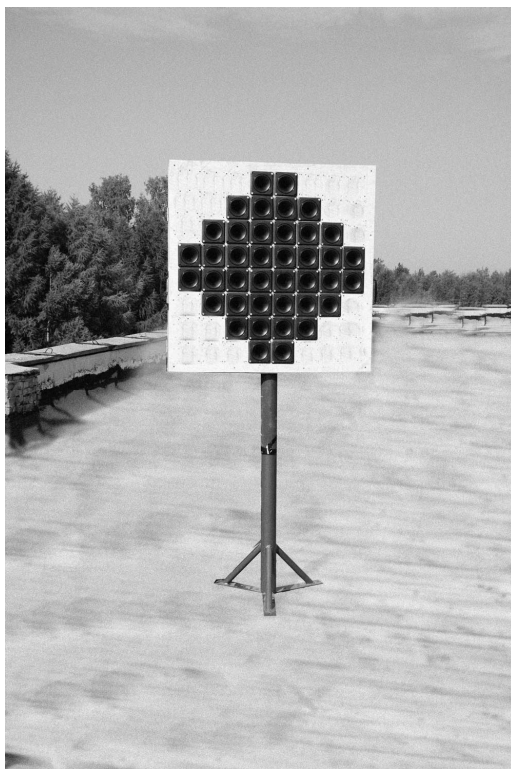


Рис. 1. Внешний вид 40 элементной акустической решетки

В качестве единичного элемента использован рупорный пьезоэлектрический громкоговоритель. Основное достоинство которого, по сравнению с электродинамическими элементами, это более высокий КПД и малый вес [6].

Основные параметры антенной решетки:

- Максимальное звуковое давление на частоте 2 кГц – 145 дБ;
- Ширина диаграммы направленности акустической антенной решетки на частоте 2 кГц – 10 градусов;
- Питание от аккумуляторной батареи 12 В или от сети 220 В;
- Потребляемая электрическая мощность не более 300 Вт.

Антенная решетка имеет вес 35 кг и обладает следующими достоинствами: быстрая разворачиваемость на месте измерений, мобильность, возможность работы от автономного источника питания в виде аккумуляторной батареи.

Методика проведения испытаний и результаты испытаний

Испытания самой антенной решетки проводились на полигоне института и включали в себя эксперименты по определению максимальной излучаемой мощности, амплитудно-частотной характеристики и диаграммы направленности.

Методы расчета таких параметров как диаграмма направленности акустических решеток в основном совпадают с методами расчета электромагнитных антенных решеток СВЧ диапазона [7]

В качестве дополнительного оборудования использовался шумомер фирмы “Bruel&Kjer” — Mediator 2238. Акустический сигнал на антенную решетку подавался с программы генератора сигналов, линейного выхода ноутбука. На рисунке 2 представлена блок-схема эксперимента.

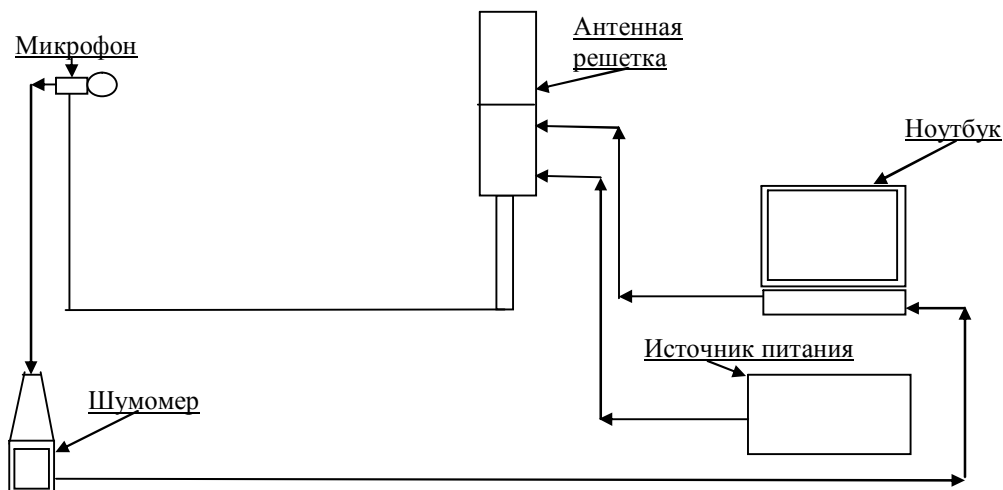


Рис. 2. Блок схема эксперимента

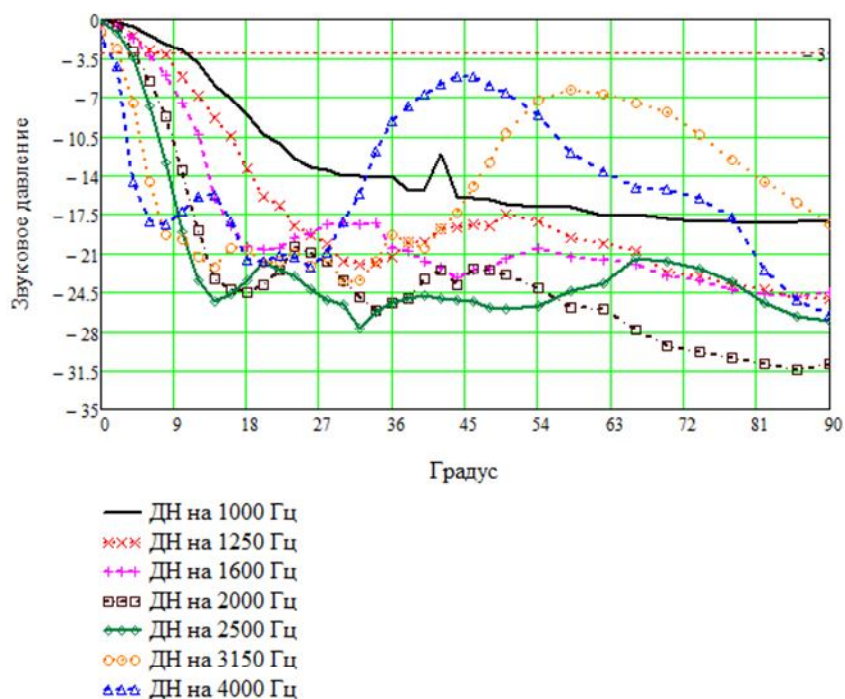


Рис. 3. Экспериментальные результаты измерения диаграммы направленности АР

Антенная решетка запитывается от источника питания подключаемого к сети 220 В или аккумулятора. Излучающий сигнал генерируется (белый шум) с помощью написанного на языке Delphi генератора и подается через линейный выход ноутбука на антенную решетку. Микрофон расположен на расстоянии 10 метров от АР и подключен к интегрирующему шумомеру. Для измерения диаграммы направленности антенная решетка вращается в горизонтальной плоскости в секторе от минус 90 до +90 градусов с шагом 2^0 . Измеренные данные акустического давления для диапазона частот от 1000

до 4000 Гц с шумомера передаются на ноутбук и с помощью пакета компьютерной математики mathcad обрабатываются для дальнейшего использования.

Результаты измерения диаграммы направленности антенной решетки на разных частотах показаны на рисунке 3.

Заключение

Рассмотрена 40 элементная акустическая антенная решетка, предназначенная для проведения исследований в области распространения звуковых волн в приземном слое атмосферы. Приведены технические характеристики антенной решетки, а также результаты исследований данной решетки. Обладая такими достоинствами как малые вес, размеры и энергопотребление, мобильность и быстрая развертываемость на местности, данная антенная решетка может успешно использоваться при проведении экспериментов по распространению звука в приземном слое атмосферы в различных метеорологических условиях и при различной подстилающей поверхности.

Литература

1. Н.П. Красненко. Акустическое зондирование атмосферного пограничного слоя. Томск, 2001, 278 с.
2. Н.П. Красненко, В.Н. Абрамочкин, Г.В. Бухлова и др. Звуковое вещание в приземной атмосфере и его прогнозирование // Акустические измерения и стандартизация. Ультразвук и ультразвуковые технологии. Атмосферная акустика. Акустика океана / Сб. Тр. ХУ сессии Российского акустического общества. Т. II. – М.: ГЕОС, 2004. – С. 110-113.
3. Н.П. Красненко. Приземное распространение звуковых волн в атмосфере // Акустические измерения и стандартизация. Ультразвук и ультразвуковые изтехнологии. Атмосферная акустика. Акустика океана / Сб. Тр. ХУ сессии Российского акустического общества. Т. II. – М.: ГЕОС, 2004. – С. 97-102.
4. Н.П. Красненко, Дальнее звуковое вещание: проблемы, итоги, возможности, В сб. Конспекта лекции Второй всероссийской научной конференции-семинара Сверхширокополосные сигналы в радиолокационных и акустических системах, Муром, 2006, с. 96-116
5. Н.П. Красненко, Н.Н. Бочкарев Особенности приземного распространения звуковых волн, Томск, 1985, 66 с.
6. Красненко Н.П., Раков А.С., Сандуков Ц.Д Излучающие акустические антенные решетки для атмосферных приложений. Методы и устройства передачи и обработки информации. Межвузовский сборник научных трудов. Вып. 11, М.: «Радиотехника» 2009., с. 164-172
7. М.С. Жук, Ю.Б. Молочков. Проектирование антенно-фидерных устройств, М. — Л.: Энергия, 1966, 648 с.