

Системы звуковой связи в атмосфере

Н.П. Красненко, Д.С. Раков

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 классификация систем звуковой связи в атмосфере. Приводятся возникающие проблемы, с которыми можно столкнуться при проектировании данных систем. Дается описание разработанных макетов излучающих и приемных систем. Приведены их параметры и характеристики.

In the paper classification of systems of sound communication in atmosphere is considered. Problems which it is possible to face at designing of the given systems are presented. The description of the developed breadboard of radiating and receiving systems is given. Their parameters and characteristics are described.

Введение

Под звуковой связью в атмосфере будем понимать направленную передачу и (или) прием звуковых сигналов или сообщений по атмосферному каналу связи (распространения).

К системам звуковой связи относятся различные громкоговорящие или озвучивающие установки, звуковещательные станции, пассивные приемные системы (направленные микрофоны), акустические локационные станции или системы акустического зондирования [1-4]. Система звуковой связи в атмосфере состоит из:

- Источника звука, излучающего широкополосный или гармонический сигналы;
- Канала распространения звука. В рассматриваемом случае – это приземная атмосфера;
- Приемника звука.

В качестве источника и (или) приемника звука может выступать и человек.

На рисунке 1 показана блок схема системы звуковой связи, а на рисунке 2 приведена классификация систем звуковой связи в атмосфере.



Рис. 1. Система звуковой связи

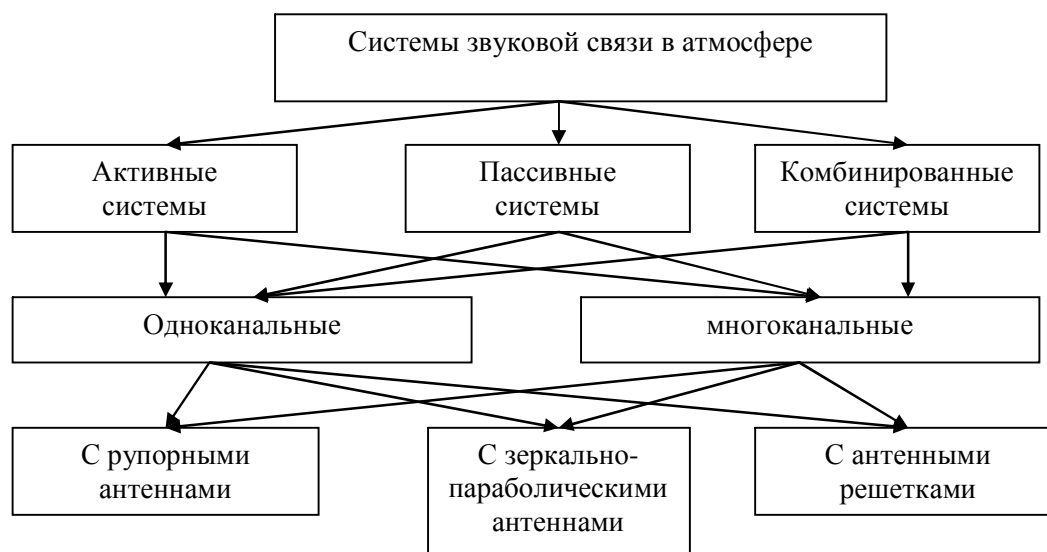


Рис. 2. Классификация систем звуковой связи в атмосфере

В общем случае классифицировать системы звуковой связи можно по типу используемого антенного элемента, как основного в системах звуковой связи. В связи с этим системы звуковой связи бывают:

- Активные, в которых антенна выполняет роль передатчика. К таким системам относятся звуковещательные станции, различные громкоговорящие и озвучивающие установки, системы предупреждения и оповещения;
- Пассивные, в которых основную роль играют пассивные антенны, принимающие проходящий сигнал с выбранного направления. К пассивным системам относятся различные системы обнаружения звука и определения его характеристик, системы акустического мониторинга. Часто их называют направленными микрофонами;
- Смешанные, в которых одна и та же антенна является излучающей и приемной, либо система, состоящая из двух антенн - излучающей и приемной. К смешанным системам относятся акустические локационные станции, системы акустического зондирования, работающие с рассеянным излучением.

По количеству используемых антенных элементов системы звуковой связи бывают многоканальные и одноканальные.

По типу используемых антенных элементов системы связи можно разделить на три группы. К первой относятся системы с рупорными антеннами — как правило, к ним относятся громкоговорящие и озвучивающие установки, системы предупреждения и оповещения, а также направленные микрофоны на основе рупоров. Вторая группа использует антенны на основе зеркально-параболических зеркал. К ним можно отнести как направленные микрофоны, так и специальные излучающие антенны. К третьей группе относятся системы, использующие в качестве антенного элемента антенные решетки.

По назначению системы звуковой связи в атмосфере делятся на:

- Системы звукофикации и оповещения;
- Системы акустического воздействия;
- Локационные системы;
- Системы мониторинга объекта (приемные системы - направленные микрофоны).

Особенности использования систем звуковой связи в атмосфере

Как и в любой системе связи, основным параметром, определяющим качество системы звуковой связи, является отношение сигнал/шум на входе приемной части. Оно, в свою очередь, зависит не только от характеристик приемной и передающей частей системы связи, но также от свойств канала распространения звука в атмосфере. Поэтому, основной особенностью использования наземных систем звуковой связи в атмосфере, является влияние подстилающей поверхности земли и самой атмосферы на распространение звука. В зависимости от длины трассы характер распространения звука может меняться. Так для малых расстояний больше характерен нейтральный режим распространения звука, когда в точку приема приходит прямая и отраженная от поверхности земли звуковая волна. При данном режиме распространения наибольшее влияние оказывает подстилающая поверхность. Для больших расстояний характерны волноводный и антиволноводный режимы распространения звука [4, 5]. В этом случае на сигнал больше влияют параметры атмосферы, чем характеристики подстилающей поверхности.

Другими особенностями систем звуковой связи в атмосфере являются:

- Направленность излучения и (или) приема, как залог того, что основная энергетика передаваемого или принимаемого сообщения будет принята в точке приема;
- Слитность звучания и разборчивость передаваемого сообщения;
- Высокая энергетика принятых сигналов (отношение сигнал/шум), для обеспечения уверенного приема информации на фоне различных шумов.

Поскольку все системы звуковой связи работают в реальных атмосферных условиях, то на качество приема информации помимо ослабления звука, воздействуют и другие мешающие факторы, основным из которых является внешний акустический шум, как природного, так и антропогенного происхождения.

Главная задача при разработке и применении систем звуковой связи в атмосфере — это обеспечение хорошей слышимости и разборчивости передаваемых сигналов (сообщений) для заданной дальности. Например, для звуковещательных станций, работающих на больших расстояния, это в основном обеспечивается мощностью излучения, достаточной для выполнения поставленных задач. Если источником информации служит человек, а приемная система представляет собой направленный микрофон, то при реализации системы нужно проводить:

- Оптимизацию характеристик направленной системы, а именно уменьшать влияние боковых лепестков, а также увеличивать чувствительность приемника;
- Учитывать влияние канала распространения звука на амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) принимаемого сигнала.

Из всего вышесказанного следует, что при разработке и использовании систем звуковой связи в атмосфере, необходимо в первую очередь учитывать распространение звука в атмосфере от источника до приемника. Поэтому составление программ и алгоритмов расчета дальности распространения звука в системах звуковой связи, является приоритетной задачей.

Основные разработки

В настоящее время для проведения исследований распространения звука в приземном слое атмосферы нами используются следующие разработки: акустический стенд для исследования распространения звука в приземном слое атмосферы и параболический направленный микрофон. Характеристики данных изделий приведены ниже.

Акустический стенд.

Акустический стенд для проведения исследования распространения звука в приземном слое атмосферы состоит из мобильной акустической антенной решетки (рис. 3), ноутбука с программным обеспечением, мобильной метеорологической станции и интегрирующих шумомеров 1 класса точности.

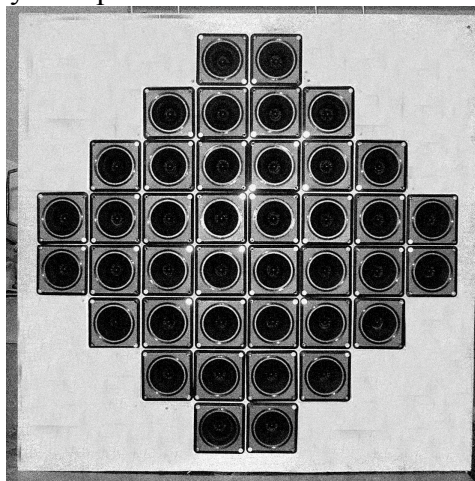


Рис. 3. Внешний вид раскрыва 40 элементной акустической решетки

Характеристики акустической решетки, как основного элемента стенда приведены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики антенной решетки

Параметр	Ед.изм.	Значение параметра
Рабочий диапазон	Гц	1000 - 4000
Максимальное звуковое давление на расстоянии 1 м., на частоте 2 кГц	дБ	145 дБ
Ширина диаграммы направленности:	Градус	
На частоте 2 кГц		10
На частоте 4 кГц		6
Питание	В	12 (220)
Количество элементов	Шт.	40
Размер единичного элемента	мм	105 × 105

Направленный микрофон.

Направленный микрофон изготовлен на основе параболического зеркала диаметром 30 см, и прикрепленной к нему ручки, внутри которой расположена электронная часть микрофона. Также на корпусе имеются разъемы для подключения головного телефона, или соединительного кабеля с линейным входом в компьютер. Основные характеристики микрофона приведены в таблице 2, внешний вид показан на рисунке 4 [5].



Рис. 4. Направленный микрофон с параболическим зеркалом диаметром 30 см

Таблица 2. Характеристики направленного микрофона

Характеристики антенной системы микрофона:	Характеристика электронной части микрофона:
Диаметр зеркала	Напряжение питания $U_{п}$ 9 В;
Фокус параболического зеркала	Полоса частот 300...3500 Гц;
Глубина параболического зеркала	Чувствительность 48 мВ/Па
	Коэффициент усиления K_u 100 дБ.

Заключение

В статье рассмотрена классификация систем звуковой связи в атмосфере. Приведено описание разработанных средств для передачи и приема звуковой информации: акустического стенда для исследования распространения звуковых волн в приземном слое атмосферы и направленного микрофона на основе параболического зеркала. Кратко изложены основные трудности, встречающиеся при проектировании систем звуковой связи в атмосфере.

Работа выполнена при финансовой поддержке НИИР в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (контракт № 02.740.11.0232).

Литература

1. Красненко Н.П. Акустическое зондирование атмосферного пограничного слоя. Томск, 2001, 278 с.
2. Сапожков М.А. Звукофикация открытых пространств. «Радио и связь», Москва, 1985, 303 с.
3. Абалмазов Э.И. Микрофоны с узкой диаграммой направленности. Направленные микрофоны: мифы и реальность. "Специальная техника", № 4. 1996.
4. Н.П. Красненко Приземное распространение звуковых волн в атмосфере // Акустические измерения и стандартизация. Ультразвук и ультразвуковые изтехнологии. Атмосферная акустика. Акустика океана / Сб. тр. XV сессии Российского акустического общества. Т. II. – М.: ГЕОС, 2004. – С. 97-102.
5. Красненко Н.П., Раков Д.С. Дальность действия направленных микрофонов // Методы и устройства передачи и обработки информации: Межвуз. Сб. науч. Тр. – Вып. 10/ Под ред. В.В. Ромашова, В.В. Булкина. — М.: «Радиотехника», 2008. с. 29-39.