

В.Н. ОЛЕЙНИКОВ, канд. техн. наук, О.А. СОЛЯНИК, канд. техн. наук, А.Г. КАРАБАНОВ

НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНАЯ АТМОСФЕРНАЯ РЛС ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Для метеообеспечения авиации, улучшения прогнозирования количества осадков и для активного воздействия на атмосферные процессы необходимы достоверные данные о распределении вертикальных и горизонтальных скоростей воздуха и гидрометеоров в конвективных облаках. В зоне непосредственной близости к аэропортам необходимо также обнаружение областей с повышенными турбулентностью, сдвигами ветра, интенсивными восходящими и нисходящими потоками [1]. Между тем доплеровские метеорологические РЛС в силу особенностей их функционирования не позволяют непосредственно получать значения вертикальных компонентов скоростей. Специализированные же станции для измерения распределений скоростей воздушных потоков вообще отсутствуют.

Для решения этой проблемы разработана низкопотенциальная атмосферная РЛС вертикального зондирования (НА РЛС), которая может обеспечить измерение трех ортогональных компонентов вектора скорости ветра в пограничном слое атмосферы непосредственно над местом расположения станции с высотным разрешением примерно 75...150 м. Эта радиотехническая система [2] представляет собой доплеровскую когерентную моностатическую РЛС дециметрового диапазона (912 МГц). В качестве антенны используется высечка из параболоида (диаметр 7,62 м, ширина 2,45 м) с рупорным облучателем. Зеркало закреплено на поворотном устройстве с электромеханическим приводом, который дает возможность ориентировать диаграмму направленности (ДН) в секторе углов 0...360° (в азимутальной плоскости) и $\pm 17^\circ$ от зенита (в угломерной плоскости). Параметры ДН антенной системы измерялись по радиоизлучению Солнца. Они составили: ширина ДН на уровне -3 дБ в плоскости Н — 8° 18', в плоскости Е — 2° 45'. Коммутация сигналов приемника и передатчика осуществляется с помощью двух циркуляторов и антенного переключателя, выполненного на $p-i-n$ -диодах.

Предварительные каскады передающего устройства выполнены на полупроводниковых элементах, оконечные каскады ламповые. Питание оконечных каскадов передатчика осуществляется импульсным тиристорным модулятором. Импульсная мощность передатчика составляет 1,5 кВт.

Приемное устройство НА РЛС супергетеродинного типа с двойным преобразованием частоты со схемой временного автоматического регулирования усиления во входных каскадах, исключающей перегрузку приемного устройства зондирующим импульсом передатчика. Шумовая температура приемника — 240 К. Сигналы гетеродина и несущей частоты передающего устройства формируются из одного высокостабильного колебания путем прямого синтеза, что обеспечивает когерентность всей системы.

Необходимые управляющие сигналы для работы всех подсистем РЛС формируются программно-управляемым синхрогенератором.

Отраженный сигнал с выхода фазового детектора приемного устройства поступает на цифровую аппаратуру когерентного накопления, а затем в память ЭВМ, где осуществляется его первичная и вторичная обработка.

Рассмотрим результаты экспериментальных измерений. Использовался следующий режим зондирования:

Период повторения зондирующих импульсов, мкс	100
Разрешение по высоте, м	150
Кратность когерентного накопления	256
Зенитный угол наклона ДН	8°

Для отображения доплеровских вариаций отраженного сигнала от атмосферных неоднородностей и гидрометеоров данные представляются в координатах высота — время. Значения доплеровских частот для каждого высотного уровня, выводимые на монитор, кодируются шестью градациями яркости и образуют высотно-временное поле интенсивности доплеровских вариаций. На рис. 1 изображено типичное высотно-временное поле интенсивности доплеровских вариаций отраженного сигнала при зондировании ясного неба. Характерная особенность — наличие в диапазоне высот 0,6 ... 2,4 км модулированных во времени отражений практически на всех высотных уровнях. Причиной этого явления служит отражение от местных предметов, приходящее в точку приема по боковым лепесткам ДН. Кроме этого, наблюдаются области повышенной турбулентности типа термиков с временем существования 5 ... 10 мин и вертикальной мощностью 1...2 км.

Особый интерес представляет регистрация вертикального разреза грозы (рис. 2), полученная в результате измерений 01.07.96 (начало регистрации — 12.10 местного времени). Кратковременный дождь отмечался с 6-й и 23-й минут регистрации. Интенсивный ливневый дождь с грозой начал развиваться с 35-й минуты.

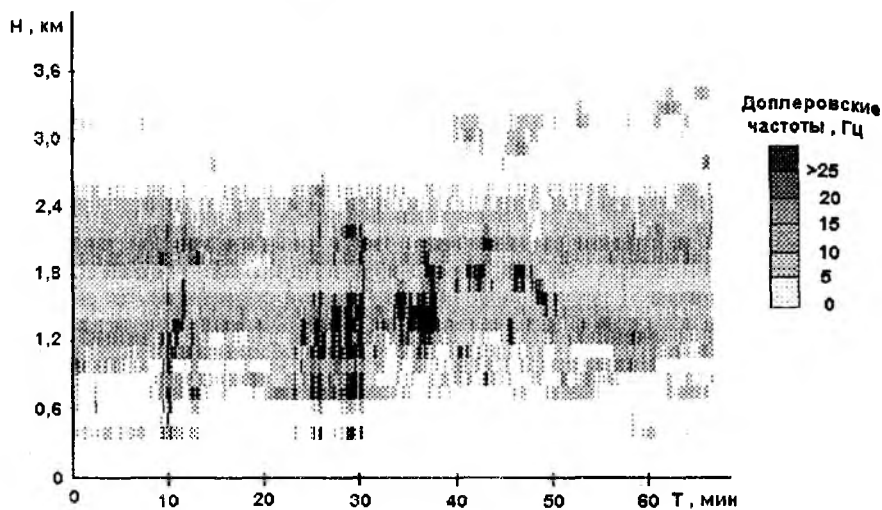


Рис. 1

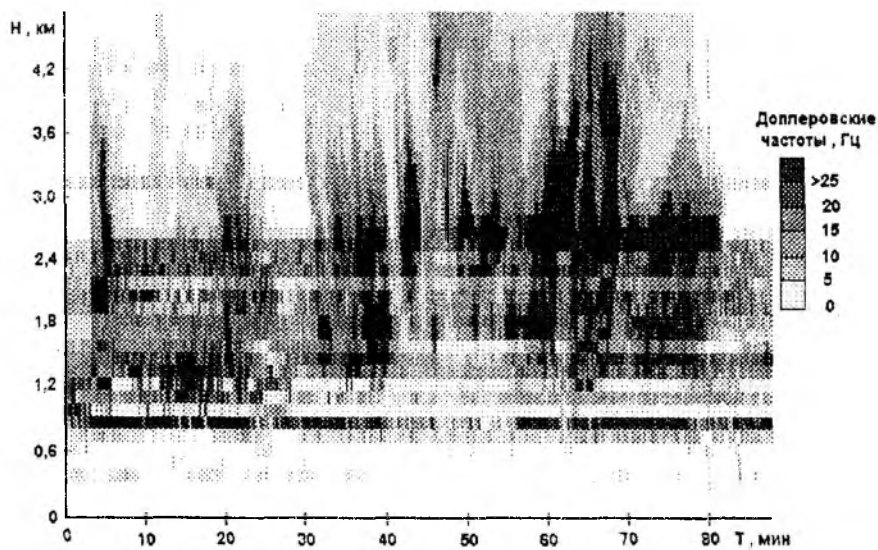


Рис. 2

Зафиксировано повышение верхней границы облачности, четко прорисовывается внутренняя структура грозового облака. Видны ядра повышенной турбулентной интенсивности и промежутки между ядрами интенсивности, которые, очевидно, вызваны мощными восходящими потоками воздуха. Верхняя граница облачности во время грозы превышала 4,8 км (установленный режим измерений не позволил точно определить эту границу).

Спектральный анализ реализаций сигналов, полученных во время ливневого дождя, выявил значительное расширение спектра отраженных сигналов и их сильную изрезанность. При таких условиях вертикальные движения капель дождя и воздушных потоков сильно искажают значения получаемых горизонтальных скоростей ветра, что служит помехой при интерпретации экспериментальных данных.

Экспериментальные измерения показали, что когерентные помехи, приходящие по боковым лепесткам ДН, являются основной трудностью при практическом использовании НА РЛС. Наряду с другими факторами это обстоятельство определяет выбор длины волны и место расположения антенных устройств РЛС. Наличие гидрометеоров в виде дождя представляет серьезную помеху при интерпретации результатов измерений горизонтальной составляющей скорости ветра. В таких условиях обязательны учет вертикальной скорости осадков и соответствующая коррекция горизонтальных составляющих.

Список литературы: 1. *Принципы построения автоматизированных систем метеорологического обеспечения авиации* / Под ред. Г.Г. Щукина. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 357 с.
2. *Атмосферна радіолокаційна станція пограничного шару* / Б.Л. Кащеев, В.М. Олейников, О.А. Соляник та ін. // Информ. бюл. Укр. астрон. асоц. 1996. № 9. С. 70 — 71.

Харьковский государственный технический университет радиотехники

Поступила в редколлегию 18.09.98