

## Анализ результатов зондирования облачной атмосферы вблизи радиогоризонта двухканальной СВЧ радиотеплолокационной системой

Е.В.Федосеева, И.Н.Ростокин, Е.А.Ростокина

*Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», 602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: [elenafedoseeva@yandex.ru](mailto:elenafedoseeva@yandex.ru)*

*Анализируются результаты измерения угловой зависимости радиояркостной температуры однородной облачной атмосферы вблизи направления на радиогоризонт двухканальной СВЧ радиотеплолокационной системой.*

*Results of measurement of angular dependence of the radio brightness temperature of the uniform cloudy atmosphere near the direction on the radio horizon two-channel by the microwave oven radiometric system are analyzed.*

### Введение

Дистанционное зондирование атмосферы позволяет получать оперативную информацию о процессах, происходящих в ней, и выполнять прогнозы сценариев развития метеорологической обстановки, что приобретает большое значение в условиях глобальных климатических изменений в атмосфере Земли. Радиотеплолокационные измерения дают возможность оценить водозапас, построить высотные профили температуры и измерить скорости движения слоев атмосферы. Возможность проведения измерений в широком угловом секторе позволяет построить более точные и долговременные прогнозы динамики развития метеорологических явлений.

Проведение радиотеплолокационных измерений в широком угловой секторе, особенно вблизи направления радиогоризонта, связано с необходимостью решения задачи компенсации помеховой составляющей входного сигнала, обусловленного приемом фонового радишумового излучения окружающего пространства через область рассеяния диаграммы направленности (ДН) антенны, величина которой зависит от углового направления зондирования [1]. Способы исключения указанной помеховой составляющей входного сигнала должны в оперативном режиме отслеживать эти изменения. Одним из возможных способов предусматривает формирование сигнала компенсации в дополнительном канале СВЧ радиотеплолокационной системе, например, при формировании дополнительной ДН на апертуре антенны при реализации противофазного распределения поля [2].

*Цель работы – проанализировать результаты измерения двухканальной СВЧ радиотеплолокационной системой радиояркостной температуры однородной облачной атмосферы в угловом секторе, прилежащем к радиогоризонту.*

### Угловая зависимость радиояркостной температуры однородной облачной атмосферы

Радиояркостная температура атмосферы в общем случае определяется выражением

$$T_{\text{атм}} = \int_0^{\infty} T e^{-\tau} dr, \quad (1)$$

где  $T$  – температура атмосферы в точке, находящейся на расстоянии  $r$  от антенны в направлении наблюдения;

$\tau = \int \chi dr$  – оптическая толщина атмосферы;

$\chi$  – коэффициент поглощения атмосферы.

В случае однородной атмосферы угловая зависимость радиояркостной температуры в диапазоне углов от  $5^\circ$  до  $90^\circ$  согласно [1] может быть задана следующим образом

$$T_{\text{атм}}(h) = T_{\text{зен}} / \sin(h), \quad (2)$$

где  $T_{\text{зен}}$  – радиояркостная температура атмосферы в направлении зенита;

$h$  – угол возвышения.

Форма угловой зависимости радиояркостной температуры стандартной атмосферы по данным, приведенным в работе [1], показана на рис.1.

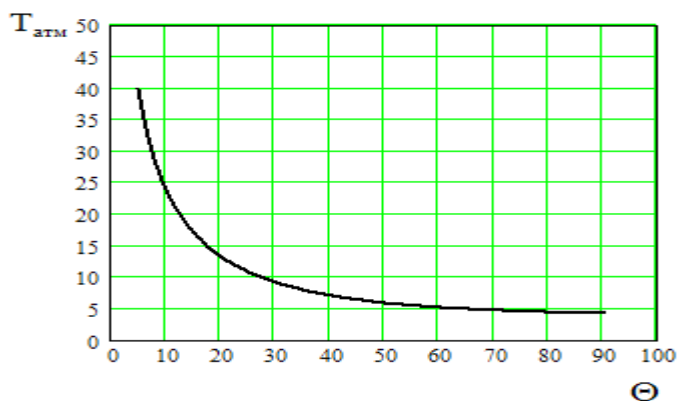


Рис.1.

Согласно данным рис.1 и зависимости (2) основное приращение радиояркостной температуры наблюдается при малых углах возвышения от  $0^\circ$  до  $30^\circ$  близких к направлению радиогоризонта.

### **Измерения угловой зависимости радиояркостной температуры атмосферы двухканальной СВЧ радиотеплолокационной системой**

В основе примененного метода переход к двухканальному приему радиощумового излучения при условии, что дополнительный антенный канал обеспечивает минимальный уровень принимаемой мощности по угловой области главного лепестка ДН основного антенного канала и адекватный основному каналу уровень мощности по области рассеяния ДН. Антенна, реализующая формирование двух выходных сигналов – основного измерительного и дополнительного сигнала компенсации, осуществляет прием на волнах  $H_{11}$  и  $E_{01}$  круглого волновода с последующим разделением сигналов в специальном устройстве модовом разделителе [2].

На рис.2 приведен внешний вид антенны и приемных устройств двухканальной радиотеплолокационной системы. Антенна представляет собой конический рупор с эллиптическим раскрытием размеры которого в горизонтальной плоскости 120 мм, в вертикальной плоскости 100 мм.



Рис.2.

На рис.3 показаны ДН двух антенных каналов основного (1) и дополнительного (2) нормированные к уровню основного канала на частоте 10ГГц.

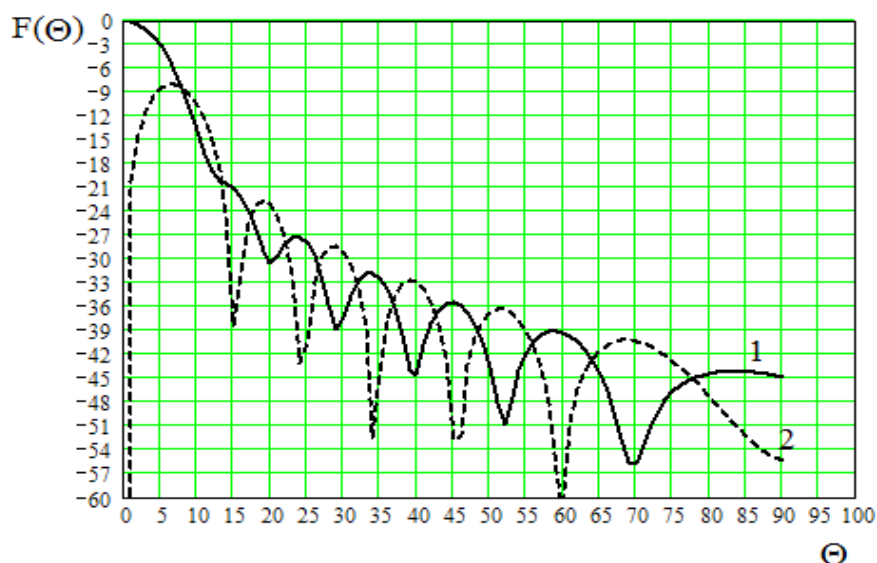


Рис.3.

Размер излучающего раскрыва рупора определяет ширину ДН по уровню половинной мощности равной  $10^\circ$ , а размер полного главного лепестка ДН составляет  $25^\circ$ . При относительно малой высоте подъема антенны радишумовое излучение подстилающей поверхности создает значительный прирост выходного сигнала системы основного измерительного канала. В результате при указанных неблагоприятных условиях измерения радиояростной температуры атмосферы ее угловая зависимость может значительно отличаться от формы, задаваемой изменением оптической толщины атмосферы (рис.1).

#### **Анализ результатов измерений угловой зависимости радиояростной температуры атмосферы двухканальной СВЧ радиотеплокационной системой**

Для проверки возможности выполнения измерений радишумового излучения атмосферы при малых углах возвышения и относительно низкой направленности приемной антенны были проведены измерения угловой зависимости радиояростной температуры атмосферы двухканальной СВЧ радиотеплокационной системой с компенсацией фонового излучения окружающего пространства при расположении антенны на высоте 5м, что определило достаточно сильное влияние радишумового излучения антенны при проведении измерений в направлении радиогоризонта.

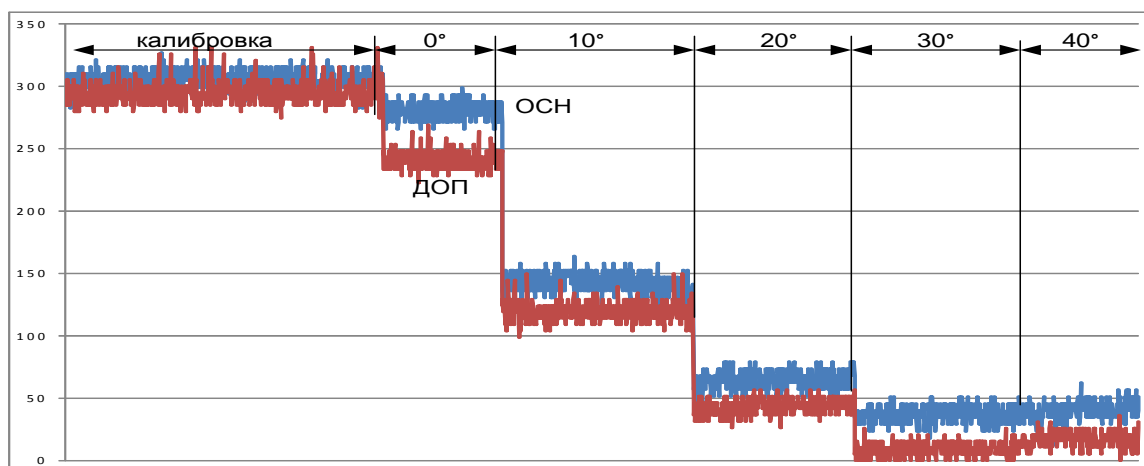


Рис.4.

На рис.4 приведены данные измерений по пяти угловым направлениям, начиная от направления на радиогоризонт ( $0^\circ$ ). Значительное уменьшение радиояркостной температуры при увеличении угла возвышения вызвано снижением доли входного сигнала, обусловленного приемом фонового излучения от подстилающей поверхности.

Для определения радиояркостной температуры атмосферы была найдена разностная величина сигналов основного и дополнительного каналов и выведен тренд полученной зависимости, который представлен на рис.5.

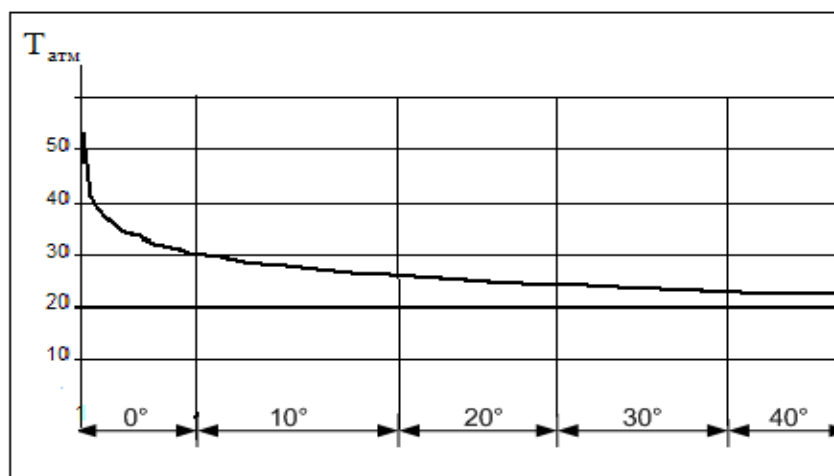


Рис.5.

Полученная угловая зависимость радиояркостной температуры однородной облачной атмосферы вблизи направления радиогоризонта хорошо совпадает с формой угловой зависимости, задаваемой выражением (2).

### Выводы

Анализ угловой зависимости радиояркостной температуры однородной атмосферы от угла возвышения, полученной с помощью двухканальной СВЧ радиотеплолокационной системы с компенсацией влияния фонового излучения окружающего пространства, показал: данная система позволяет выполнять радиояркостные измерения в широких пределах углов возвышения, даже вблизи радиогоризонта, что позволяет существенно расширить возможности исследований и прогнозирования развития процессов в атмосфере особенно для стационарных радиотеплолокационных систем.

### **Литература**

1. Есепкина, Н.А. Радиотелескопы и радиометры / Н.А.Есепкина, Д.В.Корольков, Ю.Н.Парийский. – М.: Наука, 1973. – 416 с.
2. Федосеева, Е.В. Радиометрическая система с дополнительным каналом формирования сигнала компенсации/ Е.В.Федосеева, И.Н. Ростокин // Труды ГГО. – 2010. - Вып. 562. –с. 243-257.