

Федосеева Е.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: elenafedoseeva@yandex.ru*

Особенности калибровки СВЧ радиометрической системы с компенсацией фоновых шумов по угломестным разрезам атмосферы

Важной задачей проведения дистанционных СВЧ радиометрических измерений окружающего пространства является обеспечение соответствия выходного сигнала СВЧ радиометрической системы величине радиояркой температуры исследуемой области пространства, что обеспечивается путем проведения калибровки системы [1].

Для калибровки СВЧ радиометрической системы зондирования атмосферы возможно выполнение внешней калибровки по угловым разрезам безоблачной атмосферы [2], которая основана на угловой зависимости ее радиояркой температуры следующего вида:

$$T_{ярк}(\theta) = T(90^0) / \sin(\theta), \quad (1)$$

где $T(90^0)$ – радиояркая температура атмосферы в зените.

В процессе проведения СВЧ радиометрических измерений выходной сигнал системы оказывается пропорциональным антенной температуре, на величину которой влияют как параметры антенны, так и излучательные свойства окружающего пространства. В соответствии с уравнением антенного сглаживания антенная температура СВЧ радиометрической системы определяется следующим выражением [1]:

$$T_a = \eta_a (1 - \beta) \bar{T}_{зл} + \eta_a \beta \bar{T}_{бок} + (1 - \eta_a) T_0, \quad (2)$$

$$\beta = \frac{\iint_{\Omega_{рас}} F(\theta, \varphi) d\theta d\varphi}{\iint_{4\pi} F(\theta, \varphi) d\theta d\varphi},$$

где β – коэффициент рассеяния антенны; $\bar{T}_{зл}$, $\bar{T}_{бок}$ – среднее значение радиояркой температуры среды соответственно в области главного лепестка и в области рассеяния ДН; $\Omega_{рас}$ – угловой размер области рассеяния ДН антенны: $\Omega_{рас} = 4\pi - \Omega_{зл}$.

Второе слагаемое в выражении (2) обусловлено приемом излучения всего окружающего антенну пространства и является помеховой составляющей входного сигнала. Для исключения его влияния на результаты измерений было предложено введение двухканального приема радиотеплового излучения с организацией дополнительного антенного канала, выходной сигнал которого пропорционален составляющей основного измерительного канала, обусловленного приемом по области рассеяния диаграммы направленности антенны, с последующей реализацией разностного алгоритма обработки выходных сигналов системы [3, 4].

Выполнение разностных измерений в СВЧ радиометрической системе с компенсацией фоновых шумов позволяет в процессе калибровки исключить зависимость результатов от изменения углового положения антенны, связанное с изменением величины вклада фонового излучения [2], и обеспечить компенсацию вклада шумовой температуры приемника в выходном сигнале системы.

Таким образом, выполнение калибровки двухканальной СВЧ радиометрической системы с компенсацией влияния фоновых шумов по угловой зависимости радиояркой температуры атмосферы должно осуществляться по данным разностных измерений угловых разрезов атмосферы, тогда выражение (1) при калибровке данной системы преобразуется к виду

$$\Delta T(\theta) = \Delta T(90^0) / \sin(\theta), \quad (3)$$

$$\Delta T(\theta) = T_{осн}(\theta) - T_{дон}(\theta), \quad (4)$$

где $T_{осн}(\theta)$ – антенная температура на выходе основного измерительного канала; $T_{дон}(\theta)$ – антенная температура на выходе дополнительного антенного канала формирования сигнала

компенсации; $\Delta T(90^0)$ – разность антенных температур основного и дополнительного каналов СВЧ радиометрической системы при направлении антенны в зенит.

Анализ функциональных особенностей реализации калибровки СВЧ радиометрической системы с компенсацией фоновых шумов по угломестным разрезам атмосферы показывает возможность расширения динамического диапазона калиброванных значений результатов СВЧ радиометрических измерений за счет повышения точности отсчетов при малых углах высоты.

Литература

1. Радиотеплолокация в метеорологии / В.Д. Степаненко, Г.Г.Щукин, Л.П. Бобылев, С.Ю. Матросов. – Л.: Гидрометеиздат, 1987 – 283 с.
2. Han, Y., et al., "Analysis and improvement of tipping calibration for ground-based microwave radiometers," IEEE Trans. on Geosci. Remote Sens., Vol. 38, No. 3, 1260-1276, May 2000.
3. Федосеева Е.В., Ростокин И.Н. Радиометрическая система с дополнительным каналом формирования сигнала компенсации // Труды ГГО. – 2010. – Вып. 562. – С. 243 – 257.
4. Федосеева Е.В., Щукин Г.Г., Ростокин И.Н., Ростокина Е.А. Компенсация помех в работе СВЧ радиометрических систем // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2014. – №1. – С.50 – 62.