

# АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АТМОСФЕРЫ СИСТЕМАМИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Кравченко М.М., Воронин В.В.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Карташов В.М.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. МИРЭС, тел. (057) 702-15-87)  
e-mail: d\_res@nure.ua, факс (057) 702-15-87

The combined use of acoustic and radio acoustic systems for remote sensing of the atmosphere can improve the accuracy of the medium temperature by complex processing of the data obtained with their help, which contain information about the functionally related parameters – wind speed and sound speed. The use of the obtained expressions in the report for interpreting the results of probing is especially effective when determining the inclined temperature profiles by a combined acoustic-radio locator system.

В настоящее время значительное развитие получили методы и системы дистанционного акустического, радиоакустического и радиолокационного зондирования атмосферы [1].

Каждый из известных методов зондирования имеет некоторую определенную область своих возможностей, которые в общем случае не совпадают. В связи с этим открывается возможность для совместного использования систем различного вида, с целью повышения информативности получаемых данных зондирования при их совместной обработке и интерпретации результатов при решении различных прикладных задач.

Совместное использование акустических и радиоакустических систем зондирования атмосферы позволяет повысить точность оценивания температуры среды путем комплексной обработки получаемых с их помощью данных, которые содержат информацию о функционально связанных между собой параметрах - скорости ветра и скорости звука.

В докладе показано, что выражение для вычисления радиальной скорости ветра  $V$  в системах акустического зондирования следует записывать в таком виде

$$V = \frac{a_K \sqrt{T} f_d}{2f_s - f_d}. \quad (1)$$

где  $f_d$  – доплеровский сдвиг частоты;

$f_s$  – частота зондирующего акустического сигнала;

$a_K$  – коэффициент, слабо зависящий от состава воздуха и его влажности.

Проведенный анализ показал, что первое выражение в (2) для обработки результатов измерений акустического зондирования и второе

выражение, используемое для обработки результатов измерений станции радиоакустического зондирования, совместно представляют собой систему двух уравнений с неизвестными величинами  $V$  и  $T$

$$\begin{cases} f_d = \frac{2Vf_s}{a_K\sqrt{T_0} + V}, & f_{de} = \frac{2(a_K\sqrt{T_0} + V)f_e}{c}, \end{cases} \quad (2)$$

где  $f_{de}$  – доплеровское смещение частоты радиосигнала,  $f_e$  - частота зондирующего радиосигнала,  $c$  - скорость распространения радиоволн;  $T_0$  - температуры среды.

Из выражений (2) следует формула для вычисления значений радиальной скорости ветра в совметной системе дистанционного зондирования

$$V = \frac{f_d f_{de} c}{4 f_s f_e}. \quad (3)$$

Выражение для вычисления температуры  $T_0$  среды, полученное из второго уравнения (2), записывается в виде

$$T_0 = \left( \frac{f_{de} c}{2 f_e} - V \right)^2 \frac{1}{a_K^2}. \quad (4)$$

В соотношении (4) параметр  $a_K$  является единственным источником методической погрешности, которая определяется неопределенностью вдоль трассы зондирования влажности среды.

Проведенный анализ показывает, что при акустическом зондировании атмосферы следует использовать выражение (1), которое позволит уменьшить погрешности определения радиальной скорости ветра. В комбинированной системе радиоакустической- акустической локатор для вычисления скорости ветра и температуры следует использовать соответственно выражения (3) и (4). Использование полученных выражений для интерпретации результатов зондирования особенно эффективно при определении наклонных профилей температуры комбинированной системой.

#### Перечень ссылок

1 Карташов В.М., Тихонов В.А. и др. Обработка сигналов в радиоэлектронных системах дистанционного мониторинга атмосферы. - Харьков: ХНУРЭ, 2014. - 312 с.