

МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТАМИ ЗОНДИРУЮЩИХ СИГНАЛОВ

Нямцу Д. Е.

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

In these theses we got acquainted with the concept of radioacoustic sounding. We considered the Bragg method and the conditions for its implementation. We saw two basic methods for controlling the frequencies of the sounding signals. The first method is automatic frequency tuning, the second method is frequency adaptation. They performed a linear filtration.

Системы радиоакустического зондирования атмосферы (РАЗ) используются для определения основных метеовеличин: температуры воздуха, скорости ветра, влажности, параметров турбулентности. Определение температурных профилей основано на использовании зависимости скорости звука от температуры и скорости движения среды и на частичном отражении электромагнитных волн от периодических неоднородностей плотности. Получение достаточного для обработки и регистрации уровня отраженного сигнала в системах РАЗ возможно только при выполнении условия Брэгга, которое требует определенного соотношения между длинами акустической и электромагнитной волн.

При использовании простых акустического и электромагнитного зондирующих сигналов изменение с высотой температуры и радиальной скорости ветра приводит к нарушению соотношения Брэгга, которое характеризуется параметром $q = 2k_e - k_s$, где k_e , k_s - длины электромагнитной и звуковой волн соответственно.

Настройка на условие Брэгга для каждой из точек профиля («площадок») вручную путем изменения частоты излучаемого звукового сигнала занимает достаточно много времени (0,5-3 часа). Для этого применяется автоподстройка частоты, в соответствии с которой подстраивается частота и, соответственно, длина звуковой волны.

Более эффективным является алгоритм частотной адаптации систем радиоакустического зондирования атмосферы, в котором используется управление частотой зондирующего радиосигнала с целью выполнения условия Брэгга по мере перемещения звукового пакета по трассе зондирования.

Оценку скорости звука в каждой точке профиля целесообразно производить с использованием корреляционной обработки. При разных фиксированных значениях параметра q , форма кривой функции рассеяния $F(r, q)$ будет различной и соответствует форме рассеянного в атмосфере

радиосигнала при скорости звука, определяемой выражением

$$C_s = \frac{2\pi f_s}{4\pi f / c - q}, \quad (1)$$

где f_s – частота звука; f – частота радиосигнала; c – скорость распространения радиоволн.

Таким образом, функция рассеяния позволяет определить форму, которую будет иметь рассеянный в атмосфере радиосигнал при различных значениях скорости звука. Формируя опорные сигналы с использованием функции рассеяния, которая определяет форму электромагнитного сигнала рассеянного на акустической волновой посылке и, сравнивая с ними принимаемый из атмосферы рассеянный радиосигнал, можно оценить скорость звука, при которой был сформирован принимаемый радиосигнал. Поскольку параметр q функционально связан со скоростью звука выражением (1), и для всех опорных сигналов известны значения параметра q , при которых они были сформированы, то в результате обработки определяется значение параметра q и далее вычисляется текущее значение скорости звука.

Используя текущее значение скорости звука, рассчитаем экстраполированное в следующую точку профиля значение скорости звука C_a . Далее определяется оптимальная оценка скорости звука на текущем уровне по формуле:

$$C_a^i = \left\{ \frac{C_{ac}^{(i)}}{\sigma_e^2 [C_a^i]} + \frac{C_{an}^{(i)}}{\sigma_n^2 [C_a^{(i)}]} \right\} / \left\{ \frac{1}{\sigma_e^2 [C_a^{(i)}]} + \frac{1}{\sigma_n^2 [C_a^{(i)}]} \right\}, \quad (2)$$

где $\sigma_e^2 [C_a^i]$ – дисперсия экстраполированного значения;

$\sigma_n^2 [C_a^{(i)}]$ – дисперсия измеренного значения скорости звука.

Значение C_a^i используется при расчете температуры на каждом высотном уровне. Экстраполированное значение $C_{ae}^{(i+1)}$ используется для вычисления необходимого значения частоты генератора сигналов высокой частоты, которая отвечает условию Брэгга

$$F_e = \frac{1}{4\pi} C_e \left(\frac{2\pi f_s}{C_{ae}^{(i+1)}} - q \right). \quad (3)$$

Управление частотой зондирующего сигнала осуществляется по результатам линейной фильтрации. Профили получаемых после фильтрации метеопараметров характеризуются меньшей дисперсией, что говорит об уменьшении флуктуационных ошибок.

Список литературы:

1. Каллистратова, М. А. Радиоакустическое зондирование атмосферы / М. А. Каллистратова, А. И. Кон. – М.: Наука, 1985. – 200 с.
2. Красненко, Н. П. Акустическое зондирование атмосферы / Н. П. Красненко. – Новосибирск: Наука, 1986. – 167 с.