

## ОЦЕНКА УСЛОВИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН ПО ДАННЫМ АКУСТИЧЕСКОГО И РАДИОАКУСТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Панченко А.Ю., Ибраимов И.К.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
г. Харьков*

Акустические системы зондирования являются эффективным средством мониторинга нижней части тропосферы. В докладе обсуждаются основные аспекты использования результатов радиоакустического зондирования (РАЗ) и содарного мониторинга атмосферного пограничного слоя (АПС) для оценки условий распространения радиоволн (РРВ) на приземных радиотрассах.

Акустические волны существенно более чувствительны к изменениям параметров воздуха, чем любой другой вид излучения. Ряд фирм и университетов создают системы РАЗ (Radio Acoustic Sounding System – RASS) и акустические локаторы – содары (SODAR – SOnic Detection And Ranging).

В частности система РАЗ, которая была создана в ПНИЛ зондирования атмосферы ХИРЭ позволяла измерять температуру ( $T$ ), скорость и направление ветра ( $V, \varphi$ ), влажность воздуха ( $H$ ). Измерения могли проводиться до высот 400-600м. Этих данных достаточно для расчета поля индекса показателя преломления  $N$ . Но диапазон метеоусловий, который допускал высотные измерения, был ограничен. Измерения  $T$  и  $V$  были ограничены условиями развитой турбулентности и скорости ветра,  $V < (5...6) \text{ м/с}$ , по  $H$  ограничения были еще более жесткими. Содар позволял визуализировать стратификацию АПС путем факсимильной записи отраженного сигнала и оценивать величину пульсаций вертикальной компоненты скорости ветра ( $V_B$ ).

Для восстановления недостающих данных необходимо применять математические модели динамики АПС, которые опираются на теорию турбулентной диффузии [1]. При развитой диффузии, которая возникает при сильном ветре ( $V > 10...12 \text{ м/с}$ ), высотное распределение  $N$  подчиняется строгим законам. При промежуточной величине турбулентности пульсационные и градиентные характеристики  $T$  и  $V$  и  $V_B$  позволяют определить значение коэффициента турбулентной диффузии  $k$  [2]. При этом диапазон определения  $k$  существенно шире диапазона прямого вычисления  $N$ . Модель турбулентной диффузии позволяет рассчитать высотные распределения потенциального модуля индекса показателя преломления  $\Pi$ , который учитывает адиабатичность процессов и барометрическую зависимость давления  $p$ . Расчет  $\Pi$  проводился в пакете COMSOL Multiphysic, дальнейший расчет  $N$  – в системе MATLAB.

Комбинация результатов прямых измерений и расчетных данных позволяет перекрыть весь диапазон турбулентности АПС.

**Литература:** 1. Лайхтман Д.Л. Физика пограничного слоя атмосферы / Лайхтман Д.Л.— Л.: Гидрометеиздат, 1970. –394 с. 2. Бызова Н.Л., Гаргер Е.Л., Иванов В.Н. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчеты рассеяния примеси. / Бызова Н.Л., Гаргер Е.Л., Иванов В.Н. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. –279 с.