

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ СИСТЕМЫ РАДИОАКУСТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

Лисовой Д.В.

Научный руководитель – ст. преп. Олейникова Е.И.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. Медиаинженерии и информационных
радиоэлектронных систем,
тел. (057) 702-15-87)

e-mail: d_res@nure.ua, факс (057) 702-11-13

A method of radio-acoustic sounding of the atmosphere is proposed, which makes it possible to fulfill the Bragg conditions during the propagation of an acoustic packet over the entire range of sounding heights.

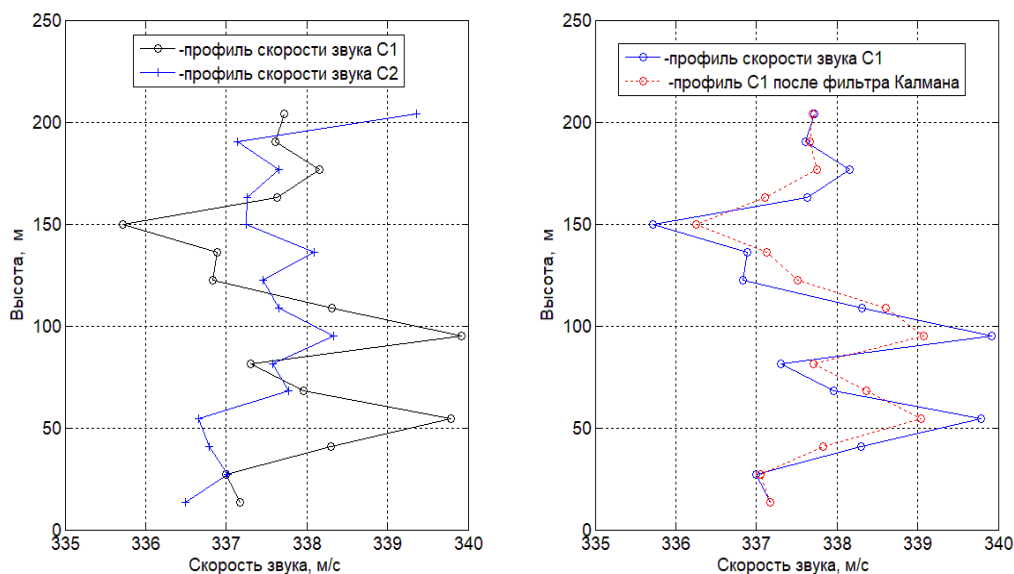
В основе работы систем радиоакустического зондирования (РАЗ) атмосферы лежит дифракция электромагнитных волн на пространственной "решетке" периодических неоднородностей плотности воздуха, создаваемых движущимся пакетом акустических волн [1]. В большинстве систем РАЗ для получения профилей температуры «по одной звуковой посылке» обеспечивается выполнение условия Брэгга, связывающего длины звуковых и электромагнитных волн, на интервале высот зондирования. В силу изменчивости параметров атмосферы достаточный для регистрации уровень отраженного сигнала удаётся получить только на относительно небольшом интервале высот зондирования. Это приводит к снижению соотношения сигнал/шум на входе приемных устройств систем РАЗ, и к значительным ошибкам определения температуры.

Решением этой проблемы является использование быстрой автоматической подстройки частоты источника электромагнитного колебания, обеспечивающей условия резонансного взаимодействия электромагнитного и звукового излучений во время распространения акустического пакета на всём интервале высот зондирования.

Наблюдения с помощью средств высокого пространственного разрешения позволяющих оценить интенсивность мелкомасштабных температурных флуктуаций, показывает, что в атмосферном пограничном слое достаточно часто наблюдаются слои, характеристики которых быстро меняются по вертикали. Статистическая изменчивость СКО градиентов температуры на высотах от поверхности земли до 1000 м лежит от 0.2 до 1.2 °C/100 м [2].

Измеренные системой радиоакустического зондирования RASS-3м (ХНУРЭ) с интервалом 1 с профили скорости звука (07.04.87 г., 22 h 05 m) представлены на левой панели рисунка и характеризуются значительной изменчивостью по высоте и времени, что обусловлено влиянием

атмосферных турбулентных процессов, некоторый вклад в это явление вносят ошибки измерения.



Всё это свидетельствует о том, что получаемый в предыдущем сеансе зондирования профиль скорости звука весьма проблематично использовать для управления частотой электромагнитного колебания в последующем сеансе. Более рациональным является использование информации текущего сеанса для предсказания скорости звука на следующем высотном интервале. Для этого можно использовать рекурсивный фильтр Калмана, оценивающий вектор состояния динамической системы и позволяет экстраполировать значения скорости звука в измеряемом профиле. На правой панели рисунка представлен исходный профиль и профиль скорости звука прошедший фильтр Калмана, экстраполированные значения которого используются для управления частотой электромагнитного колебания.

Для обеспечения выполнения условия Брэгга при изменении температуры атмосферы с высотой на 5°C необходима возможность перестройки частоты источника электромагнитного колебания в пределах 1 % с точностью порядка 0,05% и скоростью перестройки около 0,2% за 0,05 с.

Список источников:

1. Каллистратова М.А. Радиоакустическое зондирование атмосферы [Текст] / М.А. Каллистратова, А.И. Кон. – М.: Наука, 1985. – 197 с.
2. Юшков В.П. Оценка пространственных неоднородностей температурной стратификации в пограничном слое Московского мегаполиса по данным дистанционных измерений// «Оптика атмосферы и океана», 28, №11, 2015, с. 1012-1023.