

# ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОТРАЖЁННОГО СИГНАЛА СИСТЕМЫ РАДИОАКУСТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

Гетьман В.А.

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

The technique of developing a simulation model of the reflected signal of the radio-acoustic sounding system of the atmosphere is considered taking into account the parameters of the equipment and features of weather conditions.

При разработке методик зондирования и оптимальных алгоритмов обработки сигналов системы радиоакустического зондирования атмосферы необходимо иметь модель отражённого сигнала, учитывающая параметры оборудования, особенности метеоусловий и характеристик турбулентности в месте проведения измерений.

Пространственную решетку неоднородностей атмосферы, формируемых акустическим пакетом [1], представим в виде набора «блестящих точек» («БТ»), повторяющих структуру решетки. При этом сигналы от отдельных «БТ» можно считать статистически независимыми. Поле рассеяния пространственно распределённой цели можно представить векторной суммой полей отдельных «БТ». Для описания статистических свойств отраженных сигналов используются модель детерминированного отражения – для каждой «БТ» амплитуда детерминирована, в то время как фаза определяется геометрией расположения «БТ», передающей и приёмной антенн.

При моделировании сигнала отраженного от атмосферных неоднородностей, образованных под воздействием пакета акустических колебаний, определяется месторасположение каждой «БТ» в отдельные моменты времени. Вычисление координат «БТ» происходит с учётом скорости распространения сферического фронта акустической волны и сноса пакета ветром. Для этого вводится информация о вертикальном профиле температуры и скорости ветра. В результате для каждой «БТ» формируется массив значений амплитуд и фаз сигнала. При известном коэффициенте отражения «БТ», расположенной на расстоянии  $R$ , и коэффициента затухания в среде можно найти мощность сигнала от каждой «БТ»:

$$P = \frac{P_t D_t D_r \sigma \lambda^2}{(4\pi)^3 R^4},$$

где  $R$  – расстояние между «БТ» и фазовым центром антенны;  
 $P_t$  – мощность передатчика;  $D_t$ ,  $D_r$  – коэффициенты направленного

действия передающей и приемной антенны;  $\sigma$  – эффективная поверхность рассеяния «БТ»;  $\lambda$  – длина волны зондирующего электромагнитного колебания.

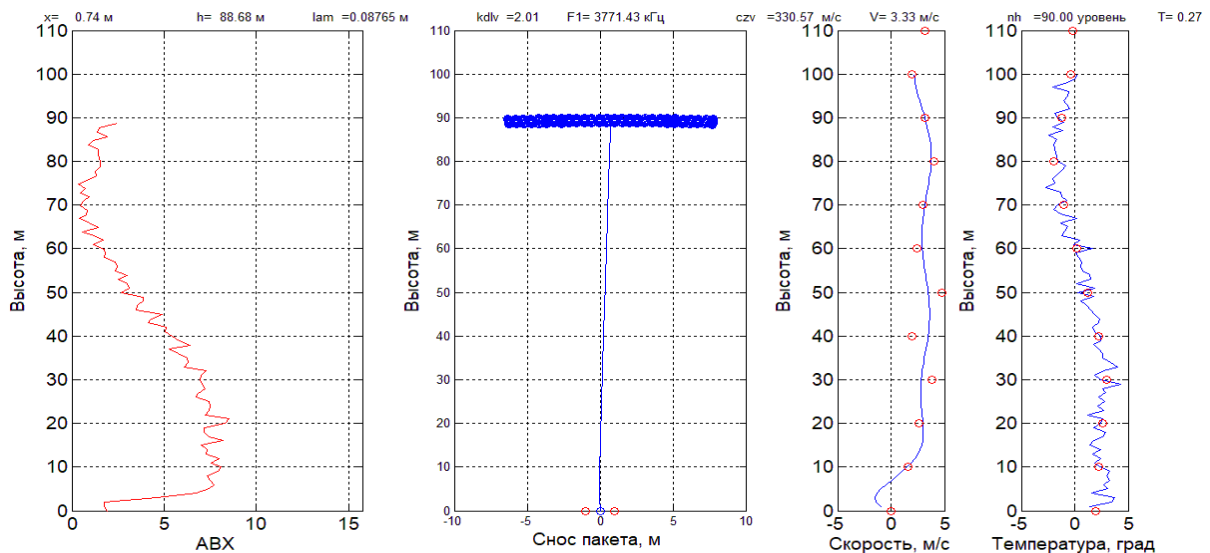
Фаза электромагнитного колебания, отраженного от  $k$ -ой «БТ», расположенной на расстоянии  $R_k$  будет определяться формулой:

$$\varphi_c = 2\pi \left( f_0 \pm \int_0^t F_{Dk}(\tau) d\tau \right) - \varphi_0 - \varphi_{\text{цк}},$$

$$\varphi_0 = \frac{4\pi R_k}{c} f_0, F_{Dk} = \frac{2V_{kr}(\tau)}{\lambda}, R_{ka}(t) = R_{k0} + V_{kr}(t),$$

где  $F_{Dk}$  – доплеровская частота, равная частоте акустического зондирующего колебания;  $\varphi_{\text{цк}}$  – сдвиг фазы при отражении;  $\lambda$  – длина волны;  $R_{k0}$  – начальное расстояние до фазового центра приемной антенны, а  $V_{kr}(t)$  – радиальная скорость.

Результирующий сигнал получается путём векторного сложения сигналов от всех «БТ», входящих в состав модели акустического пакета.



На рисунке представлен результат работы программы, реализованной в среде Matlab, обеспечивающей моделирование отражённого сигнала. Амплитудно-временная характеристика представлена на первой панели, на второй – траектория сноса акустического пакета. На третьей и четвёртой панели отображены заданные профили скорости ветра и температуры.

### Список источников:

1. Каллистратова М.А. Радиоакустическое зондирование атмосферы [Текст] / М.А. Каллистратова, А.И. Кон. – М.: Наука, 1985. – 197 с.