

АЛГОРИТМ ЧАСТОТНОЙ АДАПТАЦИИ СИСТЕМ РАДИОАКУСТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

Кушнир М.В.

Научный руководитель – д.т.н. профессор Карташов В.М.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Ленина 14, каф. Радиоэлектронных систем)

In this work has been transferred the method of radio acoustic sounding which use for forecasting of conditions of distribution of radio-waves of VHF and waves of an optical range, meteorological maintenance of take off and landing of planes, forecasting of adverse meteorological situations.

Метод радиоакустического зондирования (РАЗ) основан на радиолокации распространяющейся в атмосфере звуковой волны, которая излучается в атмосферу короткими посылками высокой интенсивности. Скорость и направление распространения волны измеряются с помощью доплеровского радиолокатора. На пути своего распространения звуковые волны создают периодические изменения диэлектрической проницаемости воздуха, которые рассеивают электромагнитные волны с когерентным сложением рассеянной энергии. Особенность систем РАЗ состоит в необходимости выполнения условия Брэгга, которая диктуется как энергетическими, так и информационными соображениями, то есть требуется соблюдение условия резонансной дифракции электромагнитного излучения на решетке, созданной распространяющимися звуковыми волнами в атмосфере. Интенсивность дифрагированной электромагнитной волны будет максимальна, если разность хода электромагнитных волн, отраженных от соседних максимумов деформации воздушной среды, удовлетворяет условию Брэгга

$$q = 2\lambda_a \sin \theta = \lambda_e,$$

где q - параметр расстройки условия Брэгга; λ_a - длина звуковой волны; λ_e - длина электромагнитной волны; θ - угол рассеяния электромагнитных волн. Поскольку значение λ_a зависит от существующих значений метеопараметров, то и величина q является функцией высоты. Для выполнения условия Брэгга по трассе зондирования осуществляется частотная адаптация.

В системах РАЗ задача управления частотой радиосигнала формулируется следующим образом: на основе последовательного наблюдения скорости акустического импульса при его прохождении по трассе зондирования необходимо осуществлять оптимальную подстройку частоты радиосигнала для выполнения условия Брэгга. Она относится к задачам управления наблюдениями. Характеристики отраженного сигнала зависят не только от состояния объекта зондирования - акустического пакета, но и

от параметра управления, определяющего частоту зондирующего сигнала. Частота зондирующего радиосигнала выбирается так, чтобы получить максимально возможную амплитуду отраженного сигнала и обеспечить наилучшее качество принятия решения - оценки доплеровского сдвига частоты и координат центра пятна.

Оптимальное управление частотой радиосигнала при радиоакустическом зондировании относится к задачам локального управления. Структура и параметры оптимальной системы управления, полученной в результате синтеза, в значительной степени определяется критерием оптимальности.

Среди критериев оптимальности наиболее развитую теорию имеет критерий минимума среднеквадратической ошибки, который позволяет значительно упростить решение задачи синтеза алгоритма оптимального управления частотой радиосигнала. Это связано с существованием, так называемого принципа стохастической эквивалентности (принцип или теорема разделения), который занимает основополагающее место в задачах синтеза оптимальных управлений в линейных и нелинейных системах при случайных возмущениях и широко используется в теории и на практике. Оптимальный регулятор при гауссовых случайных процессах и квадратическом критерии качества представляет собой последовательное соединение оптимального линейного фильтра для оценки вектора состояния и детерминированного оптимального регулятора. Этот важный результат позволяет свести задачу управления к двум последовательно решаемым отдельным задачам: стохастической фильтрации и детерминированного управления. При этом матрица передачи обратной связи системы управления не зависит от стохастических параметров задачи, а оптимальный фильтр не зависит от вида критерия качества управления.

При обработке результатов наблюдений за неманеврирующими объектами для повышения точности многократных измерений в качестве моделей движения используют известные уравнения их траекторий, в которых неизвестны лишь отдельные параметры. В установившемся режиме последовательной обработки любая последующая оценка получается из предыдущей и текущего отсчета по одному и тому же оптимальному правилу, независимо от номера наблюдения. Пользуясь выражениями для оптимальной оценки и дисперсии и вводя результаты отсчетов, можно последовательно определять соответствующие оптимальные оценки и дисперсии. Каждая последующая оценка складывается из прогнозированной по предыдущим отсчетам оценки и сигнала ошибки, умноженного на весовой множитель.

Такой подход позволяет синтезировать схему вычислительного устройства последовательного получения оптимальных оценок для установившегося режима движения со стационарными первыми приращениями.