

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ ДАЛЬНОСТИ ДО МАЛОРАЗМЕРНОЙ ЦЕЛИ ПРИ МЕЖПАЧЕЧНОМ НАКОПЛЕНИИ

Белокуров В.А.

Рязанский государственный радиотехнический университет, Россия

E-mail: belokurov.v.a@rsreu.ru

Аннотация — Рассмотрена возможность применения линейного фильтра Калмана при межпачечном накоплении отражённого от малоразмерной цели сигнала. Приведены результаты имитационного моделирования предлагаемого алгоритма.

1. Введение

В современных бортовых радиолокационных системах (БРЛС) одна из актуальных задач состоит в повышении дальности действия целей с малой эффективной площадью рассеяния (до $0,1 \text{ м}^2$) [1]. Основной подход к решению данной задачи заключается в межпачечном накоплении отражённого сигнала при предположении об однозначности измерения дальности и скорости.

БРЛС работают в нескольких режимах, для которых характерно наличие неоднозначности по дальности, по скорости, по дальности и скорости. Особенностью всех существующих алгоритмов устранения неоднозначности является использование нескольких зондирующих сигналов в каждом угловом положении антенны [1]. При этом не используется возможность накопления отражённого сигнала при устранении неоднозначности.

В докладе приводятся методика повышения точности измерения дальности в БРЛС при межпачечном накоплении отражённых сигналов в режиме устранения неоднозначности по дальности.

2. Основная часть

Один из распространённых алгоритмов устранения неоднозначности является перебор частот повторения пачек зондирующих импульсов [1]. Алгоритм межпачечного обнаружения с устранением неоднозначности по дальности имеет вид [2]

$$L(X) = \sum_{s \in D} \frac{\sum_{i=0}^{N-1} |s_i^H x_n^{(i)}|^2}{(\hat{\sigma}_w^{(i)})^2},$$

где D — область изменения возможных параметров движения цели по дальности и скорости, которые назовём «гипотезами»; s_i — опорный сигнал i -й пачки зондирующих импульсов; $x_n^{(i)}$ — столбцы матрицы X принятых при излучении i -й пачки отражённых зондирующих импульсов в n -м строке по дальности; $\hat{\sigma}_w^{(i)}$ — оценка дисперсии шума в i -й пачке; N — количество пачек импульсов, используемых для раскрытия неоднозначности по дальности. Типовое значение N зависит от режима работы БРЛС. В случае использования режима средней частоты повторения импульсов [1] $N = 8 \dots 10$. Матрица X амплитудный спектр во всех строках по дальности.

При расстановке стробов дальности без перекрытия при накоплении отражённых пачек зондирующих сигналов для каждой «гипотезы» возможных параметров движения цели по дальности и скорости дисперсия оценки дальности составит $dR^2/12$.

Одним из известных методов повышения точности оценки дальности является метод центра тяжести [1]

$$\hat{\tau} = \frac{A_j^2 \tau_j + A_{j+1}^2 \tau_{j+1}}{A_j^2 + A_{j+1}^2},$$

где τ_j — временное расположение j -го строка по дальности в i -й пачке отражённых зондирующих импульсов; A_j — амплитуда принятого отражённого сигнала в τ_j — строке по дальности.

Особенностью метода центра тяжести для повышения точности оценки дальности является необходимость большого отношения сигнал/шум. Кроме того, цель должна быть предварительно обнаружена.

Суть предлагаемого алгоритма заключается в использовании в каждой «гипотезе» возможных параметров движения цели по дальности и скорости линейного фильтра Калмана (ФК). В качестве входных отсчётов в ФК используются значения $\hat{\tau}$ в каждой i -й пачке отражённых зондирующих импульсов. Фундаментальная матрица F имеет вид

$$F = \begin{bmatrix} 1 & T_i \\ 0 & 1 \end{bmatrix},$$

где T_i — длительность i -й пачки зондирующих импульсов.

Эффективность предлагаемого алгоритма оценивалась методом имитационного моделирования при следующих параметрах: $N = 8$; $dR = 150$; число импульсов в каждой пачке 128; радиальная скорость цели 700 м/с; число повторений опытов 1000. СКО оценки дальности уменьшается в (4 ... 5) раз.

3. Заключение

Таким образом, синтезирован алгоритм повышения точности измерения дальности, совмещённый с устранением неоднозначности по дальности. Путём имитационного моделирования установлено, что СКО оценки дальности уменьшается в (4 ... 5) раз.

4. Список литературы

- [1] Оценивание дальности и скорости в радиолокационных системах. Ч.1/ Под ред. В.И. Меркулова. — М.: Радиотехника, 2004. — 312 с
- [2] Кошелев В.И. Синтез алгоритма обнаружения цели, совмещённого с устранением неоднозначности по дальности / В.И. Кошелев, В.А. Белокуров // Известия ВУЗов России. Сер. Радиоэлектроника. — 2012. — № 3. — С. 36 — 41.

ADVANCE ESTIMATE OF SMALL RANGE TO THE TARGET AT MULTIFRAME ACCUMULATION

Belokurov V.A.

Ryazan State Radio Engineering University, Russia

Abstract — The possibility of using a linear Kalman filter for a multiframe accumulation of a small targets reflected signal is considered. The results of the simulation of the proposed algorithm are presented.