

УВЕЛИЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА БОРТОВОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ АДАПТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ ОБНАРУЖИТЕЛЯ

Зыков Л.С., Шмачилин П.А.
Московский авиационный институт, Россия
E-mail: petrovsk@maivs.ru

Аннотация — Рассмотрен алгоритм расчета адаптивного обнаружителя, позволяющий (когда уровень коррелированной помехи меньше максимально возможного уровня) уменьшить потери в отношении сигнал-шум, вызванные применением весовой функции, рассчитанной на максимальный уровень помехи.

1. Введение

Обнаружение сигнала в бортовой радиолокационной цели (БРЛС) ведется при помощи спектрального анализа, который осуществляется алгоритмом быстрого преобразования Фурье (БПФ) и происходит на фоне мощных отражений от местных предметов, пришедших по главному лучу антенны. Эти отражения на 90 дБ могут превышать шумы в полосе порядка 100 Гц. Для того чтобы эти отражения не влияли на обнаружение слабых сигналов, применяется взвешивание входного сигнала, которое приводит к снижению уровня боковых лепестков фильтров БПФ. Снижение уровня боковых лепестков дается ценой расширения полосы элементарного фильтра БПФ. Наименьшая полоса элементарного фильтра БПФ получается при прямоугольном взвешивании, но при этом боковые лепестки имеют максимальную величину 13,2 дБ. В БРЛС, такие превышения в режиме высокой частоты повторения импульсов (ВЧП) могут достигать 90 дБ. Поэтому при проведении спектрального анализа входной сигнал взвешивается функцией Дольфа-Чебышева с уровнем подавления по боковым лепесткам –90дБ, а полоса ΔF элементарного фильтра БПФ в 1,8 раза шире, чем у фильтра при прямоугольной функции взвешивания.

2. Основная часть

В случаях, когда отражения составляют меньше 90 дБ, окно с таким сильным подавлением не требуется, но для пересчёта входного сигнала с применением другого взвешивающего окна требуется заново выполнить процедуру БПФ. Чтобы не проделывать все эти вычисления, можно заменить взвешивающую функцию на произведение функций Дольфа-Чебышева (d_k) и исправляющей функции (c_k), тогда спектр сигнала можно рассчитать как свертку спектра сигнала, взвешенного функцией Дольфа-Чебышева, и спектра исправляющей функции, причем исправляющая функция должна иметь узкий спектр для уменьшения количества вычислений.

Взвешивающая функция Дольфа-Чебышева представлена следующей формулой

$$d_k = 1 + 2 \sum_{m=1}^{M-1} \mu_m \cos \left(\frac{2\pi}{N} \cdot m \cdot \left(k - \frac{N}{2} \right) \right),$$

где M — степень аппроксимации; $k = 0, 1, \dots, N-1$.

Взвешивающая функция Дольфа-Чебышева с аппроксимацией Тейлора показана на рис. 1.

Наилучшее соотношение сигнал/шум дает прямоугольное окно, но при таком окне уровень максимального бокового лепестка составляет –13 дБ, а остальные боковые лепестки убывают пропорционально

номеру лепестка. Для экономного пересчёта спектра сигнала выбирается взвешивающая функция вида:

$$w_k = d_k \cdot c_k,$$

где $c_k = \lambda_0 + 2 \sum_{l=1}^{L-1} \lambda_l \cos \left(\frac{2\pi}{N} \cdot l \cdot \left(k - \frac{N}{2} \right) \right)$; $k=0, 1, \dots, N-1$.

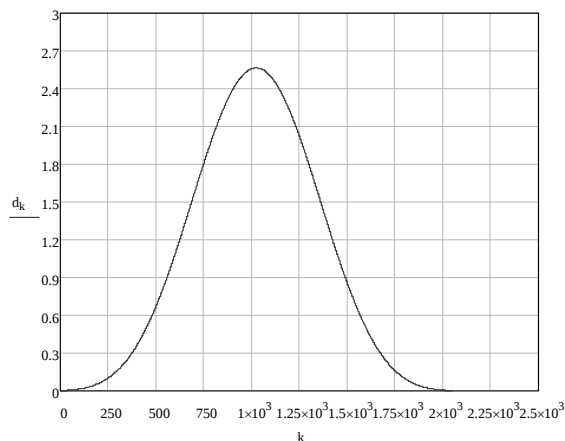


Рис. 1

Величины λ_l , $l = 0, 1, \dots, L-1$, определены таким образом, что окно w_k , характеризуемое параметром L , даст меньший уровень подавления и более узкую полосу пропускания и, следовательно, меньшие потери в отношении сигнал/шум по сравнению с окном Дольфа-Чебышева.

3. Заключение

Таким образом, разработан алгоритм, снижающий потери в соотношении сигнал шум при применении взвешивающего окна Дольфа-Чебышева, рассчитанная на максимальный уровень помехи.

Выявлена возможность применения алгоритма адаптивного обнаружителя для улучшения характеристик обнаружения, увеличения точности измерения скорости и ускорения цели.

4. Список литературы

- [1] Кук Ч. Радиолокационные сигналы / Ч. Кук, М. Бернфельд. — М.: Сов. радио, 1971. — 568 с.

INCREASE OF THE BOARD RADAR POTENTIAL BY APPLYING DETECTOR'S ADAPTIVE FILTERS

Zykov L.S., Shmachilin P.A.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — An algorithm of the calculation of adaptive detector is considered. The algorithm allows decreasing the degradation of the signal/noise ratio (if the correlated noise level is lower than the maximum level), which appears after applying the weighting function for the maximum noise level.