

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОДАВЛЕНИЮ НЕСИНХРОННЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ В АМПЛИТУДНОМ КАНАЛЕ ИЗМЕРЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ

О.Г. Лебедев, канд. техн. наук

Харьковский институт ВВС имени Ивана Кожедуба

Предлагается способ улучшения уменьшения взаимного влияния радиолокационных средств, проявляющегося в виде несинхронных импульсных помех (НИП) возникших в результате отражений от воздушных объектов импульсных излучений соседних РЛС, работающих в одинаковом диапазоне длин радиоволн, но не синхронных по запуску зондирующих импульсов.

* * *

Пропонується спосіб зменшити взаємне впливи радіолокаційних засобів, що виявляється у виді несинхронних імпульсних перешкод (НІП), що виникають у результаті відображень від повітряних об'єктів імпульсних випромінювань сусідніх РЛС. Передбачається, що робота останніх здійснюється в однаковому діапазоні довжин радіохвиль, з використанням не синхронних по запуску зондувальних імпульсів.

* * *

The way is offered to reduce mutual influences of radar-tracking means shown as not synchronous pulse handicaps (NPH), which result from reflections from air objects of pulse radiations next RLS. It is supposed, that the work of last is carried out in an identical range of lengths of radiowaves, with use not synchronous on start of probing pulses.

Введение

Постановка проблемы. Амплитуда НИП принимает самые разные значения: от значений на уровне шума до мощных импульсов, вызывающих интенсивные засветы экрана. Из-за несинхронного запуска импульсного излучения сторонних РЛС НИП не формирует в кольце дальности пачки отраженных от объекта импульсов и наблюдается на индикаторе как отдельные единичные отметки на разных дальностях, хотя и образованных отражением от одной цели на одной дальности. НИП рассматривается как комбинация с любым отражением собственного излучения РЛС и вносит дополнительную мощность в принятый сигнал. НИП наблюдается на фоне шума, пассивной помехи или, сигналов от цели и не принадлежит никому из них. Такой подход о чужеродности данных импульсов, полученным РЛС от собственных зондирующих сигналов и положен в основу метода подавления НИП.

Анализ известных достижений. Не существует возможности создания алгоритмов борьбы с НИП за период одного зондирования [1, 2]. Однако за счет

более полного использования запаса по уменьшению порога обнаружения фоновых составляющих и пассивных помех, а также за счет адаптивного выбора структур алгоритмов обработки, может быть достигнут выигрыш в отношении сигнал/шум до 3...6 дБ.

Выделение нерешенной задачи. Использование быстродействующей цифровой элементной базы при обработке обзорной радиолокационной информации и больших объемов оперативных запоминающих устройств позволяет формировать обзорную информацию в виде матриц сигналов обзора с параметрами: азимут-дальность, номер зондирования - дальность. При таком подходе можно обрабатывать информацию в разных направлениях.

Цель статьи. Разработать предложения применительно к подавлению НИП с обработкой информации по кольцу дальности на одном угловом направлении или из последовательности зондирующих импульсов.

1. Метод подавления НИП

Метод подавления НИП заключается в нахож-

дении порога, при превышении которого принимается решение о замене данного значения заранее найденным компенсирующим средневесовым значением.

Поток оцифрованных по кольцу дальности сигналов протекает через многывыводную линию задержки – «оконный» фильтр. Решение находится по центральному значению в «окне» и отстает от текущего момента времени на половину размера «окна». Суть работы фильтра заключается в нахождении адаптивного порогового уровня, при превышении которого принимается решение о замене данного значения компенсирующим средним значением. При построении алгоритма весового фильтра используется следующее решающее правило:

$$U_p = \begin{cases} U_{ex}, & \text{если } U_{ex} \leq U_{cp} \times K_{nop}, \\ U_{cp}, & \text{иначе} \end{cases}$$

где $U_{cp} = \sum_{n=0}^N U_n \times W_n$ - средневесовое значение, $W[0...N]$ - весовая функция «окна», K_{nop} - пороговый коэффициент.

Решение находится для центрального элемента линии задержки, отстающего от текущего момента времени на половину размера «скользящего окна». Размер «окна» определяется с учетом полосы приемника и спектра полезного сигнала и при их согласованности составляет $N=5...9$. Выбор весовой функции определяется характером флуктуаций помехового сигнала. Виды весовых функций представлены на рис.1, где N - размер фильтра; $n_{реш}$ - центральный элемент окна, для которой принимается решение.

Исследования проводились для комбинации НИП с отражением от цели, формирующим пачку сигналов по зондирующей последовательности в кольце дальности. Обработка комбинаторного сигнала проводится в интересах более точного обнаружения сигнала и последующим нахождением дальности до цели с использованием видеосигнала.

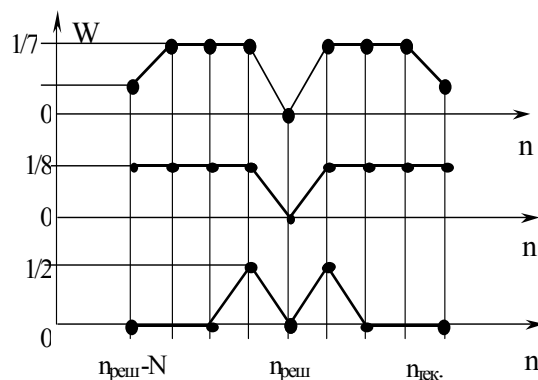


Рис. 1. Виды весовых функций

В таблице приведены значения пороговых коэффициентов в зависимости от фонового сигнала и от вида весовой оконной функции.

Симметричные функции «окна» при обработке композиционных сигналов не вносят искажений в форму огибающей пачки импульсов цели, пассивной помехи в отличие от подобных функций одностороннего вида, рассматривающих сигналы только по предыдущим значениям. Последние вырезают значения сигналов по восходящей ветви огибающей пачки отраженных от цели импульсов.

Таблица

Значения пороговых коэффициентов

| Вид огибающей пачки импульсов | Соотношение сигнал/НИП | Вид весовой функции | | |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|----------------|-------------|
| | | прямоугольная | трапециевидная | треугольная |
| Главный лепесток ДН антенны | 0,9 | 1,07 | 1,1 | 1,02 |
| | 0,5 | 1,07 | 1,1 | 1,02 |
| | 0,1 | 1,07 | 1,1 | 1,02 |
| Прямоугольник | 0,9 | 1 | 1 | 1 |
| | 0,5 | 1 | 1 | 1 |
| | 0,1 | 1 | 1 | 1 |
| Треугольник | 0,9 | 1 | 1 | 1 |
| | 0,5 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| | 0,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| Шум | 0,9 | 2,7 | 2,5 | 3 |
| | 0,5 | 2,7 | 2,5 | 3 |
| | 0,1 | 2,7 | 2,5 | 3 |

2. Влияние алгоритма борьбы с НИП при построении фильтров компенсации

На рис. 2 показано влияние алгоритма борьбы с НИП при построении фильтров компенсации, рассматривающих только предыдущие относительно текущего момента сигналы. $F_{\text{вых1}}$ - сигнал после прохождения через фильтр с весовой характеристикой вида полтрапеции, $F_{\text{вых2}}$ - с характеристикой полтреугольника.

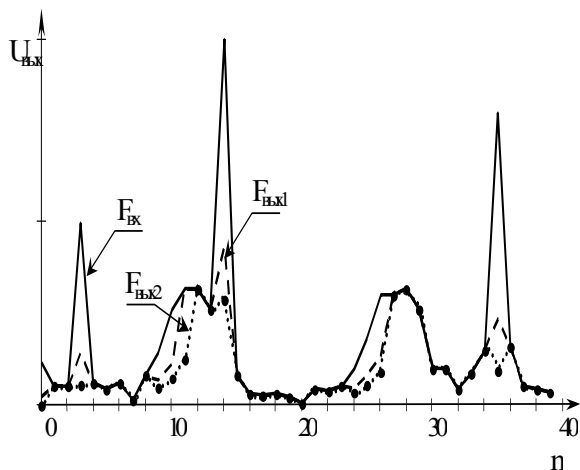


Рис. 2. Влияние алгоритма борьбы с НИП при построении фильтров компенсации, рассматривающих только предыдущие относительно текущего момента сигналы

На рис. 3 показан вид сигнала, прошедшего фильтр подавления НИП в различных комбинациях: НИП - шум, НИП - пассивная помеха, НИП - пачка сигналов отражения от цели на одной дальности.

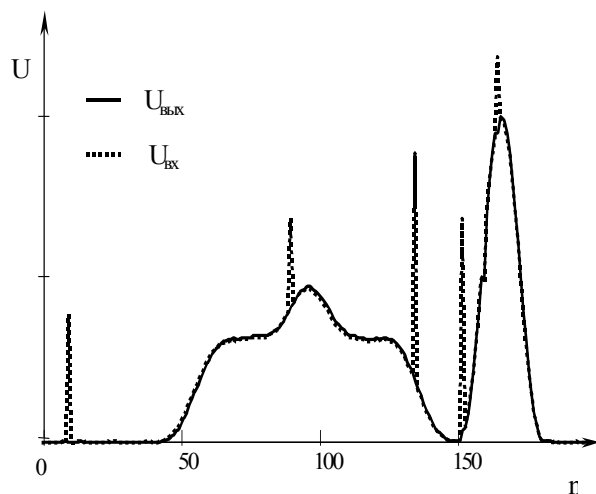


Рис. 3. Вид сигнала, прошедшего фильтр подавления НИП

На рис. 4 приведен в качестве примера исполь-

зования предложенного способа обработки фрагмент радиолокационного изображения, содержащий НИП на фоне метеорологического образования, в координатах «азимут-дальность» до (рис. 4 а) и после (рис. 4 б) обработки.

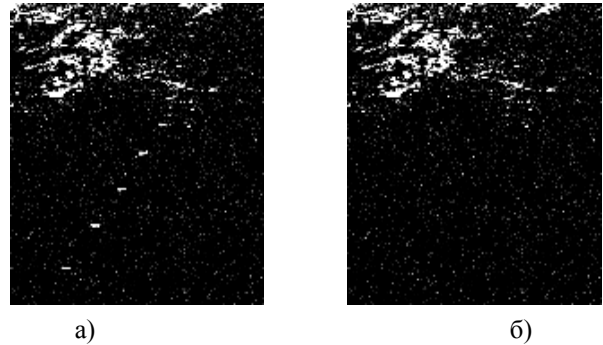


Рис. 4. Фрагмент радиолокационного изображения, содержащий НИП на фоне метеорологического образования

Выводы

Из анализа результатов оценки следует, что положительный эффект улучшения информационных возможностей РЛС достигается за счет улучшения наблюдаемости полезного сигнала при меньших значениях дисперсии фона и порога обнаружения, увеличения отношения сигнал/шум на 3...6 дБ. При этом достигается значительное снижение количества выбросов и вероятности ложных тревог и возможность обнаружения малоразмерных целей с эффективными поверхностями рассеивания на порядок меньшими, чем те, которые заложены в тактико-технических характеристиках существующих радиолокаторов.

Литература

1. Справочник по радиолокации. / Под ред. М. Сколник. т.1. - М.: Сов. радио. 1976. - 438 с.
2. Вайнштейн Л.А., Зубаков В.Д. Выделение сигналов на фоне помех. - М.: Сов. радио. 1960.

Поступила в редакцию 12.08.03

Рецензент: д-р техн. наук, профессор Лахно В.И., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков