

ЦИФРОВОЙ АМПЛИТУДНЫЙ ДЕТЕКТОР

К. т. н. В. А. Аверочкин, А. Н. Шейк-Сейкин, О. Р. Щebet

Одесский национальный политехнический университет
Украина, г. Одесса
ansibr@gmail.com

Предложен алгоритм реализации цифрового амплитудного детектора, обеспечивающий более высокую точность выделения огибающей по сравнению с традиционным способом детектирования, использующим усреднение в скользящем окне. Предложенный способ обладает небольшими аппаратными затратами и может быть использован в многоканальных системах обнаружения сигналов.

Ключевые слова: амплитудный детектор, скользящее окно, квадратурная обработка, многоканальное обнаружение.

Амплитудное детектирование сигналов является неотъемлемой частью любой системы цифровой обработки сигнала (ЦОС), предназначенной для оценки амплитуды (интенсивности) принятого сигнала на основании анализа огибающей, в частности — системы обнаружения либо сопровождения объектов для задач радиолокации и др. Оптимальное формирование огибающей реализуется путем корреляционной обработки сигнала в квадратурных каналах [1]. Однако для задач многоканального обнаружения, когда число каналов может достигать нескольких десятков, такой способ сопряжен со значительными затратами вычислительного ресурса в связи с необходимостью реализации большого числа функциональных преобразователей, фильтров низкой частоты и генераторов опорных сигналов ($2N$ генераторов и фильтров при числе каналов N) [2]. В этом случае часто используется широко известный способ накопления в скользящем окне абсолютных значений выборок сигнала X_i [1]

$$Y_i = 1/N \sum_{k=i-N+1}^i |X_k|, \quad (1)$$

где N — размер окна.

Данный способ обеспечивает хорошие результаты для медленно меняющихся процессов, но затягивает переходные процессы при обработке импульсных сигналов.

Целью настоящей работы является разработка цифрового амплитудного детектора, обеспечивающего хорошие динамические характеристики при небольших затратах вычислительного ресурса.

Предлагается вариант реализации детектора, алгоритм работы которого

$$Y_i = P_i + Z_i; \quad P_i = Y_{i-1} \alpha; \quad Z_i = |X_i| - P_i \text{ при } Z_i \geq 0 \text{ и } Z_i = 0 \text{ при } Z_i < 0, \quad (2)$$

где X_i, Y_i — выборки, соответственно, входного и выходного сигналов.

Структурная схема разработанного устройства приведена на рис. 1.

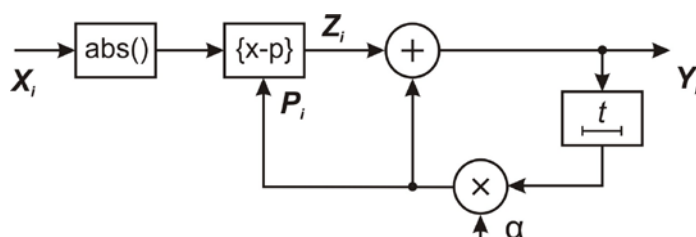


Рис. 1. Структурная схема детектора

Сравнительная оценка эффективности разработанного алгоритма (2) и алгоритма (1) проводилась путем моделирования с помощью пакета MATLAB.

Исследования проводились для радиоимпульсных сигналов, прошедших согласованный фильтр. При этом частота дискретизации F_t была сопоставима с частотой сигнала F_s , но существенно выше ширины спектра входного сигнала ΔF_s :

$$\Delta F_s / F_t \approx 0,01; F_s / F_t \approx 0,2—0,3.$$

Результаты исследований приведены на рис. 2.

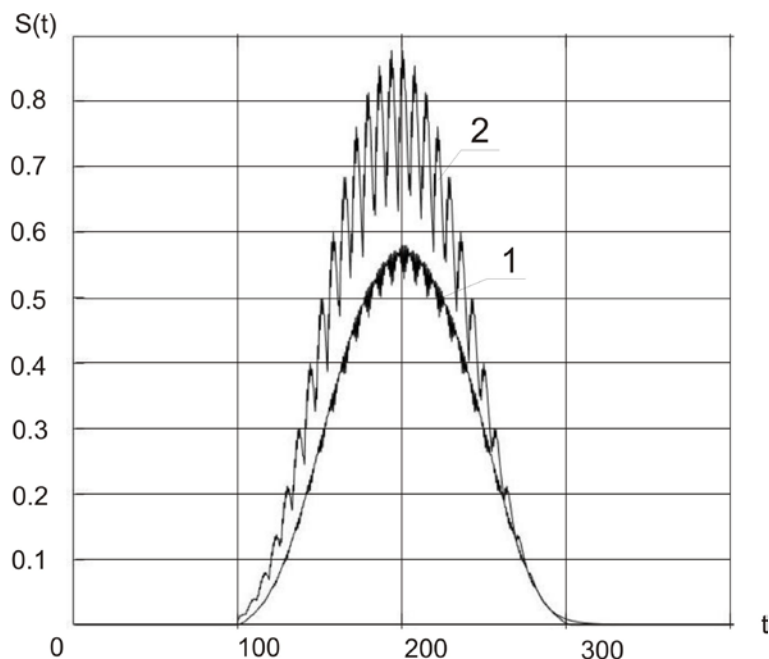


Рис. 2. Выходные сигналы амплитудного детектора, полученные моделированием с помощью алгоритмов (1) и (2) при $N = 16$, $\alpha = 0,99$

Из приведенных графиков видно, что предложенный алгоритм (2) обеспечивает более эффективное детектирование огибающей радиоимпульса — выигрыш в оценке амплитуды по сравнению с (1) составляет порядка 3дБ. Скорость нарастания огибающей сигнала также увеличивается и, следовательно, время обнаружения сигнала при фиксированном пороге обнаружения сокращается. В приведенном примере при пороге обнаружения, равном $0,5S$, этот выигрыш составляет около 20% от длительности сигнала, которая равна примерно 100 отсчетов по времени.

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить, что предложен эффективный алгоритм детектирования, обеспечивающий высокие динамические характеристики при небольших затратах вычислительного ресурса (одна операция умножения и две операции сложения).

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие. — СПб: БХВ-Петербург, 2011.
2. Гришин Ю.П., Ипатов В.П., Казаринов Ю.М. и др. Радиотехнические системы / Под ред. Ю. М. Казаринова.— М.: Сов. радио, 1990.

V. A. Averochkin, A. N. Sheik-Seikin, O. R. Shebet

Digital amplitude detector

The authors propose an algorithm for the implementation of a digital amplitude detector, which provides a higher accuracy in the selection of the envelope as compared with the traditional method of detection using averaging in a sliding window. The proposed method has low hardware costs and can be used in multichannel signal detection systems.

Keywords: amplitude detector, sliding window, quadrature processing, multichannel detection.