

УДК 621.396.969.11

ПОПОВ Д. И.

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЗАПАЗДЫВАНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСОВ

*Рязанский государственный радиотехнический университет,
Россия, Рязань, 390005, ул. Гагарина, д. 59/1*

Аннотация. Методом максимального правдоподобия на основе аппарата конечных цепей Маркова синтезирован оптимальный алгоритм измерения времени запаздывания последовательности двоично-квантованных сигнальных импульсов без ограничений на величину периода временной дискретизации. Предложены практические алгоритмы и устройство измерения времени запаздывания. Моделированием на ЭВМ проведен анализ эффективности предложенных алгоритмов

Ключевые слова: алгоритм измерения; амплитудное квантование; временная дискретизация; время запаздывания; дальность; двоично-квантованный сигнал; метод максимального правдоподобия; моделирование; ошибка измерения; последовательность импульсов; совместное обнаружение-измерение; цепь Маркова

ВВЕДЕНИЕ

Измерение времени запаздывания последовательности сигнальных импульсов (дальность цели) является одной из основных операций импульсной радиолокации. Построение цифровых алгоритмов и устройств измерения зависит от выбора периода временной дискретизации при аналого-цифровом преобразовании принимаемых сигналов. Из-за ограниченного быстродействия цифровых элементов широкое распространение получил выбор периода дискретизации τ_d из условия сохранения разрешающей способности по дальности — примерно равным длительности простого сжатого сигнального импульса τ_c .

При этом измерение времени запаздывания τ осуществляется по номеру элемента разрешения, в котором произошло обнаружение цели. Так как истинное значение τ в пределах периода $\tau_d \cong \tau_c$ является равновероятным, то независимо от величины отношения сиг-

нал/шум среднеквадратичная ошибка измерения времени запаздывания

$$\sigma_{\hat{\tau}} = \tau_c / 2\sqrt{3} \approx 0,3\tau_c. \quad (1)$$

При цифровой согласованной фильтрации сложных широкополосных сигналов для их эффективного сжатия требуется более высокий темп (в 2...3 раза) временной дискретизации [1]. Кроме того, быстродействие современных цифровых устройств открывает возможности для высокоточного измерения, не лимитированного условиями выбора периода временной дискретизации. Такой подход приводит к эффекту «дробления» отраженных сигнальных импульсов по смежным периодам дискретизации (кольцам дальности), что предполагает использование специальных алгоритмов измерения, рассматриваемых ниже.

СИНТЕЗ АЛГОРИТМОВ ИЗМЕРЕНИЯ

При многоуровневом амплитудном квантовании цифровые алгоритмы измерения стро-