

# ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕШЕТЧАТЫХ ФИЛЬТРОВ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОРОВ

Жуга Г.А., Семеняка А.В., Рачков Д.С., Катюшин Е.А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Леховицкий Д.И.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,

Научно-исследовательский центр интегрированных информационных радиоэлектронных систем и технологий

пр. Ленина, 14, г. Харьков, 61166, Украина

Тел.: +38 057 7021138; e-mail: public-trash@rambler.ru

*Abstract* — Based on digital signal processors lattice filter adjusting algorithms depending on different specificities of clutter correlation matrix are considered.

## 1. Введение

Современные радиотехнические системы, в частности радиолокационные станции, должны решать широкий круг задач обработки, связанных с обнаружением, разрешением, распознаванием и определением параметров движущихся объектов на фоне помех различного физического происхождения.

Для широкого класса гауссовых помех важнейшую роль в решении указанных задач играют обесценивающие и обесценивающие фильтры. Из множества известных вариантов таких фильтров практически наиболее удобны многоступенчатые решетчатые фильтры (РФ), матричная импульсная характеристика (МИХ) которых определяется слабозаполненными матрицами-сомножителями обобщенной факторизации Левинсона матрицы, обратной корреляционной матрице входных воздействий. Для реальных условий априорной неизвестности этих сомножителей основное значение имеют способы их оценки по обучающим выборкам конечного объема.

В докладе анализируются различные алгоритмы оценки параметров (адаптивной настройки) РФ и обосновываются рациональные варианты их практической реализации на специализированных средствах обработки.

## 2. Основная часть

Как показано в [1], возможны различные алгоритмы адаптивной настройки РФ, зависящие от характера используемых входных данных и априорной информации о специфике структуры КМ помех. Выбор целесообразных для практической реализации алгоритмов во многом определяется особенностями используемой элементной базы. Этим особенностям уделяется основное внимание в докладе.

В последнее время интенсивно развиваются узкоспециализированные (с набором наиболее необходимых команд) микропроцессорные средства обработки информации, к которым относятся цифровые сигнальные процессоры (ЦСП). К основным их особенностям можно отнести обработку большого массива данных, способность выполнять несколько инструкций за один такт, одновременный доступ к памяти команд и памяти данных, реализация режима одной инструкции — множества данных (SIMD — Single Instruction Multiple Data), позволяющих относительно легко и быстро производить операции характерные для цифровой обработки сигналов.

В то же время во многих алгоритмах адаптивной обработки, в том числе и в известных алгоритмах настройки адаптивных РФ (АРФ), кроме «простых» команд умножения и сложения требуются операции

деления и извлечения квадратного корня, которые аппаратно пока не реализованы. Это снижает потенциальные возможности ЦСП по быстродействию и точности. Для устранения этих недостатков разработаны алгоритмы адаптивной настройки АРФ с минимальным количеством «сложных» операции деления и извлечения корня.

В докладе рассматриваются три основных принципа настройки (оценки параметров) РФ: по предварительно сформированной оценочной обратной КМ, по ее корню и рекуррентная корректировка параметров РФ по поступающим входным воздействиям. Для каждого из этих принципов разработан алгоритм, учитывающий априорную информацию о структуре КМ. Показано, что для случая теплицевых КМ алгоритм, учитывающий ее специфику, выигрывает по быстродействию у алгоритма, в котором такая информация не используется.

Результаты обработки записей реальных отражений радиолокационных сигналов с помощью АРФ, реализованных на 32-разрядном сигнальном процессоре с плавающей точкой, сравниваются с программным обеспечением MATLAB. Показано, что наибольшая относительная погрешность вычислений с помощью сигнального процессора составляет не более 0,01%, что характеризует его высокую вычислительную точность.

## 3. Заключение

Исследованы особенности адаптивной настройки АРФ на основе цифровых сигнальных процессоров. Показано, что из набора известных алгоритмов практически более приемлемы алгоритмы с минимальным числом «сложных» операций деления и извлечения корня, не реализованных аппаратно. Разработаны варианты таких алгоритмов, реализованных на ЦСП, которые сопоставлены с известными в полунатурном эксперименте цифровыми записями реальных радиолокационных сигналов.

Показано, что точность результатов их обработки с помощью АРФ, реализованных на сигнальном процессоре с ограниченной разрядностью, незначительно отличается от точности результатов модельных экспериментов в среде МАТЛАБ.

Перспективное направление дальнейших исследований связано с реализацией алгоритмов настройки АРФ на программируемых логических интегральных схемах и их сравнение с ЦСП.

## 4. Список литературы

- [1] Леховицкий Д.И. Обобщенный алгоритм Левинсона и универсальные решетчатые фильтры / Д.И. Леховицкий // Изв. Вузов. Радиофизика. — 1992. — Т. 35, № 9,10. — С. 790 — 808.