

**В.А. ВЛАСЕНКО, А.В. ИВАШКО**, канд. техн. наук

### **Выбор структур оптимальных нелинейных фильтров на основе сортирующих сетей**

Цифровая обработка сигналов и изображений активно используется в ряде областей науки и техники таких, как телекоммуникации, метеорология, радиолокация и гидролокация, медицинская визуализация, цифровое аудио- и телевизионное вещание, разведка нефтяных и газовых месторождений и ряде других. Одним из направлений цифровой обработки сигналов является устранение случайных помех или шумов, при этом фундаментальной проблемой является эффективное удаление шума при сохранении важных для последующего распознавания деталей сигнала или изображения. В ряде исследований указывается, что нелинейные фильтры в большей степени удовлетворяют указанным требованиям.

Одним из основных ограничений нелинейных методов является недостаток теории, объединяющей все известные классы фильтров. Различные нелинейные фильтры разрабатываются с применением эмпирических методов, что затрудняет их оптимизацию.

В связи с этим, целью данного проекта считается нахождение оптимальных нелинейных фильтров на основе сортирующих сетей, обеспечивающих высокое шумоподавление при приемлемых программных и аппаратных затратах.

Наиболее известными среди нелинейных фильтров являются медианные фильтры, обеспечивающие эффективное подавление импульсных помех на сигналах и изображениях. Однако их применение может быть ограничено ввиду сложности аппаратной и программной реализации, что особенно актуально при обработке сигналов в реальном масштабе времени. Поэтому были предприняты попытки снижения аппаратной сложности нелинейных, в частности, медианных фильтров.

Наиболее регулярный и простой для понимания «пузырьковый» метод поиска медианы не является оптимальным с точки зрения быстродействия и аппаратной сложности. Поэтому были приведены исследования по сокращению числа элементов сравнения при сортировке и поиске медианы. Тем не менее, было установлено, что с увеличением апертуры фильтра  $N$  сложность реализации быстро растет, и приблизительно пропорциональна квадрату апертуры, что не всегда допустимо для больших значений апертур и повышенных требованиях к быстродействию фильтра.

В работе предложено использовать фильтры на основе сортирующих сетей хотя и обладающие несколько меньшим по сравнению с медианными коэффициентом подавления помех, но в тоже время существенно менее сложные и более быстродействующие.

В вычислительной среде MatLab разработан пакет программ, осуществляющий поиск оптимальных в плане шумоподавления нелинейных фильтров для заданных значений сложности и быстродействия.

Программными средствами, реализованными в среде Matlab, перебраны сортирующие сети с различными количествами входов, элементов сортировки и разным числом уровней в цепи. При помощи данных программ проведен ряд расчетов, в результате которых построены графики зависимости коэффициента помехоподавления от числа уровней и количества элементов сортировки в сети, на основе которых могут быть выделены оптимальные структуры фильтров. Пример такого графика для сети с пятью входами приведен на рис. 1.

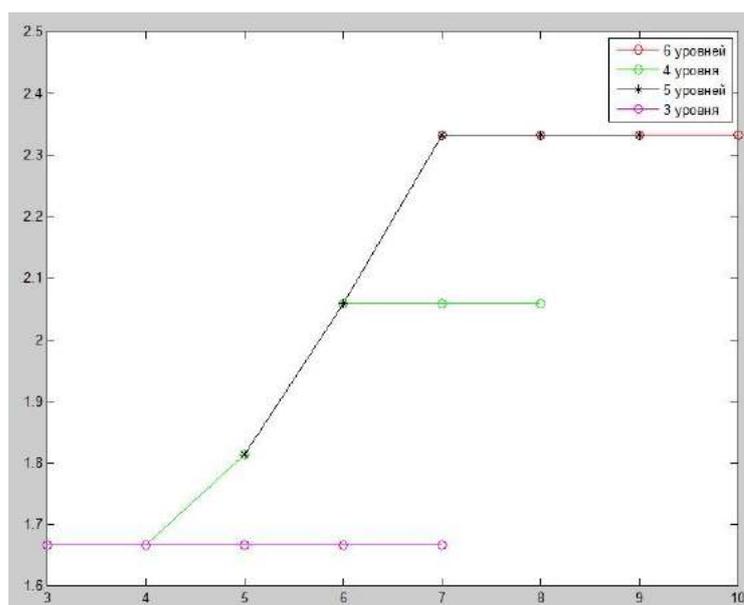


Рис.1 – График зависимости  $K_n$  от числа уровней и элементов

Предложенные алгоритмы являются весьма трудоемкими и не позволяют анализировать сортирующие сети с большим числом входов, уровней и элементов сравнения. Сократить время поиска оптимальных сетей можно путем оптимизации применяемых алгоритмов.

Таким образом, разработаны программные средства, которые при заданной апертуре и размерности позволяют выделять оптимальные фильтры. Полученные фильтры обеспечивают при соизмеримой степени шумоподавления существенно меньшую аппаратную сложность по сравнению с ранее известными медианными фильтрами, что может оказаться полезным в системах обработки сигналов и изображений.

#### Список литературы:

1. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений / Под. Ред. Т.С. Хуанга. – М.: Радио и связь, 1984. – 224 с.
2. Хемминг Р.В. Цифровые фильтры. – М.: Недра, 1987. – 221с.
3. Ивашко А.В. Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов. Уч. Пособие – Харьков: НТУ «ХПИ» – 2005. – 240 с.