

ПОРОГОВАЯ ОБРАБОТКА КУРВЛЕТ-КОЭФФИЦИЕНТОВ  
ПОСРЕДСТВОМ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ  
В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

*В.В. Шишляев, М.Н. Юдин*

РГГРУ имени Серго Орджоникидзе, Москва, Россия

В простейшей модели исходных данных  $s(n)$  ( $s(n)$  – вектор длины  $N$ ,  $n = \overline{1, N}$ ) предполагается, что полезный сигнал  $f(n)$  осложнен аддитивной помехой  $\sigma e(n)$ , т.е.  $s(n) = f(n) + \sigma e(n)$ , где  $\sigma$  – уровень шума и  $e(n)$  – гауссов белый шум. Задача состоит в том, чтобы на выходе процедуры фильтрации улучшить соотношение между полезным сигналом  $f(n)$  и составляющей  $\sigma e(n)$  в сигнале (для этой величины принята аббревиатура SNR).

При применении вейвлетов к обработке сигналов процедура их фильтрации на основе анализа вейвлет-коэффициентов носит название трешолдинга (thresholding) [1]. С этих же позиций можно подойти и к множеству коэффициентов, получаемых в результате прямого курвлет-преобразования. Важным моментом в процедуре трешолдинга является алгоритм, посредством которого происходит разделение множества коэффициентов на два основных класса (подмножества). Одно из этих подмножеств относится к классу «полезных коэффициентов» (с точки зрения решаемой задачи). К другому классу могут быть отнесены коэффициенты, связанные с шумом в зарегистрированном сигнале. Если такой алгоритм построен, то очевидные изменения коэффициентов (например, замена коэффициентов, преимущественно связанных с шумом, нулями) позволяют в результате обратного преобразования улучшить соотношение между уровнем полезного сигнала и шума.

Обычно такое разделение коэффициентов выполняется на основе анализа их амплитуд и статистических характеристик исходного вектора данных. Основной проблемой в этом процессе является определение пороговых значений, посредством которых происходит наилучшее выделение полезной информации (подавление шума).

Известно, что обработка сигналов на основе нелинейных уравнений в частных производных обеспечивает хорошее выделение границ с большими градиентами изменения в данных, осложненных шумом. Применение нелинейной фильтрации к курвлет-коэффициентам позволяет надеяться на разбиение их на классы, каждый из которых связан с различными особенностями полезного сигнала и характеристиками помехи. Выделяя (на основании априорной информации) классы значимых коэффициентов и подавляя те из них, которые относятся к помехе, можно в процессе реконструкции редуцированных коэффициентов существенно улучшить величину SNR.

*Литература*

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. М.: Мир, 2005, 671 с.