

## ЧАСТОТНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В БАЗИСЕ УОЛША

Асаев А.С., Костров Б.В.

*Рязанский государственный радиотехнический университет*

*Рязань, Россия*

*e-mail: [asaev@pisem.net](mailto:asaev@pisem.net)*

Преобразование изображений в плане улучшения качества традиционно ведется в пространственной области, где маски фильтров и алгоритмы преобразования применяются непосредственно к матрице изображения. Существуют и такой метод обработки изображения как частотный анализ. При этом осуществляется переход от непосредственно изображения  $f(n, m)$  к его спектру  $S(x, y)$ , используя некоторый набор базисных функций  $Wal(x, y)$ , согласно формуле

$$S(x, y) = \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M f(n, m) \cdot Wal(x, n) \cdot Wal(y, m), \text{ где } N, M - \text{ размер матрицы}$$

однократного преобразования изображения (расчет спектра может производиться за несколько шагов постоянным окном  $M \times N$ ). Традиционным подходом считается использование Фурье-преобразования. В статье [1] показано, что существуют преобразования, выполняющиеся за меньшее время, относительно разложения по Фурье базису, следовательно, потенциально эффективнее. К таким преобразованиям относится разложение в базисе Уолша-Адамара [2]. В данной работе будет рассмотрен метод использования частотных фильтров сглаживания изображений.

В вопросе улучшения качества, в частности сглаживания изображения, рассматривается Гауссов фильтр низких частот, передаточная функция которого для двумерного случая задается формулой

$$H(u, v) = e^{-D^2(u, v) / 2D_0^2},$$

где  $D(u, v)$  – расстояние от начала координат обрабатываемого спектра изображения,  $D_0$  – частота среза (ширина гауссовой кривой), а также их модификации. Рассмотрим случай, когда  $D(u, v)$  задается формулой

$$D(u, v) = \sqrt{u^2 + v^2},$$

где  $u$  и  $v$  – координаты спектра изображения. Исходное изображение (а), результат (б) и срез передаточной функции фильтра (в), показаны на рисунке

1.

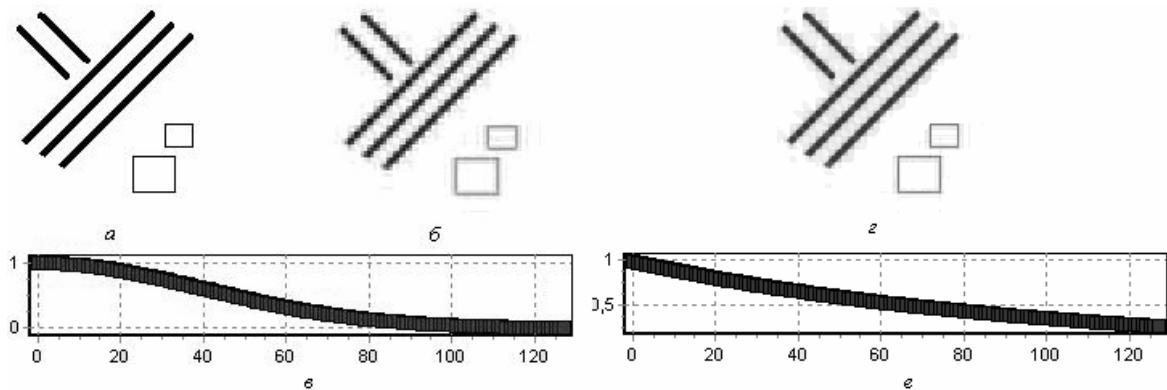


Рисунок 1. Сглаживание изображения.

Как видно из эксперимента, результирующее изображение б имеет ступенчатый размытый контур, что является особенностью использования преобразований Уолша. Эту проблему в некоторой степени удалось решить, используя фильтр, где  $D(u, v) = \sqrt{u + v}$ . Результаты приведены на рисунке 1 под буквами г и е.

Проведенный анализ показывает, что использование фильтра Гаусса для анализа изображения в базисе Уолша приводит к неравномерным размытиям границ объектов, особенно при малых размерах. Однако это не снижает перспективности его использования для анализа изображений.

#### Литература

1. Асаев А.С., Костров Б.В., Муратов Е.Р. Сравнение трудоемкости вычислений спектров изображений Фурье и Уолша. Новые технологии в учебном процессе и производстве. Материалы третьей межвузовской научно-технической конференции. Рязань, 2005.
2. Залманзон Л. А. Преобразования Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. М.: Наука, 1989.  
496 с