

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации  
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова  
Кафедра динамики электронных систем

# **ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛИНЕЙНЫМИ И УСРЕДНЯЮЩИМИ ФИЛЬТРАМИ**

*Методические указания*

Ярославль 2006

УДК 621.391: 621.372.01

ББК

П 76

Рецензент:

кафедра радиофизики Ярославского государственного  
университета им. П.Г. Демидова.

**Обработка изображений линейными и усредняющими  
фильтрами:** Метод. указания / Сост. А.Л.Приоров, В.В.Хрящев; Яросл.  
гос. ун-т. Ярославль, 2006. 52 с.  
ISBN 5-8397-????-?

Описаны основные методы линейной и усредняющей фильтрации цифровых изображений. Методические указания предназначены для студентов специальности 010801 Радиофизика и электроника физического факультета ЯрГУ, изучающих дисциплину специализации «Цифровая обработка изображений». Могут использоваться студентами, обучающимися по специальности 210302 Радиотехника, а также направлению 550440 Телекоммуникации. Материал может быть использован при подготовке студентами курсовых и дипломных проектов.

Ил. 11. Библиогр.: 22 назв.

УДК 621.391: 621.372.01  
ББК

ISBN 5-8397-????-?

© Ярославский  
государственный  
университет, 2006  
© Приоров А.Л.,  
Хрящев В.В. 2006

## ВВЕДЕНИЕ

Обработка сигнала с целью улучшения качества изображений обычно следует непосредственно за формированием видеосигнала. Эта важная ступень обработки, методика и объем которой определяются задачами анализа изображений. Отправной точкой для выбора подходящей методики служит обеспечение такого качества изображения, при котором сохраняется информация, необходимая для его анализа. Среди прочего большое значение имеют два аспекта качества изображений:

достоверность изображения – соответствие формируемого изображения истинному;

дешифрируемость изображения – возможность выделения из изображения необходимой информации.

Данная работа охватывает широкий круг вопросов, связанных с методами линейной и усредняющей фильтрации изображений. Такие алгоритмы стали уже классическими и активно используются в системах телекоммуникаций, радио- и гидролокации, в задачах распознавания образов, компьютерной томографии и др. Отдельное внимание уделяется способам оценки качества обработанных изображений.

Методические указания предназначены для студентов специальности 010801 Радиофизика и электроника физического факультета ЯрГУ, изучающих дисциплину специализации «Цифровая обработка изображений». Представленный материал также может быть использован при подготовке студентами курсовых и дипломных проектов.

# 1. ДВУМЕРНЫЕ СИГНАЛЫ И СИСТЕМЫ

## 1.1. Двумерный дискретный сигнал

Двумерный дискретный сигнал (его также называют последовательностью или массивом) — это функция, определенная на совокупности пар целых чисел. Так,

$$x = \{x(n_1, n_2), -\infty < n_1, n_2 < \infty\}.$$

Отдельные дискретные элементы последовательности будем называть отсчетами. Тогда  $x(n_1, n_2)$  представляет собой отсчет последовательности  $x$  в точке  $(n_1, n_2)$ . В общем случае значения отсчетов могут быть комплексными, но в дальнейшем мы будем иметь дело исключительно с вещественными значениями сигналов. Если  $n_1$  и  $n_2$  считать переменными величинами, выражение  $x(n_1, n_2)$  можно рассматривать как обозначение всей последовательности.

## 1.2. Двумерный дискретный сигнал конечной длины

Другим важным классом дискретных сигналов являются двумерные последовательности конечной длины. Слова «конечная длина» означает, что эти сигналы равны нулю вне области конечной длины в  $(n_1, n_2)$  - плоскости. Эта область называется опорной областью сигнала. Одной из типичных последовательностей конечной длины является двумерный единичный импульс  $\delta(n_1, n_2)$ . Единичный импульс определяется следующим образом:

$$\delta(n_1, n_2) = \begin{cases} 1 & \text{при } n_1 = n_2 = 0 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}.$$

### 1.3. Основные операции над двумерными сигналами

Сигналы можно объединять или изменять с помощью множества операций. Здесь мы опишем несколько основных операций над сигналами, которые выступают в качестве «кирпичиков» при разработке более сложных систем.

Пусть  $w$  и  $x$  — двумерные дискретные сигналы. Эти сигналы можно сложить и получить третий сигнал  $y$ . Сложение выполняется поэлементно, так что значение каждого отсчета  $y(n_1, n_2)$  получается путем сложения двух соответствующих отсчетов  $w(n_1, n_2)$  и  $x(n_1, n_2)$

$$y(n_1, n_2) = x(n_1, n_2) + w(n_1, n_2).$$

Умножая двумерные последовательности на константу, можно также получать новые последовательности. Если  $c$  — константа, мы можем образовать двумерную последовательность  $y$  из скаляра  $c$  и двумерной последовательности  $x$ , умножив значение каждого отсчета  $x$  на  $c$ :

$$y(n_1, n_2) = c \cdot x(n_1, n_2).$$

Двумерную последовательность  $x$  можно подвергнуть линейному