



«Методы и алгоритмы  
цифровой обработки сигналов  
на базе MATLAB»

*Моделирование алгоритмов  
вейвлет-преобразования.*

*Вейвлет-фильтры и их  
характеристики*

Клионский Д.М. — к.т.н., доцент кафедры  
математического обеспечения и применения ЭВМ (МОЭВМ)



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

# ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРЫ (1)

## Мультигармонический сигнал

$$1) s(n) = A_1 \cos(2\pi f_1 n) + A_2 \cos(2\pi f_2 n) + A_3 \cos(2\pi f_3 n) + A_4 \cos(2\pi f_4 n)$$

$n$  – дискретное нормированное время

$N$  – длина сигнала

$A_1, A_2, A_3, A_4$  – амплитуды гармоник

$f_1, f_2, f_3, f_4$  – абсолютные частоты гармоник

$$2) s_1(n) = s(n) + \sigma e(n)$$

$s_1(n)$  – аддитивная смесь сигнала с шумом

$e(n)$  – нормальный белый шум с нулевым средним

и единичной дисперсией

$\sigma$  – среднеквадратическое отклонение шума

## ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРЫ (2)

### Параметры мультигармонического сигнала

$$N = 4096 \quad F_s = 1000$$

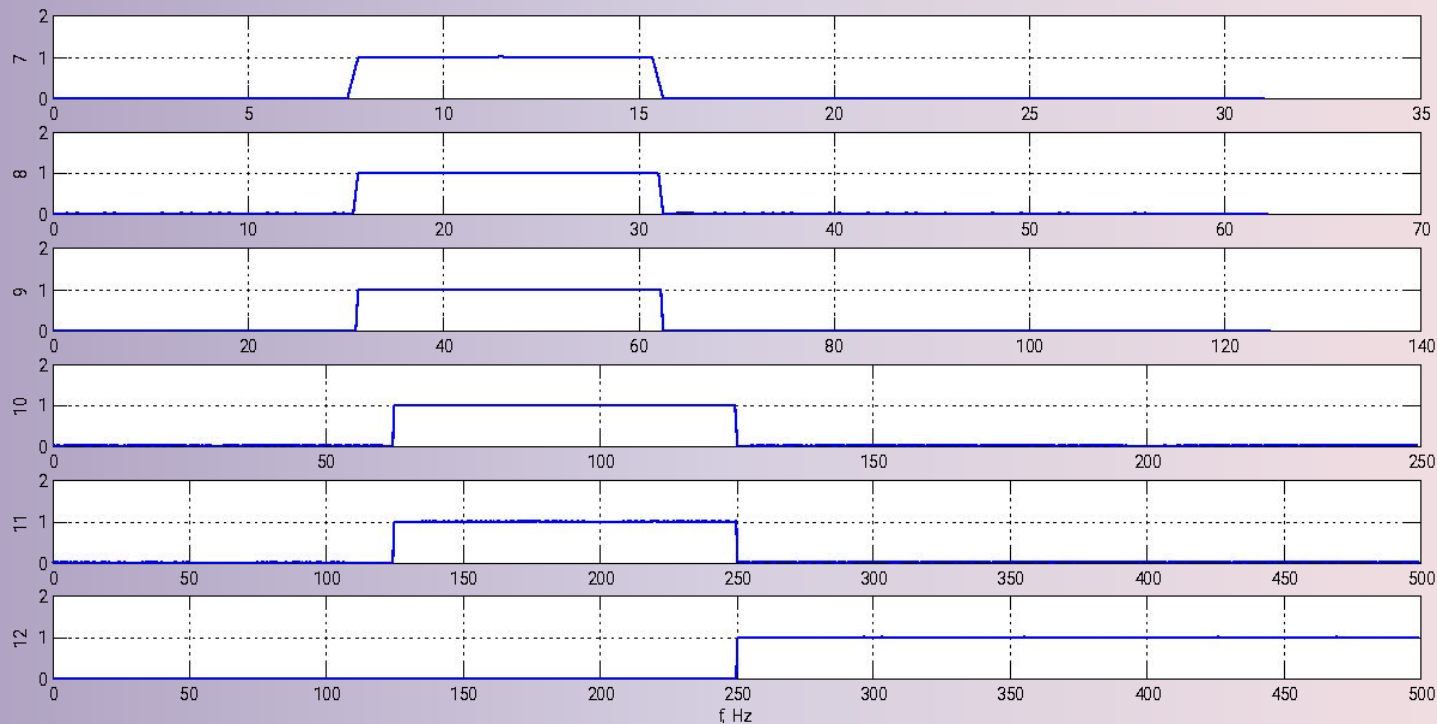
$$A_1 = 1 \quad A_2 = 3.5 \quad A_3 = 4 \quad A_4 = 2.5$$

$$f_{1\mu} = 30 \quad f_{2\mu} = 70 \quad f_{3\mu} = 120 \quad f_{4\mu} = 200$$



# ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРЫ (3)

## Графики АЧХ реальных вейвлет-фильтров





# ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРЫ (4)

## Распределение вейвлет-коэффициентов по полосам частот

Номер уровня разложения $j$	Полоса частот	Количество вейвлет-коэффициентов
12	[250;500] Гц	2048
11	[125;250] Гц	1024
10	[62.5;125] Гц	512
9	[31.25;62.5] Гц	256
8	[15.625;31.25] Гц	128
7	[7.8125;15.625] Гц	64
6	[3.90625;7.8125] Гц	32
5	[1.953125;3.90625] Гц	16
4	.....	8
3	.....	4
2	.....	2
1	.....	1
0	.....	1



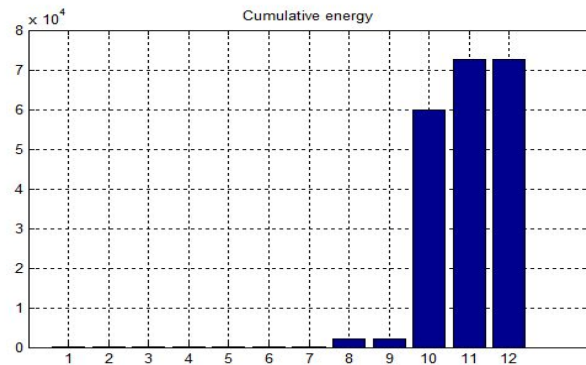
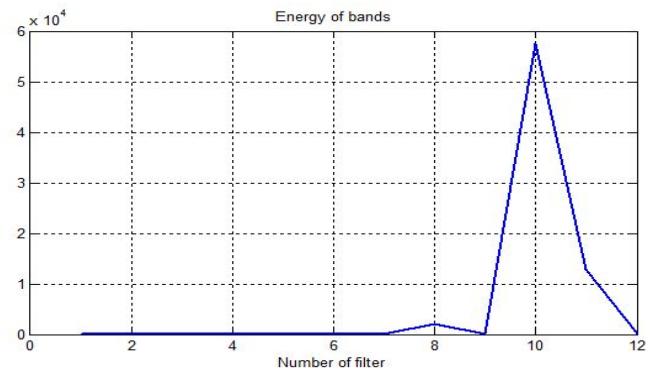
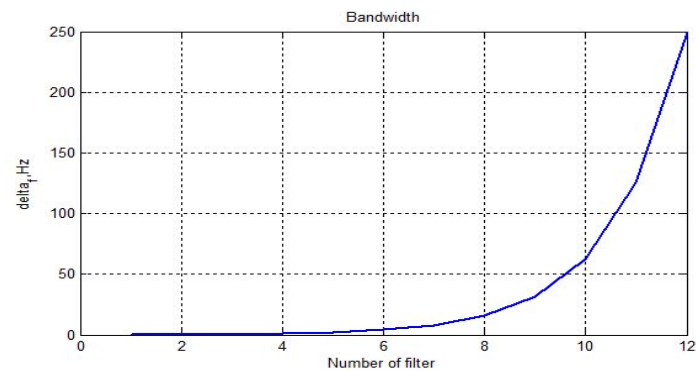
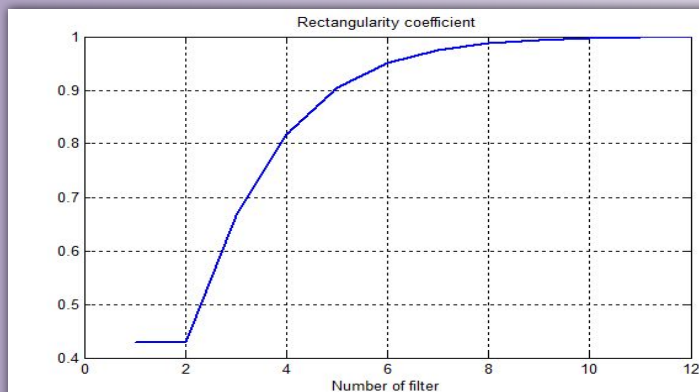
# ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРЫ (5)

## Параметры для характеристики вейвлет-фильтров

- 1) коэффициент прямоугольности АЧХ;
- 2) односторонняя ширина полосы пропускания фильтра;
- 3) энергия, приходящаяся на полосу частот каждого фильтра.

# ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРЫ (6)

## Графические характеристики вейвлет-фильтров







«Методы и алгоритмы  
цифровой обработки сигналов  
на базе MATLAB»

*Моделирование алгоритмов  
вейвлет-преобразования.*

*Вейвлет-фильтры и их  
характеристики*

Клионский Д.М. — к.т.н., доцент кафедры  
математического обеспечения и применения ЭВМ (МОЭВМ)