

Обработка и интерпретация речевого сигнала. Обработка сигнала в частотной области

П. А. Холявин

p.kholyavin@spbu.ru

19.09.2024





Дискретное преобразование Фурье

$$X_N[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x_N[n] e^{-j2\pi nk/N} \quad 0 \leq k < N$$

$$x_N[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X_N[k] e^{j2\pi nk/N} \quad 0 \leq n < N$$



Дискретное преобразование Фурье

$$\tilde{x}_N[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=-18}^{18} X_N[k] e^{j2\pi nk/N} = \frac{X_N[0]}{N} + \frac{2}{N} \sum_{k=1}^{18} X_N[k] \cos(2\pi nk/N)$$

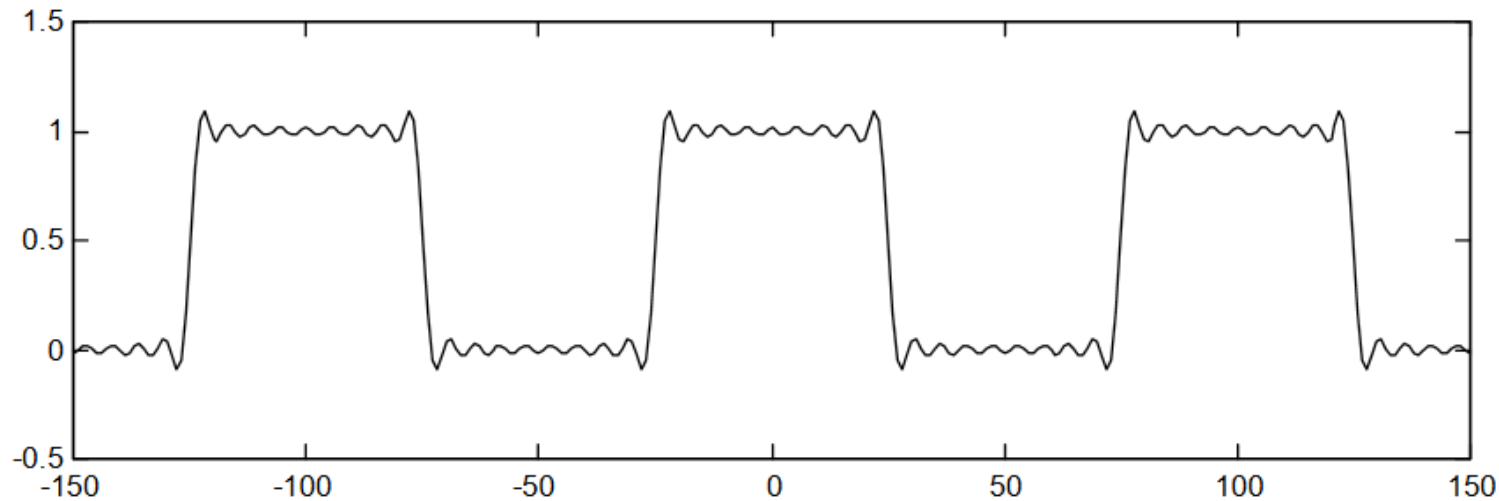


Figure 5.11 Decomposition of a periodic square signal with period 100 samples as a sum of 19 harmonic sinusoids with frequencies $\omega_k = 2\pi k/100$.



Дискретное преобразование Фурье

Если дан фрейм сигнала в N отсчётов с частотой дискретизации F , то как определить, какой частоте соответствует n -ный отсчёт спектра?



Быстрое преобразование Фурье

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{-j2\pi nk/N} = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] W_N^{nk} \quad 0 \leq k < N \quad W_N = e^{-j2\pi/N}$$

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N/2-1} f[n] W_{N/2}^{nk} + W_N^k \sum_{n=0}^{N/2-1} g[n] W_{N/2}^{nk} = F[k] + W_N^k G[k]$$

$$F[k + N/2] = F[k]$$

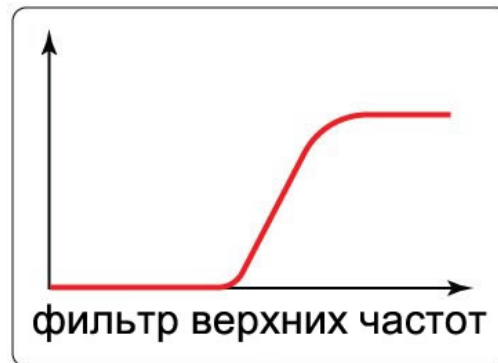
$$G[k + N/2] = G[k]$$



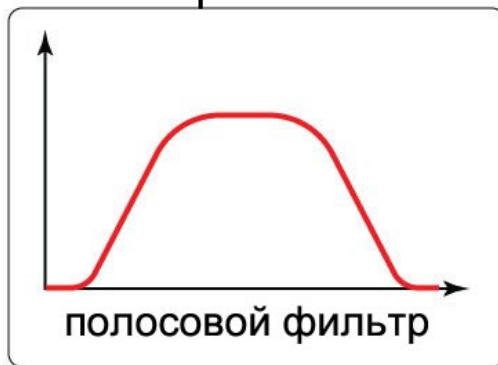
Фильтрация сигнала



low-pass filter



high-pass filter



band-pass filter



band-stop filter



Спектральные признаки

- **Alpha Ratio**, ratio of the summed energy from 50–1000 Hz and 1–5 kHz
- **Hammarberg Index**, ratio of the strongest energy peak in the 0–2 kHz region to the strongest peak in the 2–5 kHz region.
- **Spectral Slope 0–500 Hz and 500–1500 Hz**, linear regression slope of the logarithmic power spectrum within the two given bands.

Спасибо за внимание!

