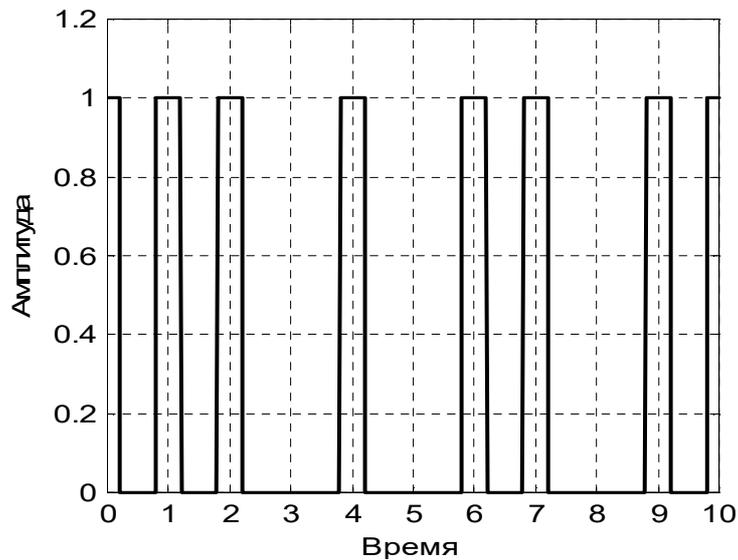
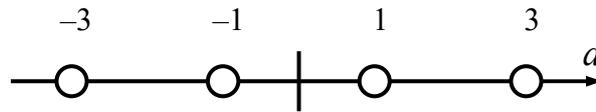


Цифровые сигналы

Одномерные цифровые сигналы



$$a_{\text{ц}}(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} x_i g(t - i\Delta t_1),$$

x_i – информационный параметр цифрового сигнала, принимающий в каждый тактовый момент времени $i\Delta t_1$ определенные значения из заданного множества возможных значений;

$g(t - i\Delta t_1)$ – единичный элемент сигнала или символ, определяющий форму спектра цифрового сигнала.

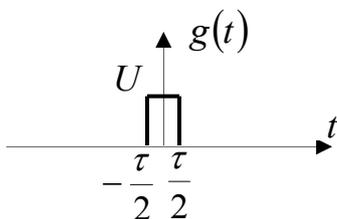
$$\frac{1}{\Delta t_1} = B_1 \left(\frac{\text{СИМВОЛ}}{\text{с}} = \text{Бод} \right)$$

$$A_{\text{ц}}(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} a_{\text{ц}}(t) \exp(-j\omega t) dt = \sum_{i=-\infty}^{\infty} x_i \int_{-\infty}^{\infty} g(t - i\Delta t_1) \exp(-j\omega t) dt.$$

$$t - i\Delta t_1 = \tau$$

$$A_{\Pi}(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} g(\tau) \exp(-j\omega\tau) d\tau \sum_{i=-\infty}^{\infty} x_i \exp(-j\omega i\Delta t_1) = G(j\omega) \sum_{i=-\infty}^{\infty} x_i \exp(-j\omega i\Delta t_1),$$

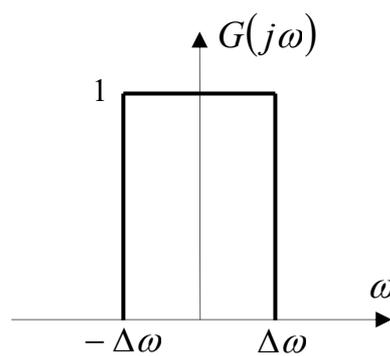
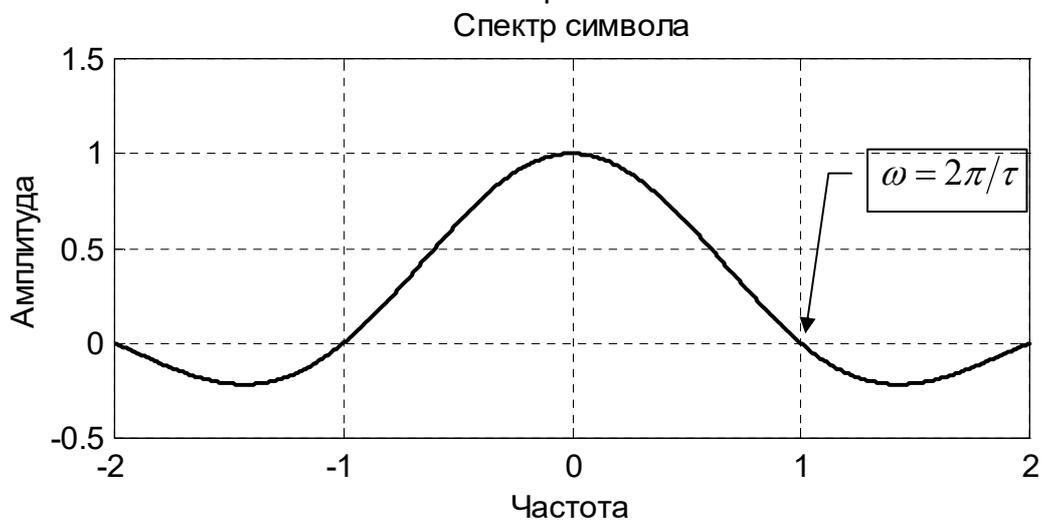
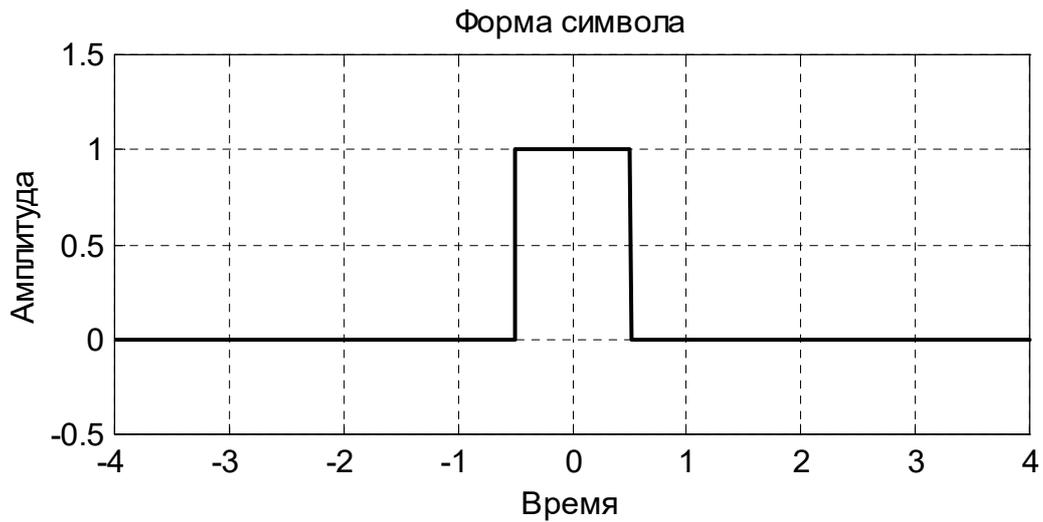
$g(\tau) \Leftrightarrow G(\omega)$ – спектр единичного элемента сигнала.



$$G(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t) \exp(-j\omega t) dt = \int_{-\tau/2}^{\tau/2} U \exp(-j\omega t) dt = U \frac{\exp(-j\omega t)}{-j\omega} \Big|_{-\tau/2}^{\tau/2} =$$

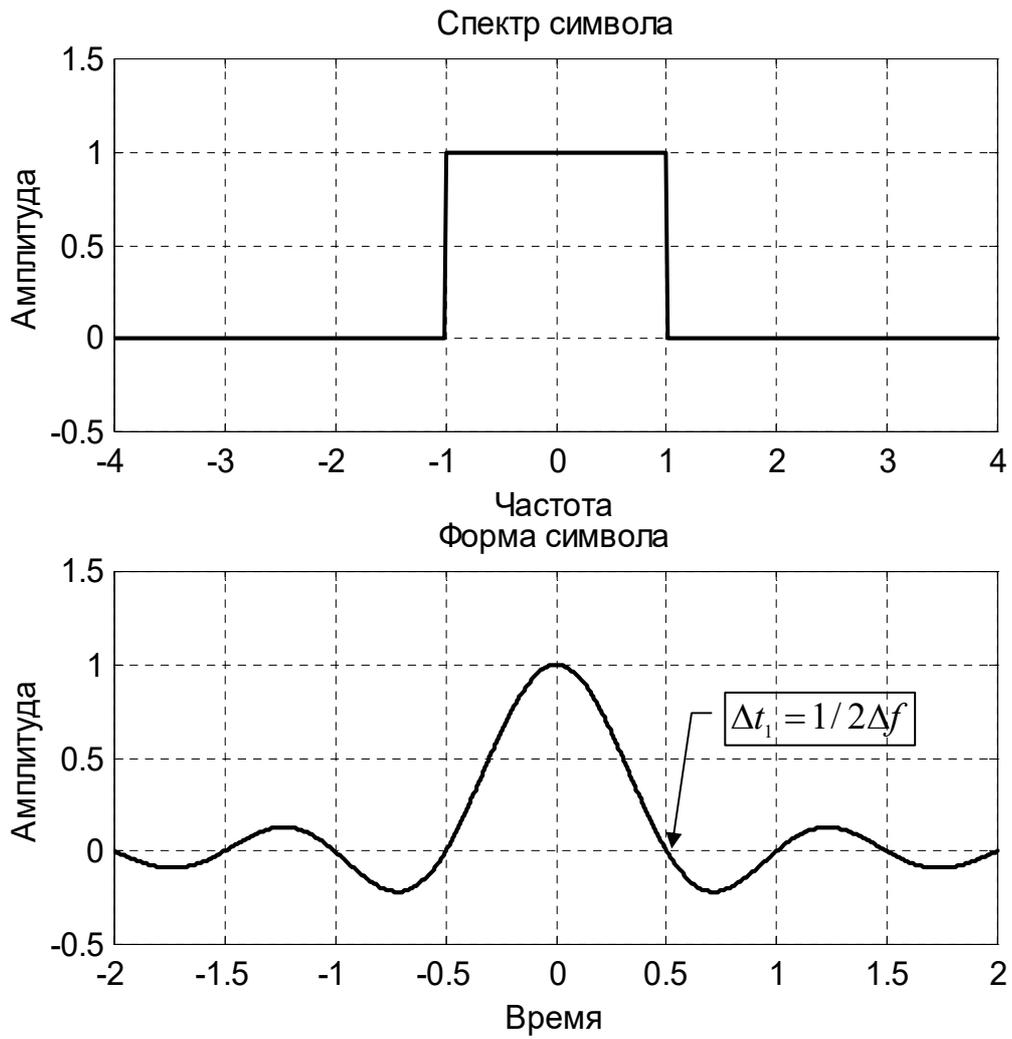
$$= U \frac{\exp(j\omega\tau/2) - \exp(-j\omega\tau/2)}{j\omega} \cdot \frac{2}{2} = U \frac{\sin(\omega\tau/2)}{\omega} \cdot 2 \frac{\tau}{\tau} = U\tau \frac{\sin(\omega\tau/2)}{\omega\tau/2}$$

$$\frac{\exp(j\alpha) - \exp(-j\alpha)}{2j} = \sin(\alpha)$$

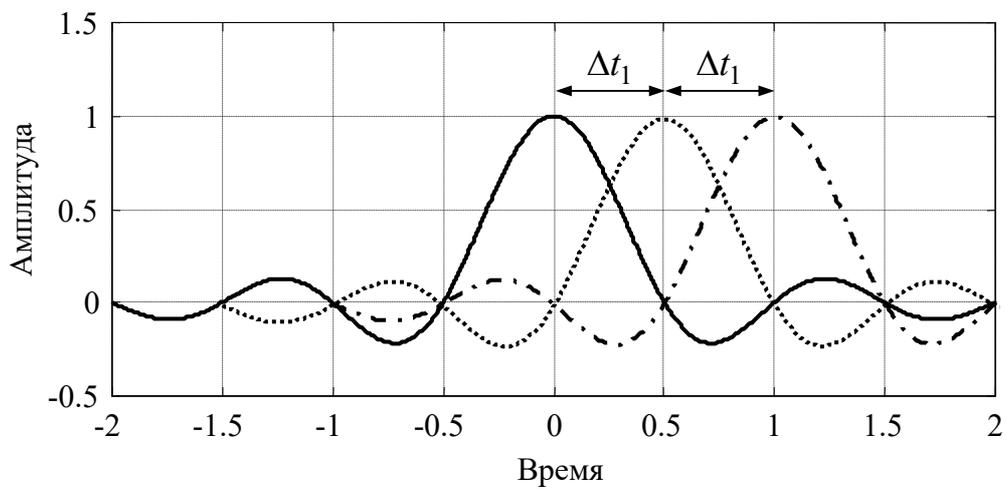


$$\Delta\omega = 2\pi\Delta f$$

$$g(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} G(j\omega) \exp(j\omega t) d\omega = \frac{1}{2\pi} \int_{-\Delta\omega}^{\Delta\omega} \exp(j\omega t) d\omega = 2\Delta f \frac{\sin(2\pi\Delta f t)}{2\pi\Delta f t}$$



$$\Delta t_1 = 1/2\Delta f$$



$$B_1 = \frac{1}{\Delta t_1} = 2\Delta f$$

Скорость передачи информации

$$a_1, a_2, \dots, a_M$$

$$I = -\log p_k,$$

где p_k – вероятность появления k -го элемента (a_k)

a_1, a_2, \dots, a_{M_1} - M_1 состояний

$$H = -\sum_{k=1}^{M_1} p_k \log p_k \left(\frac{\text{бит}}{\text{СИМВОЛ}} \right)$$

$$p_1 = p_2 = \dots = p_{M_1} = 1/M_1$$

$$H_{\max} = m_1 = \log M_1 \left(\frac{\text{бит}}{\text{СИМВОЛ}} \right)$$

$$W_1 = HB_1 \left(\frac{\text{бит}}{\text{СИМВОЛ}} \frac{\text{СИМВОЛ}}{\text{с}} = \frac{\text{бит}}{\text{с}} \right)$$

$$W_1 = m_1 B_1 = 2\Delta f \log M_1 \left(\frac{\text{бит}}{\text{с}} = \text{бит} \times \text{Гц} \right)$$

$$W_{\max} = C = \Delta f \log \left(1 + \frac{P_c}{P_{\text{ш}}} \right)$$