

9.1 Общие сведения и приемы

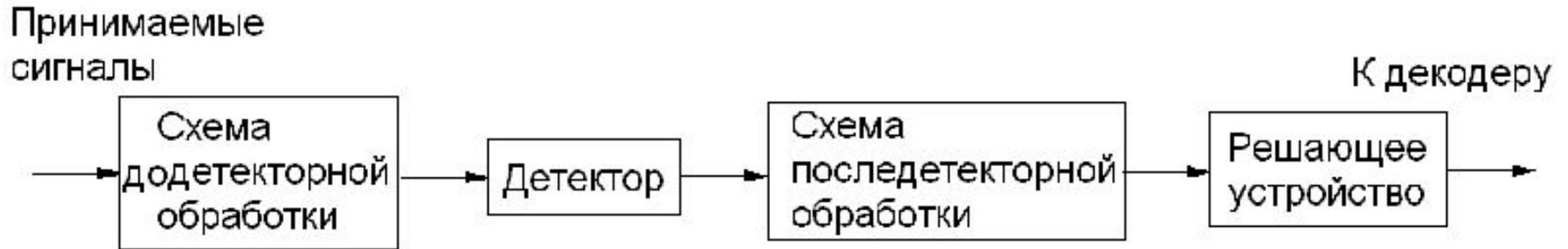


Рис. 9.1

9.2 Методы накопления

$$x_1 = s + w_1, x_2 = s + w_2, \dots, x_n = s + w_n$$

Форм. 9.1

$$\sum_{k=1}^n x_k = \sum_{k=1}^n (s + w_k) = ns + \sum_{k=1}^n w_k = b + \xi$$

Форм. 9.2

$$q_{\text{вых}} = \frac{b^2}{D\xi} = \frac{n^2 s^2}{D(\sum w_k)} = \frac{n^2 s^2}{nDw} = \frac{ns^2}{\sigma_n^2} = nq_{\text{вх}}$$

Форм. 9.3

$$\int_0^T x(t)dt = sT + \int_0^T w(t)dt = b + \xi$$

Форм. 9.4

$$q_{\text{вых}} = \frac{b^2 q_{\text{вх}}}{D} = \frac{Tq_{\text{вх}}}{\Delta} = 2TFq_{\text{вх}}$$

Форм. 9.5

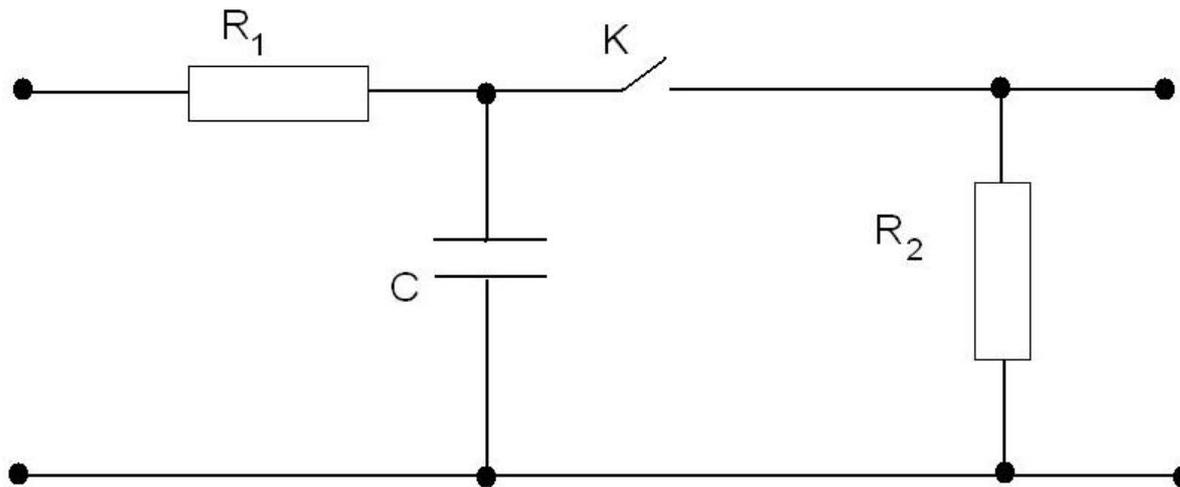


Рис. 9.2

9.3 Когерентные и некогерентные приемы

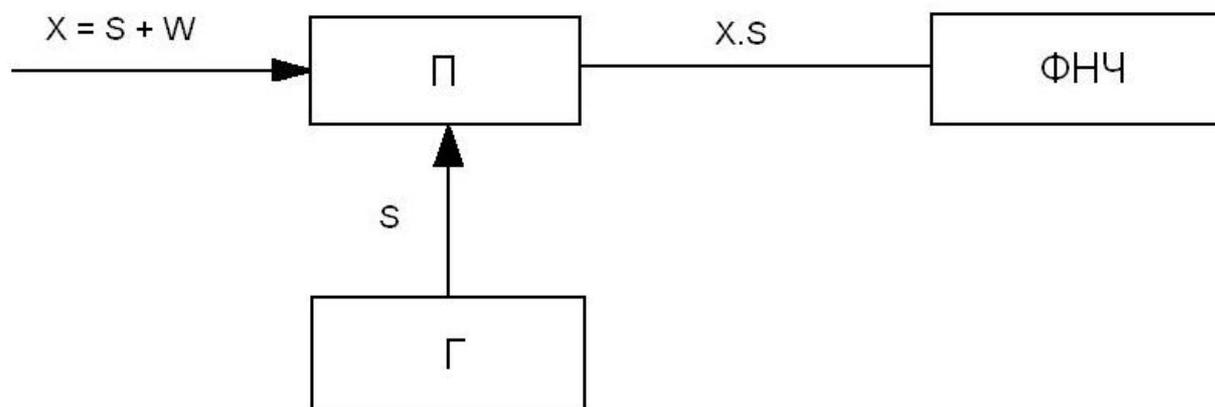


Рис. 9.3

$$s_1(t) = A(t) \cos(\omega_0 t + \theta_1) \quad \text{Форм. 9.6}$$

$$s_2(t) = A_0(t) \cos(\omega_0 t + \theta_2) \quad \text{Форм. 9.7}$$

$$s_{\text{вых}}(t) = a_2 A(t) A_0 \cos(\theta_1 - \theta_2) \quad \text{Форм. 9.8}$$

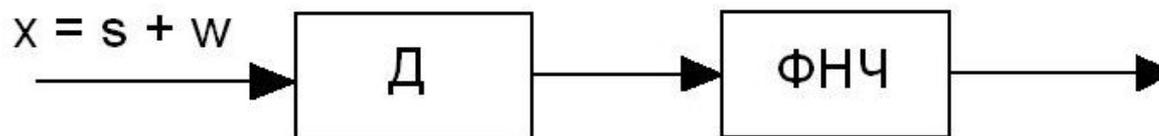


Рис. 9.4

9.4 Корреляционный и автокорреляционный методы приема

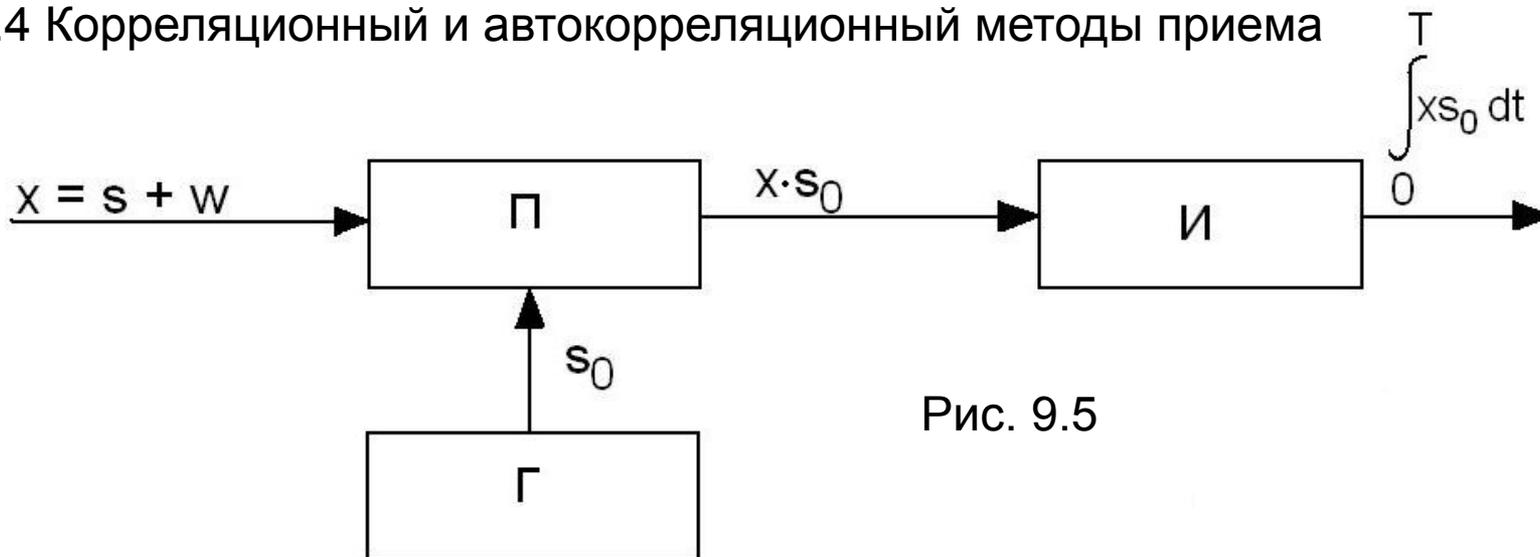


Рис. 9.5

$$q_{кз} \approx 2TFq_{вх}$$

Форм. 9.9

$$q_{нкз} \approx TFq_{вх}$$

Форм. 9.10

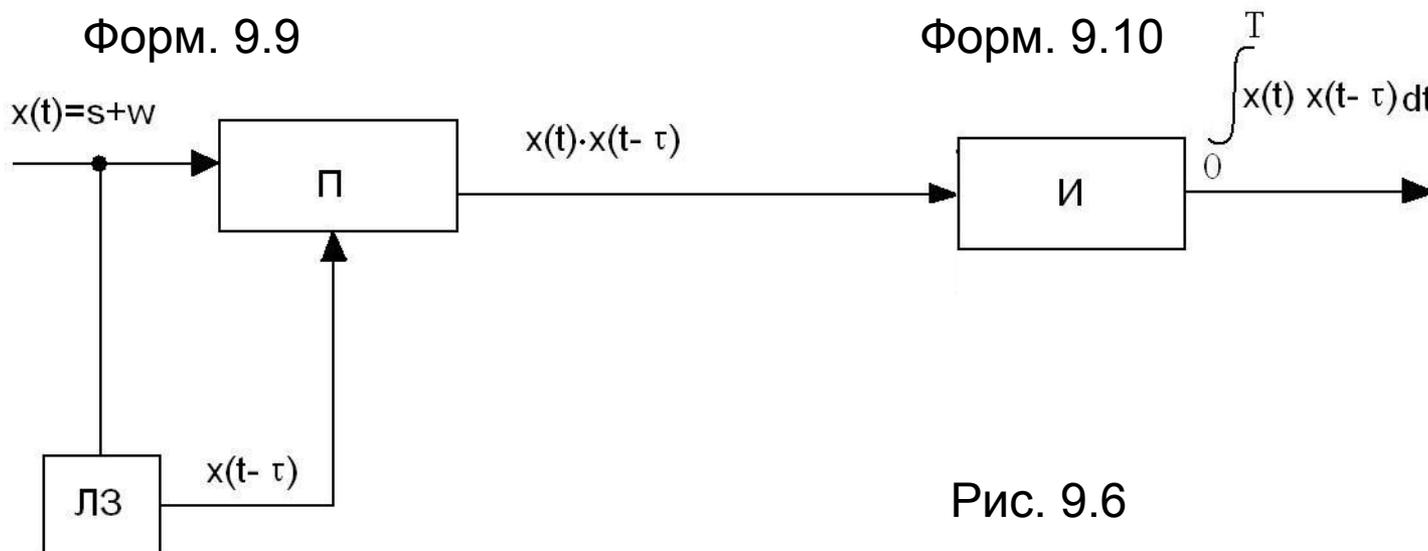


Рис. 9.6

9.5 Прием на согласованный фильтр

$$x(t) = s(t) + w(t)$$

Форм. 9.11

$$\mathcal{S}(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)e^{-j\omega t} dt = S(j\omega)e^{j\varphi(\omega)}$$

Форм. 9.12

$$G_n(\omega) = \frac{1}{2}N_0$$

Форм. 9.13

$$K(j\omega) = K(\omega)e^{j\psi(\omega)}$$

Форм. 9.14

$$y(t) = y_c(t) + y_{\Pi}(t)$$

Форм. 9.15

$$y_c(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \mathcal{S}(j\omega)K(j\omega)e^{j\omega t} d\omega =$$

$$= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega)K(\omega)e^{j[\varphi(\omega)+\psi(\omega)+\omega t]} d\omega$$

Форм. 9.16

9.5 Прием на согласованный фильтр

$$P_{cm} = |y_c(t_0)|^2 = \frac{1}{4\pi^2} \left| \int_{-\infty}^{\infty} S(j\omega) K(j\omega) e^{j\omega t_0} d\omega \right|^2$$

Форм. 9.17

$$P_n = \frac{N_0}{4\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K^2(\omega) d\omega$$

Форм. 9.18

$$q = \frac{P_{cm}}{P_n} = \frac{\left| \int_{-\infty}^{\infty} S(j\omega) K(j\omega) e^{j\omega t_0} d\omega \right|^2}{\pi N_0 \int_{-\infty}^{\infty} K^2(\omega) d\omega}$$

Форм. 9.18a

$$\left| \int f_1(x) f_2(x) dx \right|^2 \leq \int |f_1(x)|^2 dx \int |f_2(x)|^2 dx$$

Форм. 9.19

$$q_{\max} = \frac{1}{\pi N_0} \int_{-\infty}^{\infty} |S(j\omega)|^2 d\omega = \frac{2E}{N_0}$$

Форм. 9.20

9.5 Прием на согласованный фильтр

$$K(j\omega) = cS^*(j\omega)e^{j\omega t_0} = cS(\omega)e^{-j[\omega t_0 + \varphi(\omega)]} \quad \text{Форм. 9.21}$$

$$S^*(j\omega) = S(\omega)e^{-j\varphi(\omega)} \quad \text{Форм. 9.21'}$$

$$\left. \begin{aligned} K(\omega) &= cS(\omega) \\ \psi(\omega) &= -[\varphi(\omega) + \omega t_0] \end{aligned} \right\} \quad \text{Форм. 9.22}$$

$$\begin{aligned} \theta(t) &= \omega t + \varphi(\omega) + \psi(\omega) = \\ &= \omega t + \varphi(\omega) - \varphi(\omega) - \omega t_0 = \omega(t - t_0) \end{aligned} \quad \text{Форм. 9.23}$$

$$\begin{aligned} s(t) &= A & 0 \leq t \leq T \\ s(t) &= 0 & t < 0, t > T \end{aligned} \quad \text{Форм. 9.24}$$

9.5 Прием на согласованный фильтр

$$S(j\omega) = \frac{A}{j\omega} (1 - e^{j\omega T}) \quad \text{Форм. 9.25}$$

$$K(j\omega) = \frac{cA}{-j\omega} (1 - e^{j\omega T}) = \frac{cA}{j\omega} (1 - e^{-j\omega T}) \quad \text{Форм. 9.26}$$

$$\begin{aligned} s_{\text{вых}}(t) &= cA^2 t & 0 \leq t \leq T \\ s_{\text{вых}}(t) &= cA^2 (T - t) & T < t < 2T \end{aligned} \quad \text{Форм. 9.27}$$

9.5 Прием на согласованный фильтр

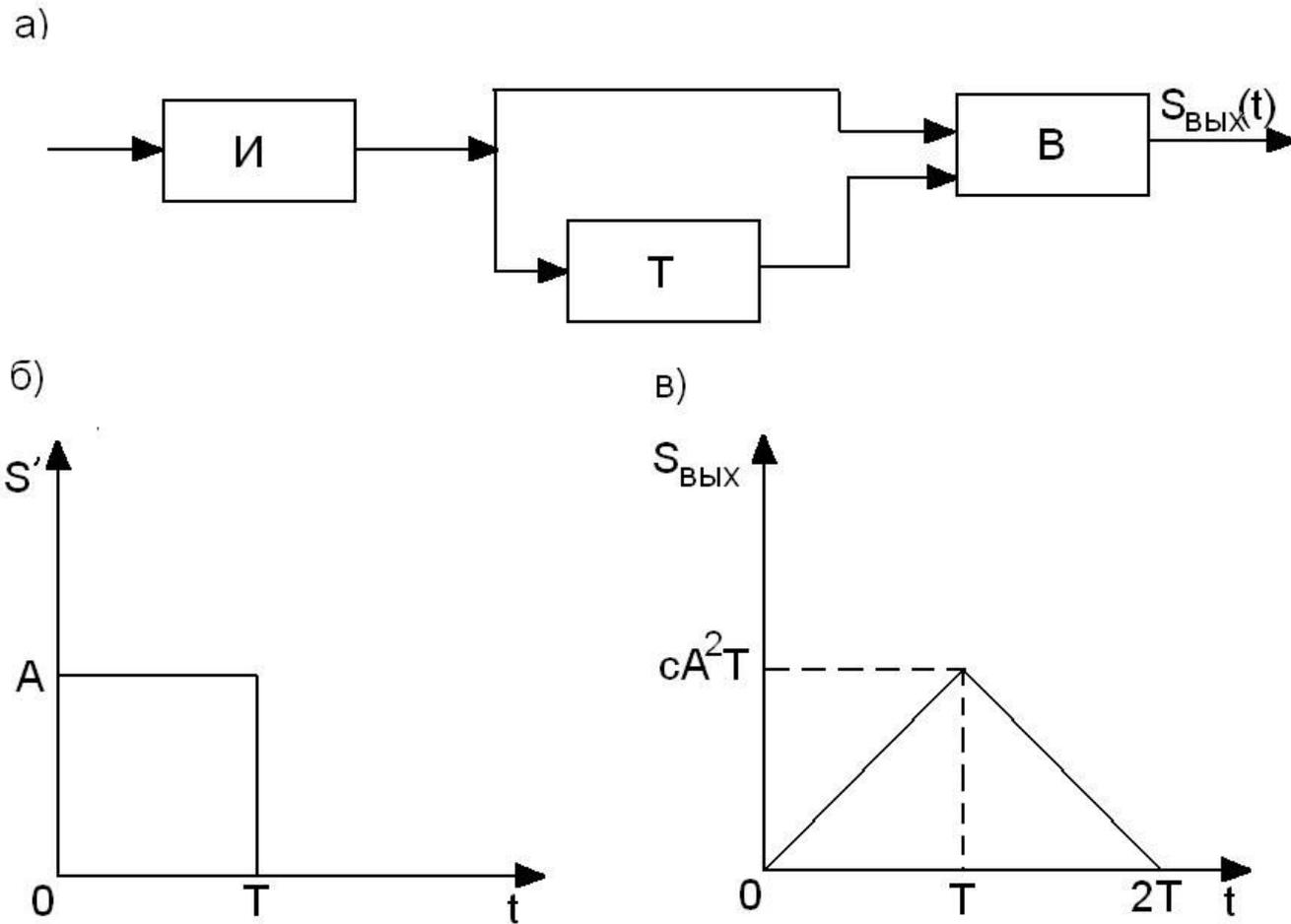


Рис. 9.7

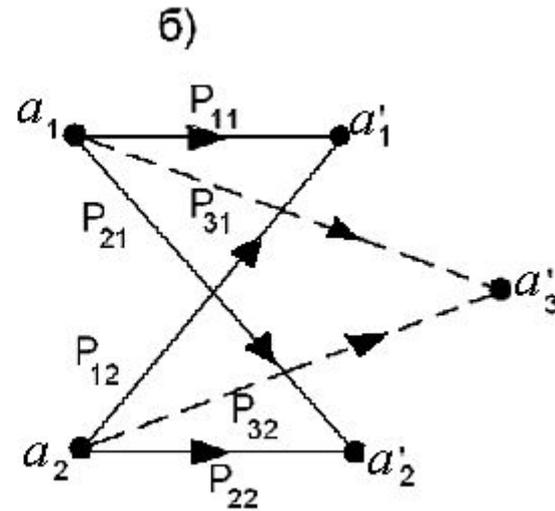
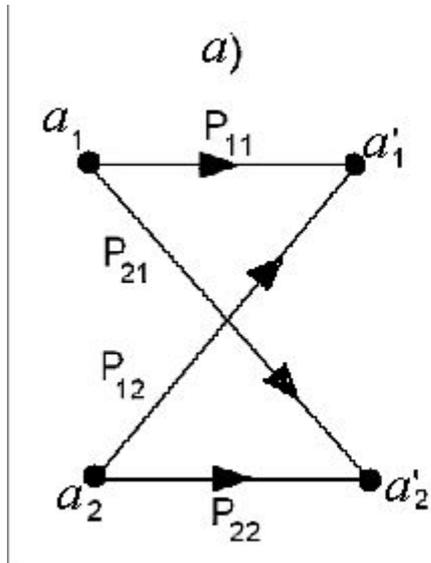
9.6 Прием сигналов как статистическая задача

$$P_0 = \sum_{i=1}^m P(s_i)[1 - P(x_j / s_i)]$$

Форм. 9.28

$$P_{11} = P_{22}$$

$$P_{12} = P_{21}$$



$$P_{11} = P_{22}$$

$$P_{12} = P_{21}$$

$$P_{13} = P_{31}$$

Рис. 9.8

9.7 Критерий оптимального приема сигналов

$$x(t) = s_k(t) + w(t)$$

Форм. 9.29

$$P(s_i / x) > P(s_j / x), j \neq i$$

Форм. 9.30

$$P(s_i / x) = \frac{P(s_i)P(x / s_i)}{P(x)}$$

Форм. 9.31

$$P(s_i)p(x / s_i) > P(s_j)p(x / s_j)$$

Форм. 9.32

$$\frac{p(x / s_i)}{p(x / s_j)} > \frac{P(s_j)}{P(s_i)}$$

Форм. 9.33

$$\Lambda = \frac{p(x / s_i)}{p(x / s_j)}$$

Форм. 9.34

$$\Lambda > \frac{P(s_j)}{P(s_i)} \quad \Lambda > 1 \quad \text{при } P(s_i) = P(s_j) = \frac{1}{m}$$

Форм. 9.35

Форм. 9.36

$$P_{12} = P(s_1 / s_2) = \int_{-\infty}^{x_0} p(x / s_2) dx$$

Форм. 9.37

$$P_{21} = P(s_2 / s_1) = \int_{x_0}^{\infty} p(x / s_1) dx$$

Форм. 9.38

Форм. 9.39

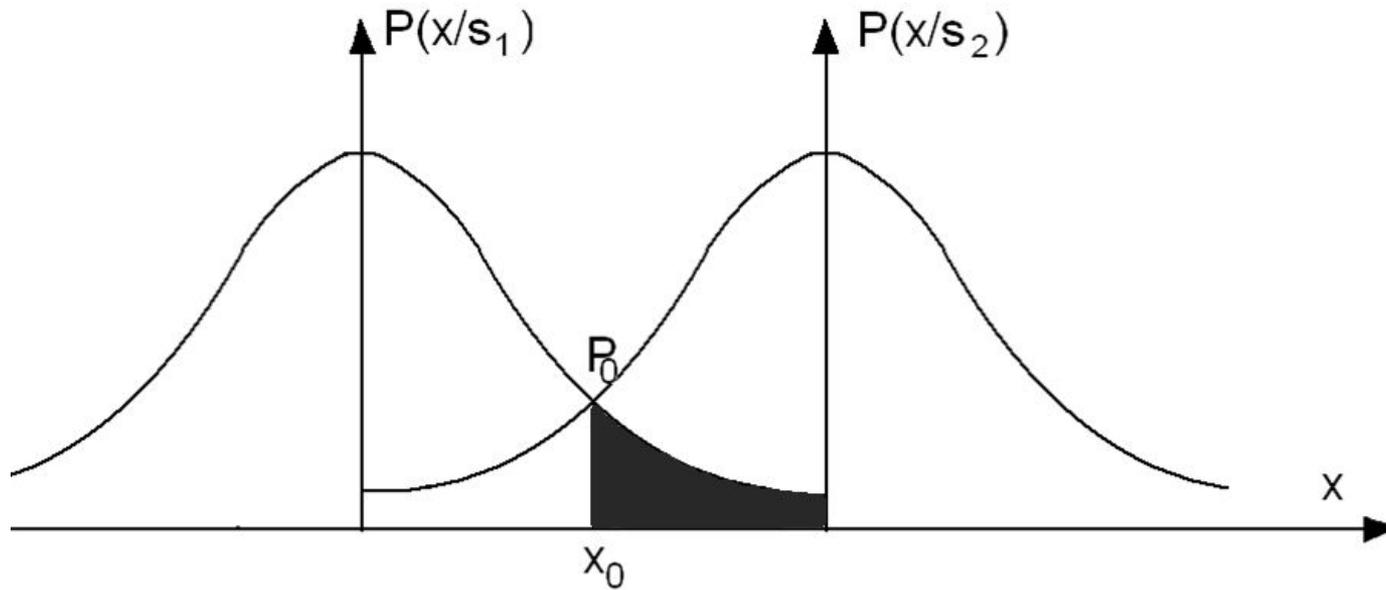


Рис. 9.9

$$P_I = P(s_2)P(s_1 / s_2) = P_2 P_{12}$$

Форм. 9.40

$$P_{II} = P(s_1)P(s_2 / s_1) = P_1 P_{21}$$

Форм. 9.41

$$P_0 = P_I + P_{II} = P_2 P_{12} + P_1 P_{21}$$

Форм. 9.42

$$P_0 = \frac{1}{2}(P_{12} + P_{21})$$

Форм. 9.43

$$r = L_{12} P_I + L_{21} P_{II} = L_{12} P_2 P_{12} + L_{21} P_1 P_{21}$$

Форм. 9.44

9.8 Оптимальный прием дискретных сигналов

$$x(t) = s_i(t) + w(t), \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad \text{Форм. 9.45}$$

$$P(s_1) = P(s_2) = \dots = P(s_m) = \frac{1}{m} \quad \text{Форм. 9.46}$$

$$\int_0^T [x(t) - s_i(t)]^2 dt < \int_0^T [x(t) - s_j(t)]^2 dt, \quad j \neq i \quad \text{Форм. 9.47}$$

9.8 Вероятность ошибки при когерентном приеме двоичных сигналов

$$\rho_{12} = \frac{1}{E} \int_0^T s_1(t) s_2(t) dt$$

Форм. 9.47

$$q_0 = \frac{E}{N_0}$$

Форм. 9.48

$$\alpha^2 = q_{\text{был}} = q_0(1 - \rho_{12})$$

Форм. 9.49

$$A_1(t) = A_0$$

Форм. 9.50

$$A_2(t) = 0$$

Форм. 9.51

$$\omega_1 = \omega_2 = \omega_0$$

Форм. 9.52

$$\alpha_{AM}^2 = \frac{1}{2} q_0$$

Форм. 9.53

$$A_1(t) = A_2(t) = A_0$$

Форм. 9.54

$$\omega_1 \neq \omega_2$$

Форм. 9.55

$$\alpha_{ЧМ}^2 = q_0$$

Форм. 9.56

$$A_1(t) = A_2(t) = A_0$$

Форм. 9.57

$$\omega_1 = \omega_2 = \omega_0$$

Форм. 9.58

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \varphi$$

Форм. 9.59

$$\alpha_{ФМ}^2 = 2q_0$$

Форм. 9.60

$$P_{Ok} = 1 - (1 - P_0)^n$$

Форм. 9.61