

### Цифровая обработка сигналов в РСА

$$J(\eta) = \left| \int_{-T/2}^{T/2} \xi(t + \eta) \dot{h}(t) dt \right| = \left| \int_{-T/2}^{T/2} \xi(\eta - t) \dot{h}(t) dt \right|$$

$$J\{m, q\} = \left| \sum_{p=0}^{N-1} \xi\{m, p+q\} \dot{h}\{m, p\} \right| = \left| \sum_{p=0}^{N-1} \xi\{m, q-p\} \dot{h}\{m, p\} \right|$$

$$J\{m, q\} = \left| \sum_{p=-N/2}^{N/2} [\xi_c\{m, p+q\} h_c^f\{m, p\} - \xi_s\{m, p+q\} h_s\{m, p\}] + j \sum_{p=-N/2}^{N/2} [\xi_c\{m, p+q\} h_s\{m, p\} + \xi_s\{m, p+q\} h_c\{m, p\}] \right|$$

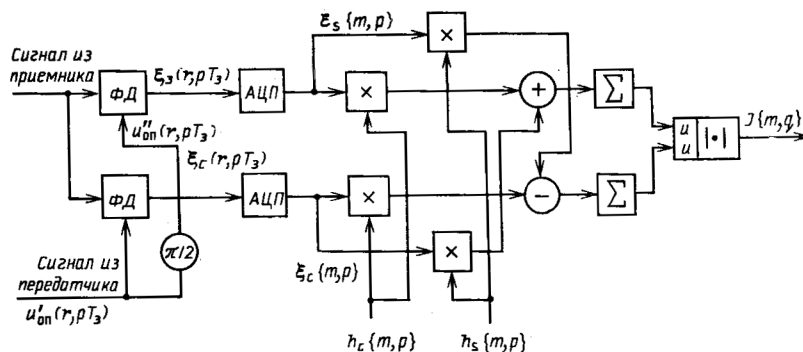


Схема обработки траекторного сигнала, представленного в виде действительной и мнимой составляющих

### Двухэтапная обработка – метод частичных сумм. Метод прямой свертки

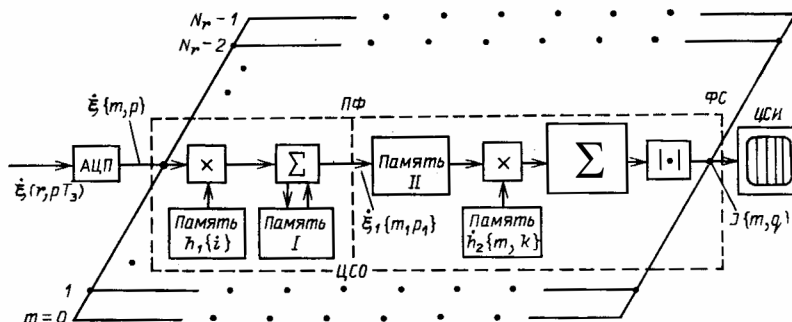
1) Предварительная фильтрация:

$$\xi_1\{m, p_1\} = \sum_{i=0}^{N_1'-1} \xi\{m, p_1 N_n + i\} h_1\{i\}; \quad p_1 = 0, 1, 2, \dots; \quad N_n = N_1'/n_1$$

2) Цифровое синтезирование:

$$J\{m, q\} = \left| \sum_{p_1=0}^{N_2-1} \xi_1\{m, p_1+q\} \dot{h}_2\{m, p_1\} \right| = \left| \sum_{p_1=0}^{N_2-1} \xi_1\{m, q-p_1\} \dot{h}_2\{m, p_1\} \right|$$

где  $N_2 = N/N_n, \quad \dot{h}_2\{m, p_1\} = \sum_{i=0}^{N_1-1} \dot{h}\{m, p_1 N_n + i\}.$



Структурная схема цифровой системы при обработке способом прямой свертки

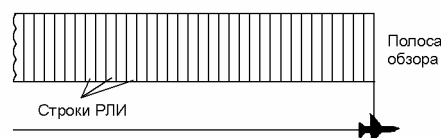


Схема формирования РЛИ при обработке способом прямой свертки

**Метод быстрой свертки:**

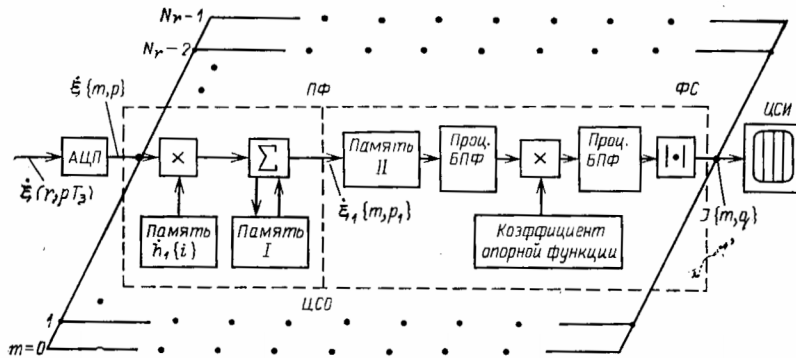
$$J(\eta) = \mathbb{F}^{-1} \left\{ \mathbb{F}[\dot{\xi}(t)] \times \mathbb{F}[\dot{h}(t)] \right\}$$

$$\dot{F}[n] = \mathbb{F}[\dot{s}(k)] = \sum_{k=0}^{N_0-1} \dot{s}(k) \exp(-j2\pi kn/N_0); \quad \dot{s}(k) = \mathbb{F}^{-1}[\dot{F}[n]] = \frac{1}{N_0} \sum_{n=0}^{N_0-1} \dot{F}[n] \exp(j2\pi kn/N_0);$$

$$J\{m, q\} = (1/N) \left| \sum_{i=0}^{N'-1} \exp(j2\pi ik/N') \left[ \sum_{p=0}^{N'-1} \xi\{m, p\} \exp(-j2\pi pi/N') \right] \left[ \sum_{k=0}^{N'-1} \dot{h}_\delta\{m, k\} \exp(-j2\pi ki/N') \right] \right|$$

$$J\{m, q\} = (1/N_3) \left| \sum_{i=0}^{N_3-1} \exp(j2\pi iq/N_3) \left[ \sum_{k=0}^{N_3-1} \exp(-j2\pi ki/N_3) \times \sum_{i=0}^{N_3-1} \xi\{m, kN_n + i\} h_1\{i\} \right] \left[ \sum_{k=0}^{N_3-1} \dot{h}_3\{m, k\} \exp(-j2\pi ki/N_3) \right] \right|.$$

$$q = 0, 1, 2, \dots, N_\delta - 1; \quad N_3 = N_2 + N_\delta - 1; \quad h_3\{m, k\} = \begin{cases} \dot{h}\{m, k\}, & k = 0, 1, \dots, N_2 - 1; \\ 0, & k \geq N_2. \end{cases}$$



Структурная схема цифровой системы при обработке способом быстрой свертки

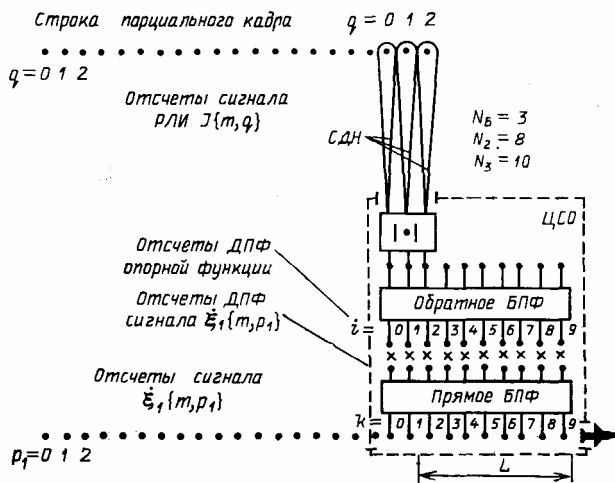


Схема формирования отсчетов РЛИ при обработке способом быстрой свертки

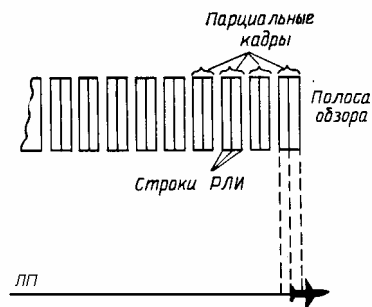


Схема формирования РЛИ при обработке сигналов способом быстрой свертки

Число операций для получения одного отсчета

Предварительная фильтрация:  $R_1 = (N_1 N_3 / N_6)_{\text{умн}} + (N_1 N_3 / N_6)_{\text{слож}}$

Синтезирование:  $R_2 = (N_3 (\log_2 N_3 + 1) / N_6)_{\text{умн}} + (N_3 / N_6)_{\text{слож}}$

### Метод гармонического анализа

Сигнал, отраженный  $i$ -й точечной целью

$$\dot{s}_{mi}(t) = U_i G(t-t_i) \exp\{-j[2\pi V^2_{\text{п}}(t-t_i)^2/\lambda r_i] - \psi_i\},$$

где  $r_m \leq r_i \leq r_m + \rho_r$ ,  $t_i = x_i/V_{\text{п}}$ ,  $x_i$  — абсцисса точечной цели,  $\dot{s}_m(t) = \sum_i \dot{s}_{mi}(t)$ ,

Опорная функция для  $r_m$ -й полосы дальности

$$\dot{h}_{mi}(t) = H(t) \exp[j2\pi V^2_{\text{п}}(t^2 - 2tt_i)/(\lambda r_m)] = h_m(t) \exp(-j\omega_{mi}t)$$

Для получения РЛИ  $i$ -й точки земной поверхности требуется найти

$$J_{mi}(\omega_i) = J_{mi}(\omega_{mi}) = \left| \int_{-T/2}^{T/2} \xi_{mi}(t) h_{mi}(t) dt \right| = \left| \int_{-T/2}^{T/2} \xi_{mi}(t) h_m(t) \exp(-j\omega_{mi}t) dt \right|$$

Для получения РЛИ группы точек земной поверхности с разными  $\omega_i$  находим

$$J_m(\omega) = \left| \int_{-T/2}^{T/2} \xi_m(t) h_m(t) \exp(-j\omega t) dt \right|, \text{ где } \omega = 4\pi V_{\text{п}}\chi/(\lambda r_m), \chi \text{ — абсцисса сигнала РЛИ.}$$

РЛИ как функция пространственной координаты

$$J_m(\chi) = \left| \int_{-T/2}^{T/2} \xi_m(t) h_m(t) \exp[-j4\pi V_{\text{п}}\chi t/(\lambda r_m)] dt \right|.$$

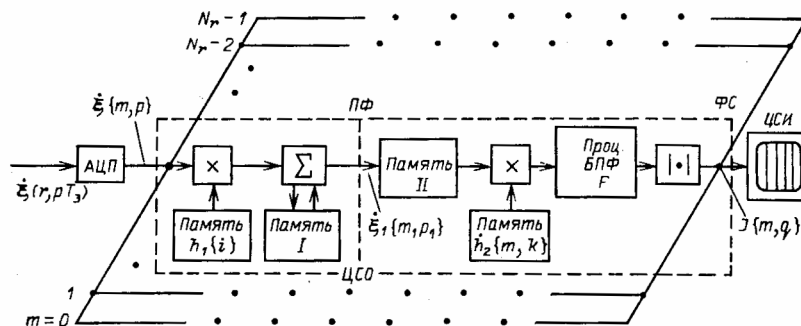
Для дискретного времени

$$J\{m, q\} = \left| \sum_{k=0}^{N_r-1} \xi\{m, k\} h\{m, k\} \exp(-j2\pi kq/N) \right|,$$

При двухступенчатой обработке

$$J\{m, q\} = \left| \sum_{k=0}^{N_2-1} h_2\{m, k\} \exp(-j2\pi kq/N_2) \sum_{i=0}^{N_1-1} \xi\{m, kN_1 + i\} h_1\{i\} \right|,$$

$$q = -N_2/2, \dots, -1, 0, 1, \dots, N_2/2, \quad k = 0, 1, \dots, N_2-1$$



Структурная схема цифровой системы при обработке способом гармонического анализа

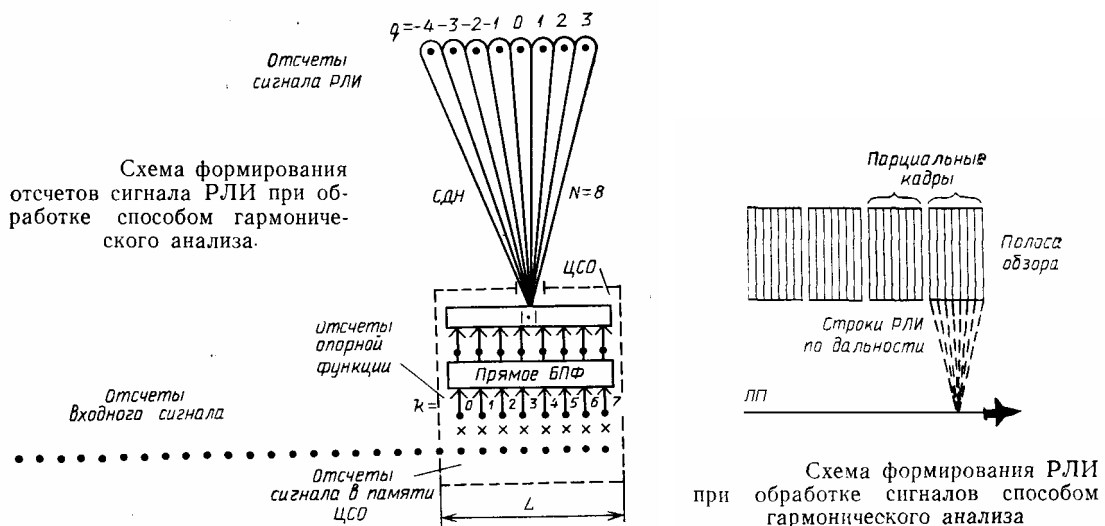


Схема формирования РЛИ при обработке сигналов способом гармонического анализа