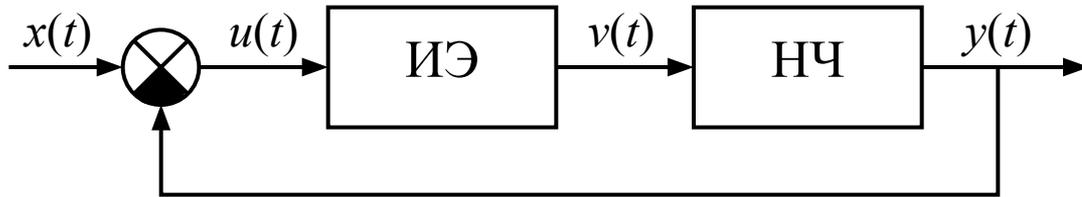


РАДИОАВТОМАТИКА

Лекция 15

**ДИСКРЕТНАЯ МОДЕЛЬ
ИМПУЛЬСНОЙ САР.
ДИСКРЕТНАЯ МОДЕЛЬ
ЦИФРОВОЙ САР**

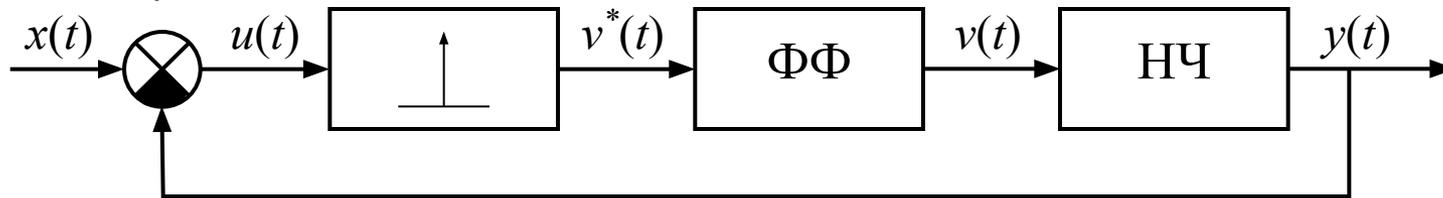
ДИСКРЕТНАЯ МОДЕЛЬ ИМПУЛЬСНОЙ СИСТЕМЫ



Для АИМ второго рода:
$$v(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} u(nT) \cdot S(t - nT),$$
 где $S(t)$ – форма импульса.

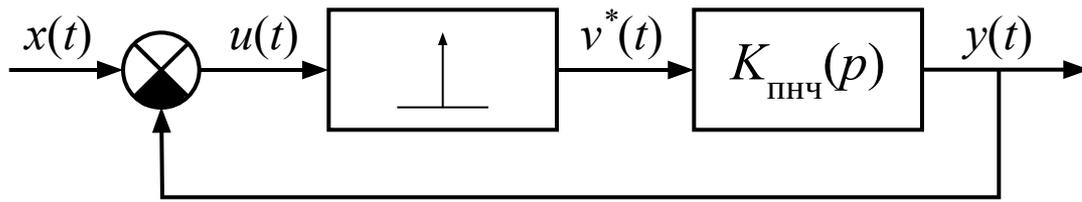
Импульсный элемент заменяется на последовательное соединение идеального δ -импульсного элемента и формирующего фильтра с передаточной функцией

$$K_{\text{фф}}(p) = \int_0^{\infty} S(t) e^{-pt} dt.$$



$$v^*(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} u(nT) \cdot \delta(t - nT).$$

Формирующий фильтр и непрерывная часть объединяются в приведенную непрерывную часть с передаточной функцией $K_{\text{пнч}}(p) = K_{\text{фф}}(p) K_{\text{нч}}(p).$

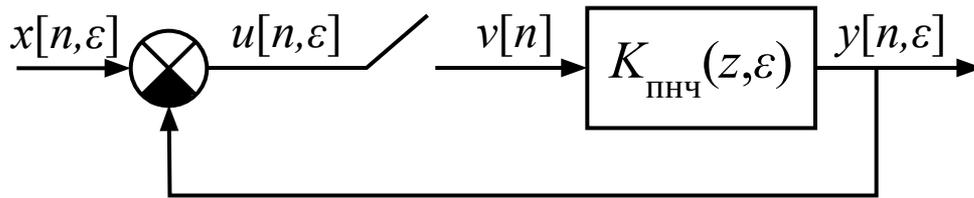


Перейдем к нормированному времени $\bar{t} = t/T$.

С изменением временного масштаба изменится и передаточная функция ПНЧ

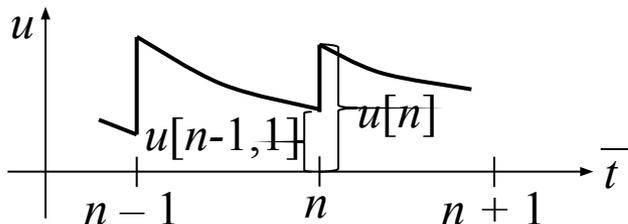
$$K_{\text{ПНЧ}}(q) = \frac{1}{T} K_{\text{ПНЧ}}\left(p = \frac{q}{T}\right), \text{ где } q = pT.$$

Составим дискретную модель импульсной системы, заменяя δ -импульсный элемент ключом, импульсный процесс $v^*(t)$ – решетчатой функцией $v[n]$, а непрерывные процессы – смещенными решетчатыми функциями.



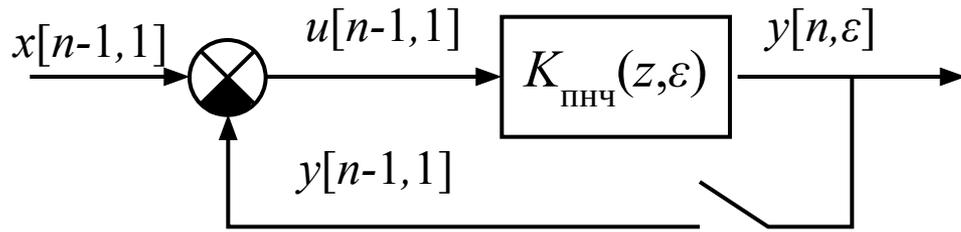
Дискретная передаточная функция ПНЧ $K_{\text{ПНЧ}}(z, \varepsilon) = Z\{K_{\text{ПНЧ}}(q)\}$ находится по таблицам Z-преобразования.

По умолчанию считается, что ключ вырезает из входного процесса $u[n, \varepsilon]$ значения слева от момента дискретизации.



$$v[n] = u[n-1, 1].$$

Модель, более удобная для анализа, получится, если перенести ключ через вычитающее устройство.



Найдем передаточную функцию замкнутой системы как отношение Z-преобразований выходного и входного процессов

$$K_3(z, \varepsilon) = \frac{Z\{y[n, \varepsilon]\}}{Z\{u[n-1, 1]\}} = \frac{Y(z, \varepsilon)}{z^{-1}U(z, 1)}.$$

$$Y(z, \varepsilon) = Z\{u[n-1, 1]\}K_{\text{ПНЧ}}(z, \varepsilon) = z^{-1}U(z, 1)K_{\text{ПНЧ}}(z, \varepsilon) = z^{-1}(X(z, 1) - Y(z, 1))K_{\text{ПНЧ}}(z, \varepsilon).$$

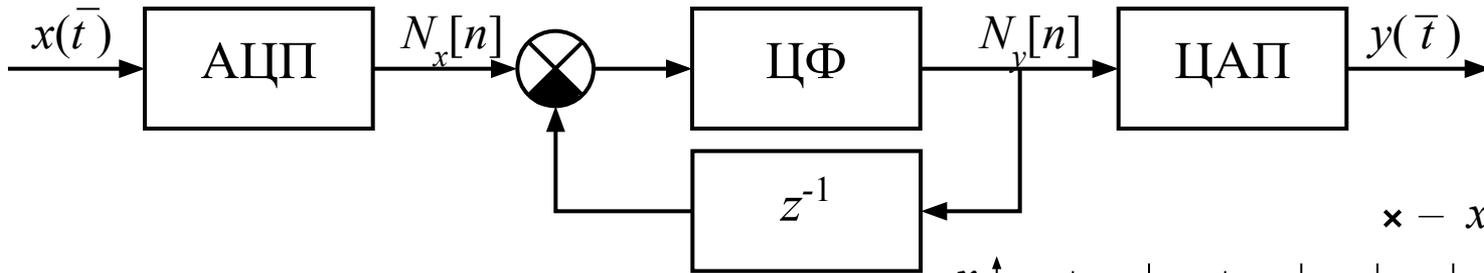
Примем $\varepsilon = 1$

$$Y(z, 1) = z^{-1}(X(z, 1) - Y(z, 1))K_{\text{ПНЧ}}(z, 1), \quad Y(z, 1) = \frac{z^{-1}X(z, 1)K_{\text{ПНЧ}}(z, 1)}{1 + z^{-1}K_{\text{ПНЧ}}(z, 1)}.$$

$$Y(z, \varepsilon) = z^{-1}(X(z, 1) - \frac{z^{-1}X(z, 1)K_{\text{ПНЧ}}(z, 1)}{1 + z^{-1}K_{\text{ПНЧ}}(z, 1)})K_{\text{ПНЧ}}(z, \varepsilon) = \frac{z^{-1}X(z, 1)K_{\text{ПНЧ}}(z, \varepsilon)}{1 + z^{-1}K_{\text{ПНЧ}}(z, 1)}$$

$$K_3(z, \varepsilon) = \frac{K_{\text{ПНЧ}}(z, \varepsilon)}{1 + z^{-1}K_{\text{ПНЧ}}(z, 1)}.$$

ДИСКРЕТНАЯ МОДЕЛЬ ПОЛНОСТЬЮ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ



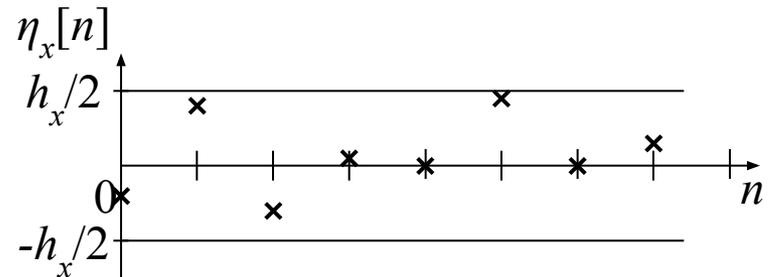
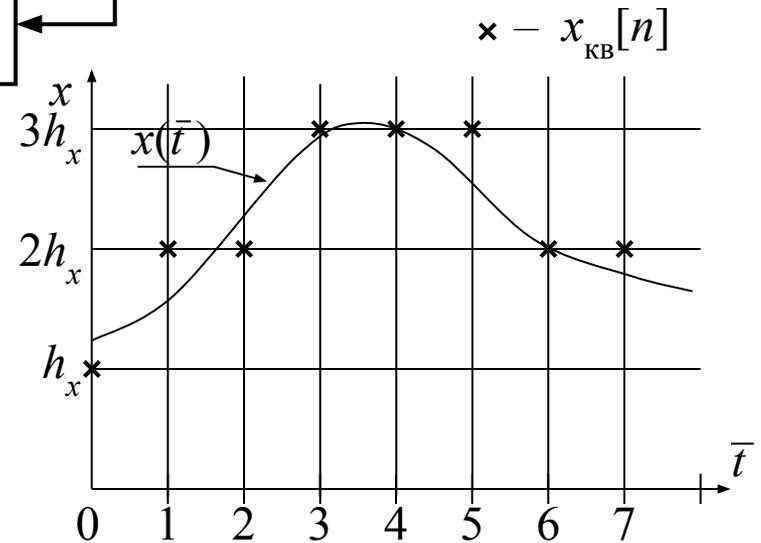
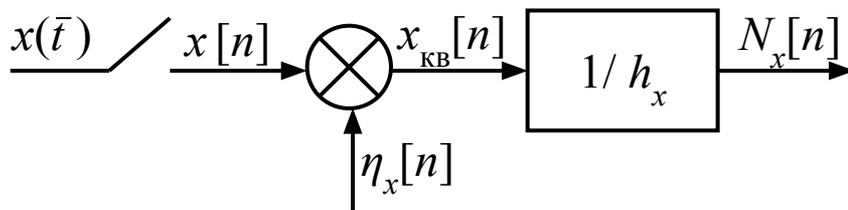
В АЦП производятся следующие операции:

- дискретизация процесса во времени,
- квантование процесса по уровню,
- перевод отсчетов в безразмерный код.

$$x_{\text{КВ}}[n] = x[n] + \eta_x[n].$$

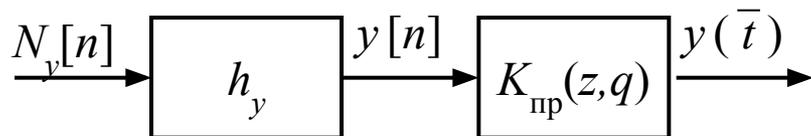
$\eta_x[n]$ – шум квантования.

$$\sigma_{\eta}^2 = h_x^2/12$$

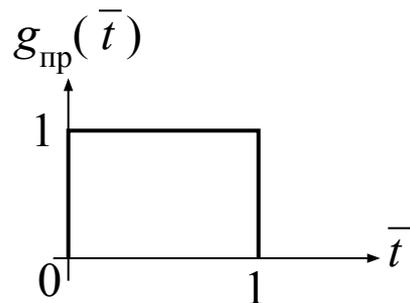


В ЦАП производятся следующие операции:

- перевод безразмерного кода в размерную величину,
- преобразование дискретного процесса в непрерывный.



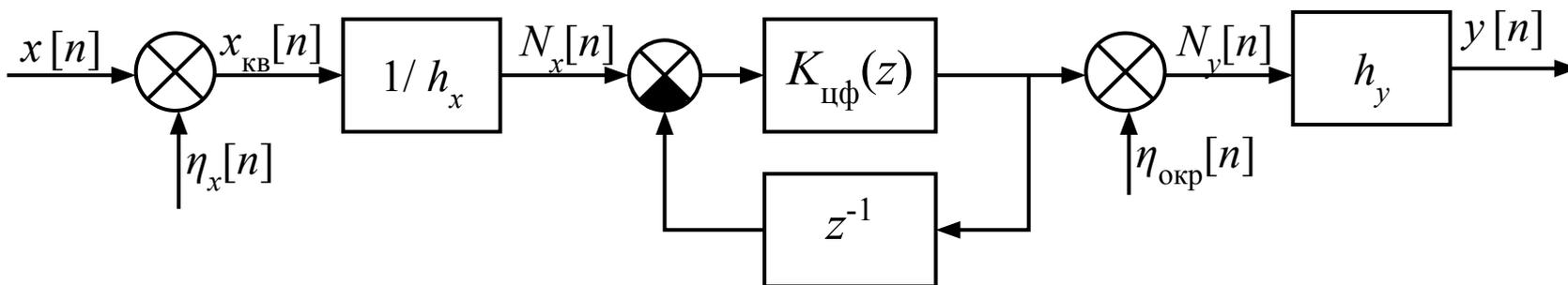
Преобразование дискретного процесса в непрерывный осуществляется фиксатором нулевого порядка.



$$g_{\text{пр}}(\bar{t}) = 1(\bar{t}) - 1(\bar{t} - 1).$$

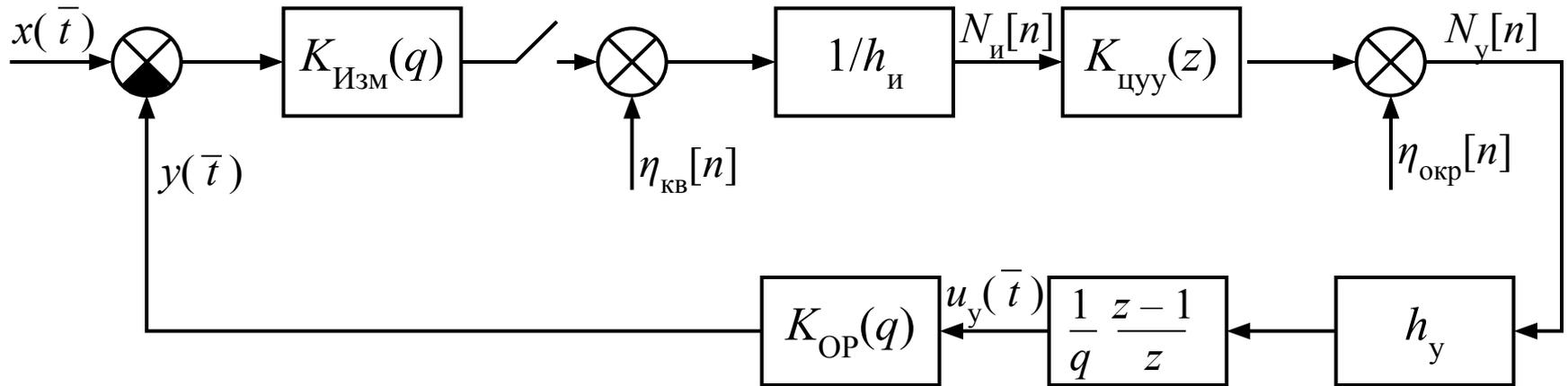
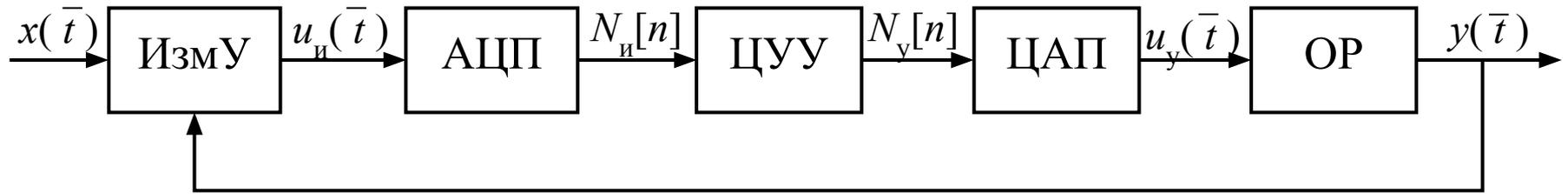
$$K_{\text{пр}}(z, q) = L\{g_{\text{пр}}(\bar{t})\} = 1/q - e^{-q}(1/q) = (1/q)(1 - z^{-1}) = \frac{1}{q} \frac{z - 1}{z}$$

Дискретная модель системы.



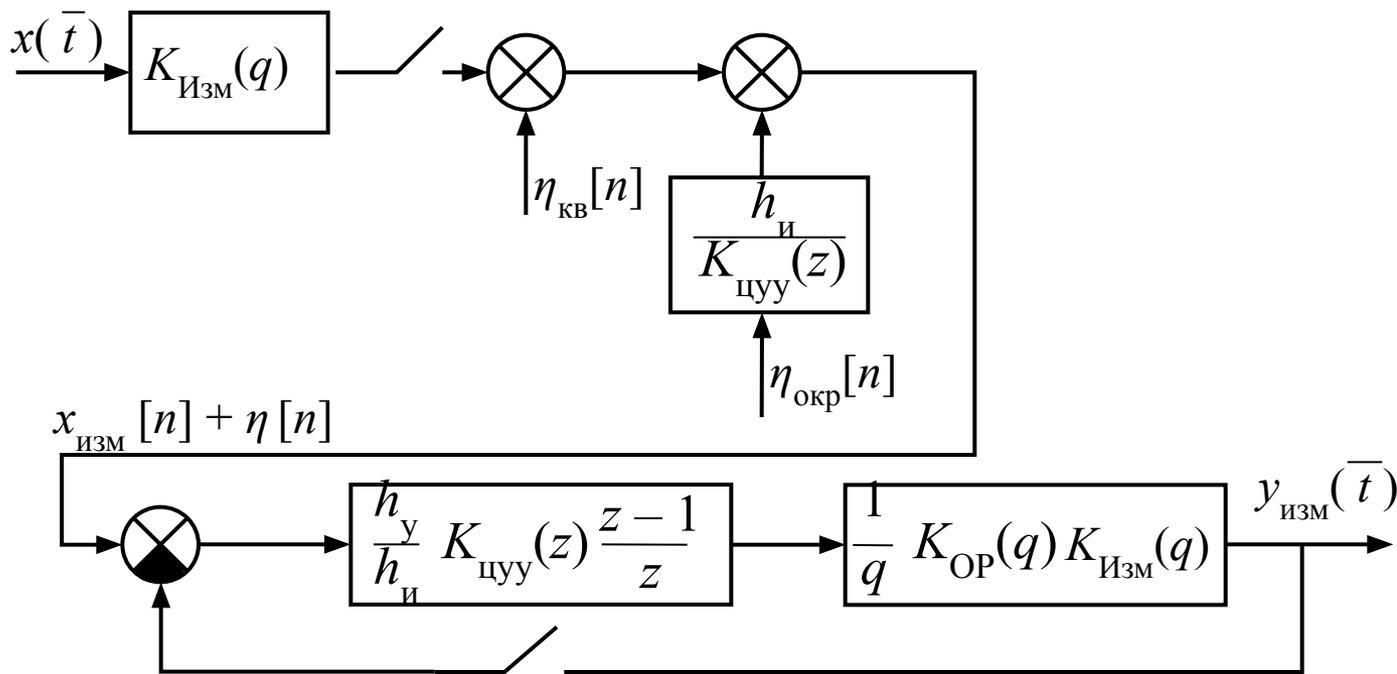
Передаточная функция замкнутой системы:
$$K_3(z) = \frac{K_{\text{цф}}(z)}{1 + z^{-1}K_{\text{цф}}(z)}$$

ДИСКРЕТНАЯ МОДЕЛЬ ЦИФРО-АНАЛОГОВОЙ СИСТЕМЫ

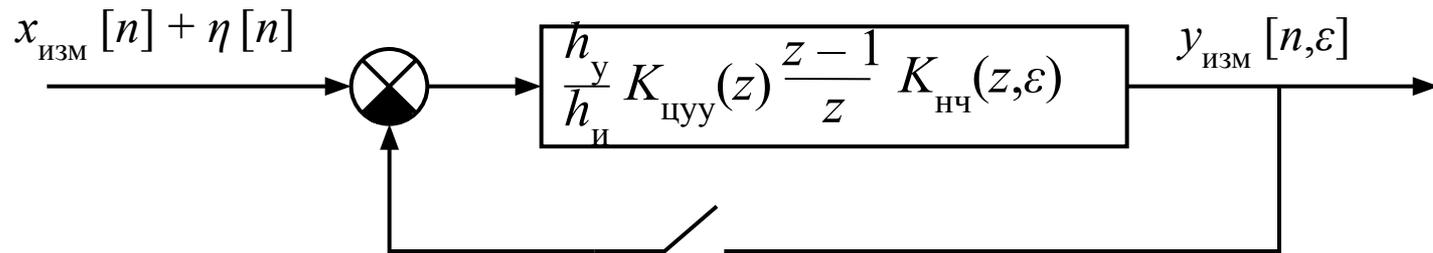


Преобразуем модель:

перенесем звено $K_{изм}(q)$ и ключ через вычитающее устройство,
 приведем помехи ко входу,
 объединим все дискретные и непрерывные звенья.



Дискретная передаточная функция непрерывной части определяется как Z-преобразование от непрерывной передаточной функции $K_{\text{НЧ}}(z, \varepsilon) = Z\{K_{\text{НЧ}}(q)\}$.



$$K_p(z, \varepsilon) = \frac{h_y}{h_u} K_{\text{ЦУУ}}(z) \frac{z-1}{z} K_{\text{НЧ}}(z, \varepsilon) \quad K_3(z, \varepsilon) = \frac{K_p(z, \varepsilon)}{1 + z^{-1} K_p(z, 1)}$$