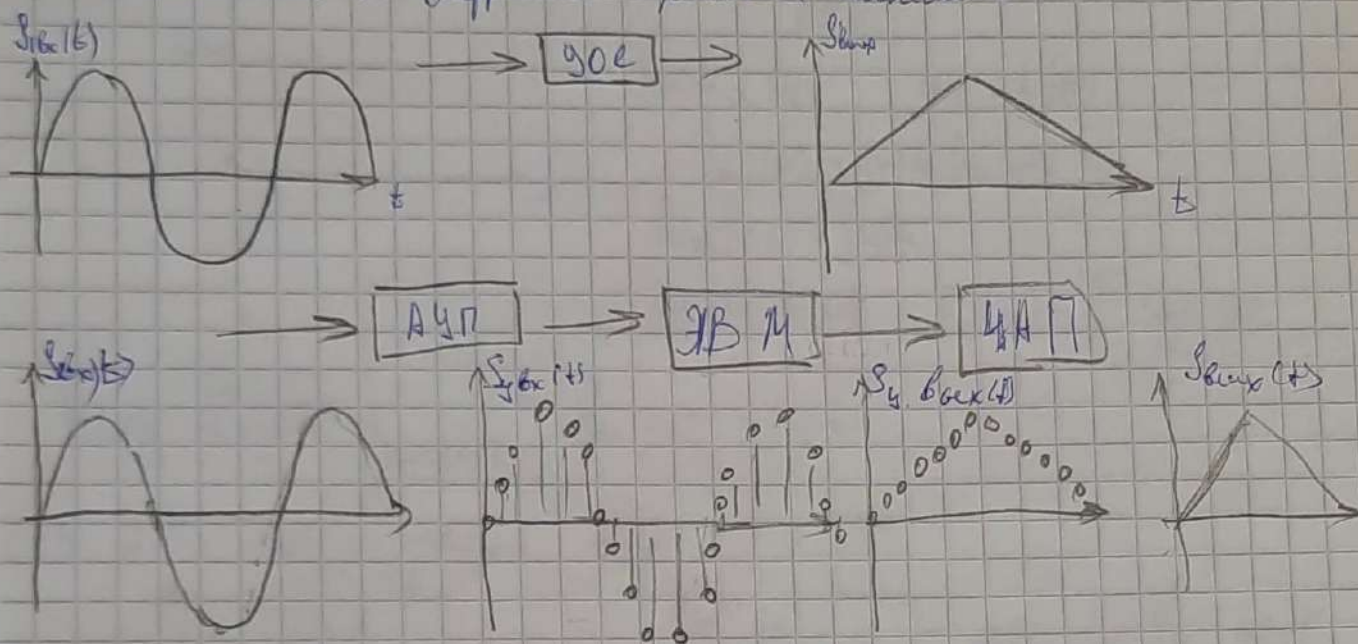


# Разработка и тестирование радиотехнических систем. - 2

## Тема 1. Введение в цифровую обработку сигналов

### 1. Аналоговая и цифровая обработка сигналов

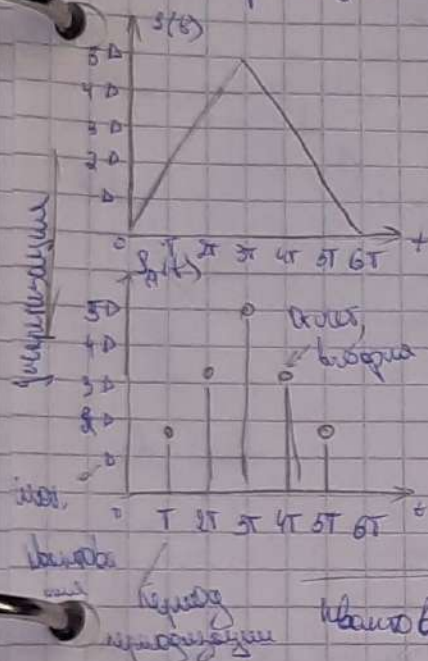


## 2. Сравнение аналоговой и цифровой обработки сигналов

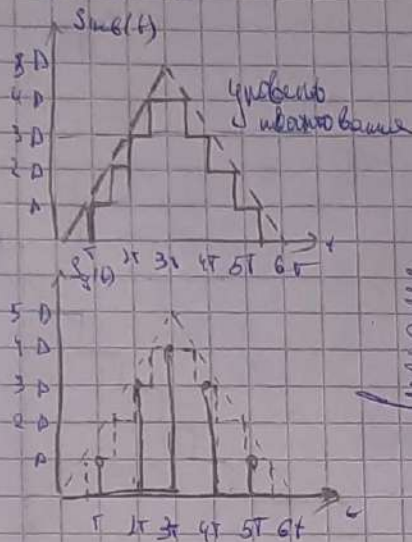
Критерий	Аналог. обр.	Цифр. обр.
Универсальность	Конфигурируемые	Программируемые
Возможность изменения алгоритма без изменения структуры устройства	Нет	Да
Времены межкомандного кодирования (согласование реализации последовательных этапов обработки сигналов)	Да	Нет
Требования роста многобаритных микросхем при увеличении сложности и многообразия вариантов обработки сигнала	Да	Нет
Число элементов обработки сигналов	Собственно микросхемы АЦП	Богатейшие дискретизации и коммутации
Специализация проектирования	Цифровое программирование	Непрямая реализация алгоритмов описания алгоритмов



### 3. Классификация сигналов



### аналогов



Непрерывный/аналоговый сигнал  $s(t)$  который в любой момент может принимать произвольное значение из некоторой области значений  $R$ .

Дискретный сигнал  $s_d(t)$ , который может быть отличен от нуля только в определенные моменты времени и может принимать произвольные значения из некоторой области значений  $R$ .

Квантовый сигнал  $s_q(t)$  который может быть отличен от нуля в любой момент времени и может принимать только сред значение из  $R$ .

Дискретный квантовый сигнал называется усреднением  $s_q(t)$ .

### 4. Основ. термины

Дискретизация - формирование последовательности чисел, соответствующих мгновенным значениям аналогового или квантового сигнала

Отсчет/выборка - мгновенное значение аналогового сигнала  $s(nT)$

Момент дискретизации - момент времени, в который берется отсчет сигнала  $t_n = nT, n \in \mathbb{Z}$

Квантование - замена значений аналогового и дискретного сигнала значениями  $k$  или значениями соответствующим уровнем квантования

Уровень квантования - уровень одного из разрешенных значений квантового сигнала

Период/интервал/шаг дискретизации - временной интервал, с которым

берутся отсчеты сигнала  $T$  или  $T_d$

Шаг/интервал квантования - разность между соседними уровнями квантования  $\Delta$

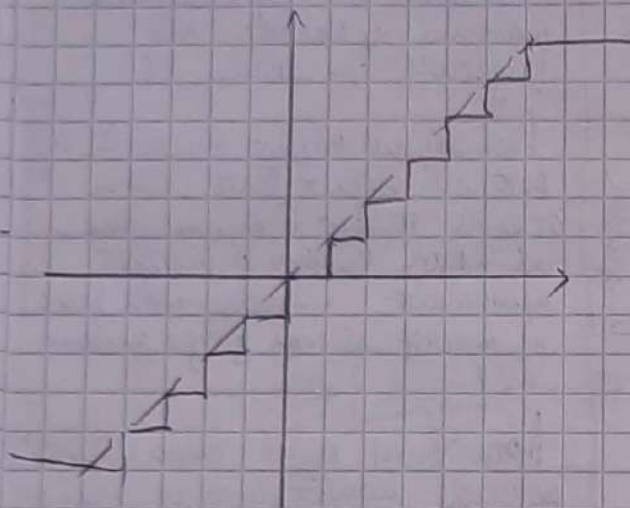
Частота дискретизации - величина  $\omega_A = \frac{2\pi}{T}$ ;  $f_A = \frac{1}{T}$ ;  $\omega_A = 2\pi f_A$

называются круговой и импульсной частотами дискретизации соответственно.



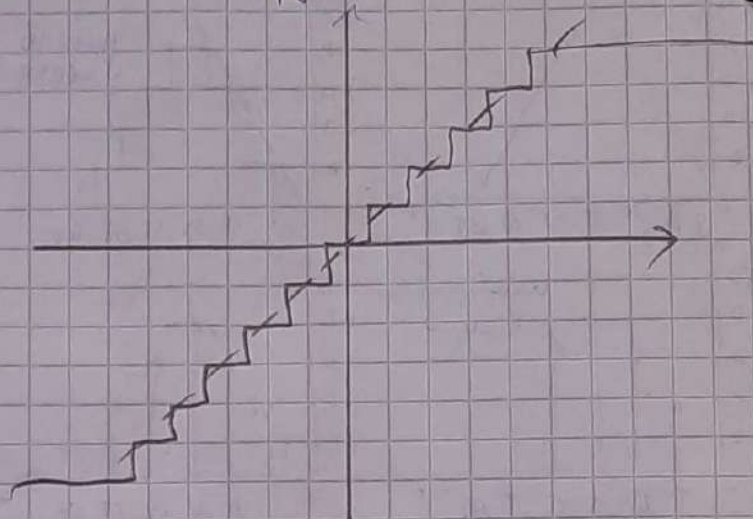
# 5. Кварцовые

с удержанием



$$S_1 \leq S \leq S_{inc} \Rightarrow S_{ab} = S_1$$

с выпуклением



$$S_1 - \frac{A}{2} \leq S \leq S_1 + \frac{A}{2} \Rightarrow S_{ab} = S_1$$

$$S(t) = A \cos(\omega, t)$$

$$S_n = \sum_{n=2}^N A_n \cos(\omega_n)$$

$$S_{ab}(t) = A \cos(\omega, t) + \sum_{n=2}^N A_n \cos(\omega_n t)$$

$$P = \frac{A_0^2}{2}$$

$$P_n = \sum_{n=2}^N \frac{A_n^2}{n}$$

$$q_{bn} = \frac{P}{P_n}$$

$$S_{ab} = A \cos(\omega, t) + k A \cos(5\omega, t) + 0,5 k A \cos(12\omega, t)$$

$$A_1 = 1B$$

$$k = 0,5 B$$

$$q_{bn} \gg 1$$

$$0 < A_1$$

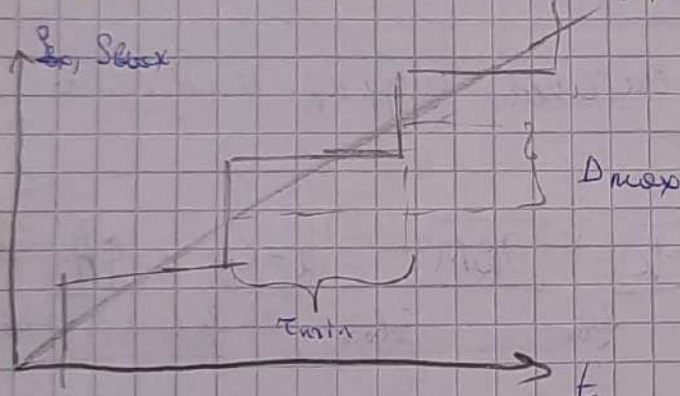


$$k = 0,7 \div 0,9$$

30

$$\left. \begin{aligned} q_{\text{max-min}} &\geq k q_{\text{ex}} \\ q_{\text{ex}} &= \frac{1}{\frac{1}{q_{\text{ex}}} + \frac{1}{q_{\text{e}}}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{1}{\frac{1}{q_{\text{ex}}} + \frac{1}{q_{\text{e-min}}}} \geq k q_{\text{ex}} \Rightarrow q_{\text{e-min}} \geq \frac{k}{1-k} q_{\text{ex}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{\text{e-max}} = \frac{1-k}{k} P_1 \approx \frac{1-k}{k} \frac{P}{q_{\text{ex}}}$$



$$\max |S'(t)| \approx \frac{D_{\text{max}}}{T_{\text{min}}}$$

$$S(t) = A_1 \cos(\omega_1 t)$$

$$\max |S'(t)| = A_1 \omega_1$$

$$T_{\text{min}} \approx \frac{D_{\text{max}}}{A_1 \omega_1}$$

$$\Delta \omega = \frac{2\pi}{T_{\text{min}}} \approx 2\pi \frac{A_1 \omega_1}{D_{\text{max}}}$$

$$N_e \propto \frac{\Delta \omega}{\omega_1} \approx 2\pi \frac{A_1}{D_{\text{max}}}$$

$$\left. \begin{aligned} N_e &\approx 2\pi \frac{A_1}{D_{\text{max}}} \\ P_{\text{e-max}} &= N_e \frac{E^2}{2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow P_{\text{e-max}} = N_e \frac{D_{\text{max}}^2}{2 N_e^2} = \frac{D_{\text{max}}^2}{2 N_e} = \frac{D_{\text{max}}^2}{2 \cdot 2\pi \frac{A_1}{D_{\text{max}}}} = \frac{A_1^3}{4\pi A_1} \Rightarrow$$

$$D_{\text{max}} \approx N_e E$$

$$\left. \begin{aligned} D_{\text{max}} &\approx \sqrt[3]{4\pi A_1 P_{\text{e-max}}} \\ P_{\text{e-max}} &= \frac{1-k}{k} \frac{P}{q_{\text{ex}}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow D_{\text{max}} = \sqrt[3]{4\pi \frac{1-k}{k} \frac{PA_1}{q_{\text{ex}}}} = \sqrt[3]{2\pi \frac{1-k}{k} \frac{A_1^3}{q_{\text{ex}}}} \approx k' \frac{A_1^3}{\sqrt[3]{q_{\text{ex}}}}$$

$$k' \approx \sqrt[3]{2\pi \frac{1-k}{k}} \approx 0,9 \div 1,4 \approx 1 \quad D_{\text{max}} \approx \sqrt[3]{\frac{A_1}{q_{\text{ex}}}}$$

$$h \approx 2A_1 \quad N_{KB} \geq \frac{h}{\rho_{max}} - 5$$

$$B \geq \log_2 N_{KB} = \log_2 \left( \frac{h}{\rho_{max}} - 5 \right) = B_{min}$$

$$B_{min} = \log_2 \left( \frac{2A_1}{A_1 / \sqrt[3]{96\rho}} - 1 \right) = \log_2 \left( 2 \sqrt[3]{96\rho} - 1 \right)$$

$$B \geq B_{min} \Rightarrow N_{KB} \approx 2^B \Rightarrow \Delta = \frac{h}{N_{KB} + 5}$$

6. Обученная структура системы передачи сигналов

