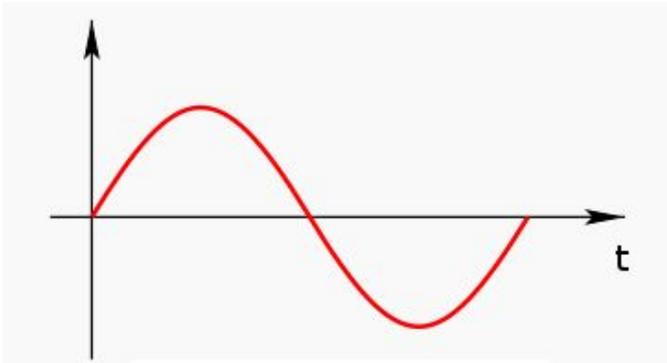


# Два типа сигналов

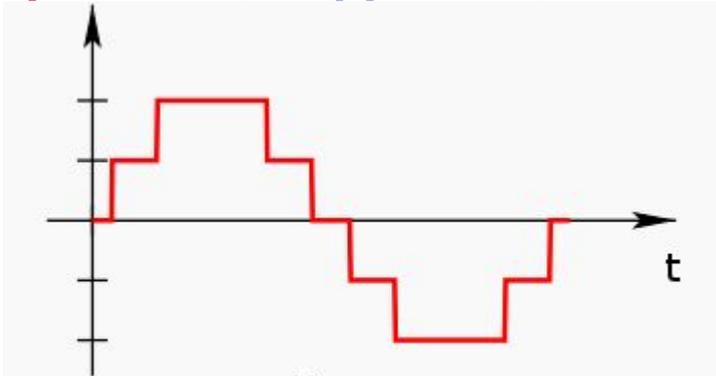
## Непрерывный (аналоговый) сигнал



Непрерывный | Аналоговый сигнал

принимать любые значения в пределах некоторого интервала

## Дискретный (цифровой) сигнал



Дискретный | Цифровой сигнал



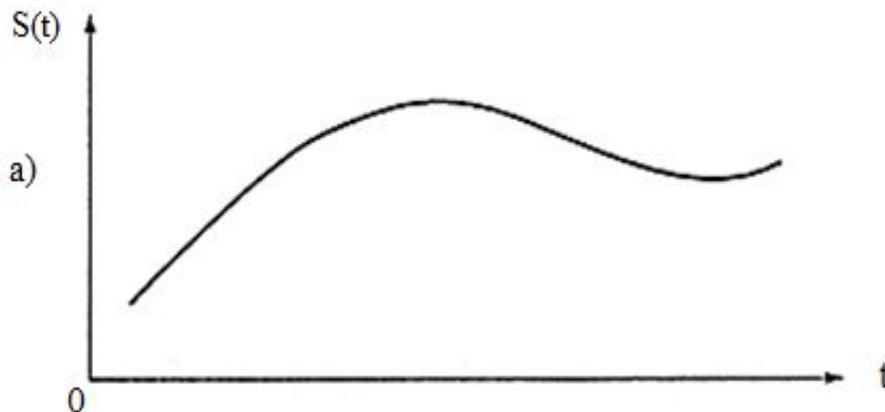
Сигнал может принимать конечное число значений на определенном интервале

# Аналого – цифровой преобразователь

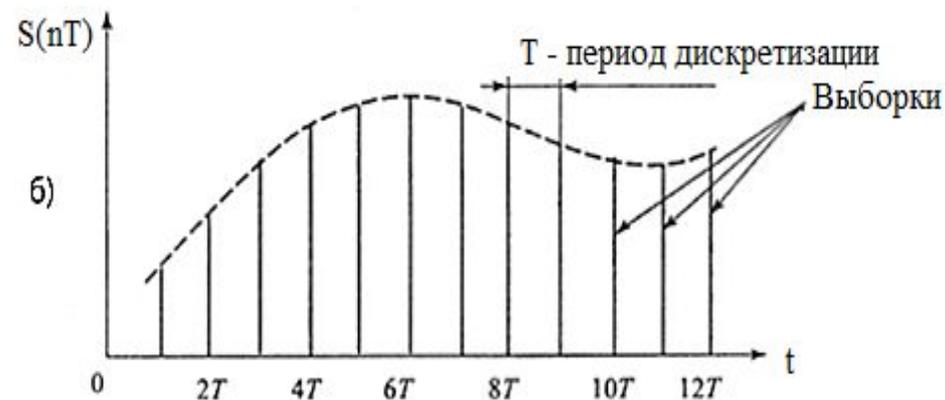
- Аналого-цифровой преобразователь **АЦП** (Analog-to-digital converter, **ADC**)
  - преобразует входной непрерывный (аналоговый) сигнал в последовательность (массив) двоичных чисел.
- Процесс преобразования включает в себя три основные операции:
  - - **дискретизацию;**
  - - **квантование;**
  - - **кодирование.**

# Дискретизация

- По заданному аналоговому сигналу  $S(t)$  строится дискретный сигнал  $S(nT)$ , причем  $S(nT) = S(t)$ .
  - Физически такая операция эквивалентна мгновенной фиксации выборки дискретных значений непрерывного сигнала  $S(t)$  в моменты времени  $t = nT$ , после чего образуется последовательность выборочных значений  $\{S(nT)\}$ , где  $n$  – номер отсчёта.
- Период времени, через который запоминаются дискретные значения сигнала называется **периодом дискретизации** или **частотой дискретизации**.



Аналоговый



Дискретный

# Частота дискретизации

- Теорема **Котельникова – Найквиста**
  - для восстановления аналогового сигнала по дискретным значениям частота дискретизации должна как минимум в **два раза превышать** максимальную частоту  $f_{\max}$  преобразуемого аналогового сигнала  $S(t)$
- Например, для преобразования звука ( в полосе частот 0 -20 КГц) частота дискретизации аудиокарты должна быть не менее 40 КГц.
- Реально частота современных аудиокарт составляет 48кГц или 96кГц.

# Квантование и кодирование

## ■ Квантование

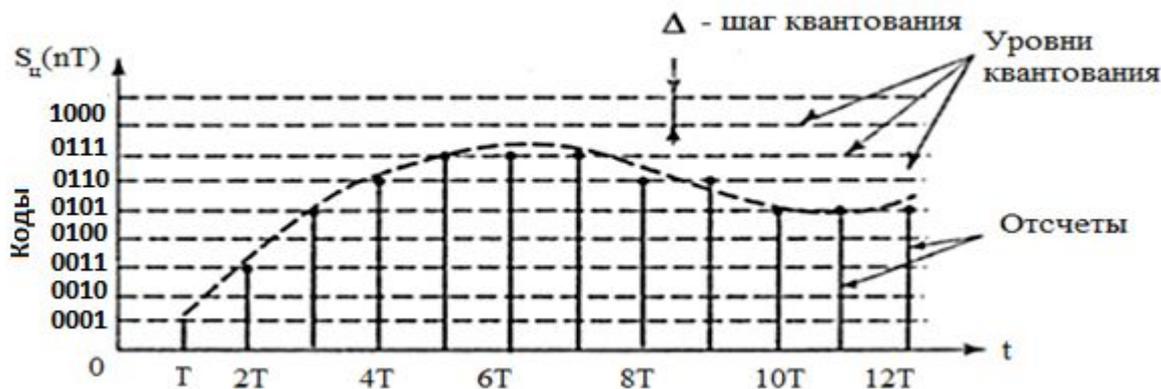
- Весь диапазон в котором изменяется амплитуда сигнала разбивается на уровни, которые называются **квантами**.

## ■ Кодирование

- Каждому кванту присваивается определённый номер.
- Эти номера кодируются двоичным кодом, а их число  $N$  выбирается равным  $2^m$ , где  $m$  - разрядность кода или разрядность АЦП.

## ■ Шаг квантования или разрешающая способность.

- Значение сигнала между двумя уровнями
- Влияет на точность преобразования и определяет минимальный сигнал, ко



## Разрешающая способность (шаг квантования)

- При диапазоне входных напряжений от 0В до 5 В и использовании 10-битного АЦП мы имеем следующую разрешающую способность :

$$\frac{5V}{1024} = 0,0049V = 4,9мВ$$

- Сигналы менее 4,9 мВ не будут восприниматься АЦП
- Для 24-разрядного АЦП разрешающая способность составляет 0,3мВ

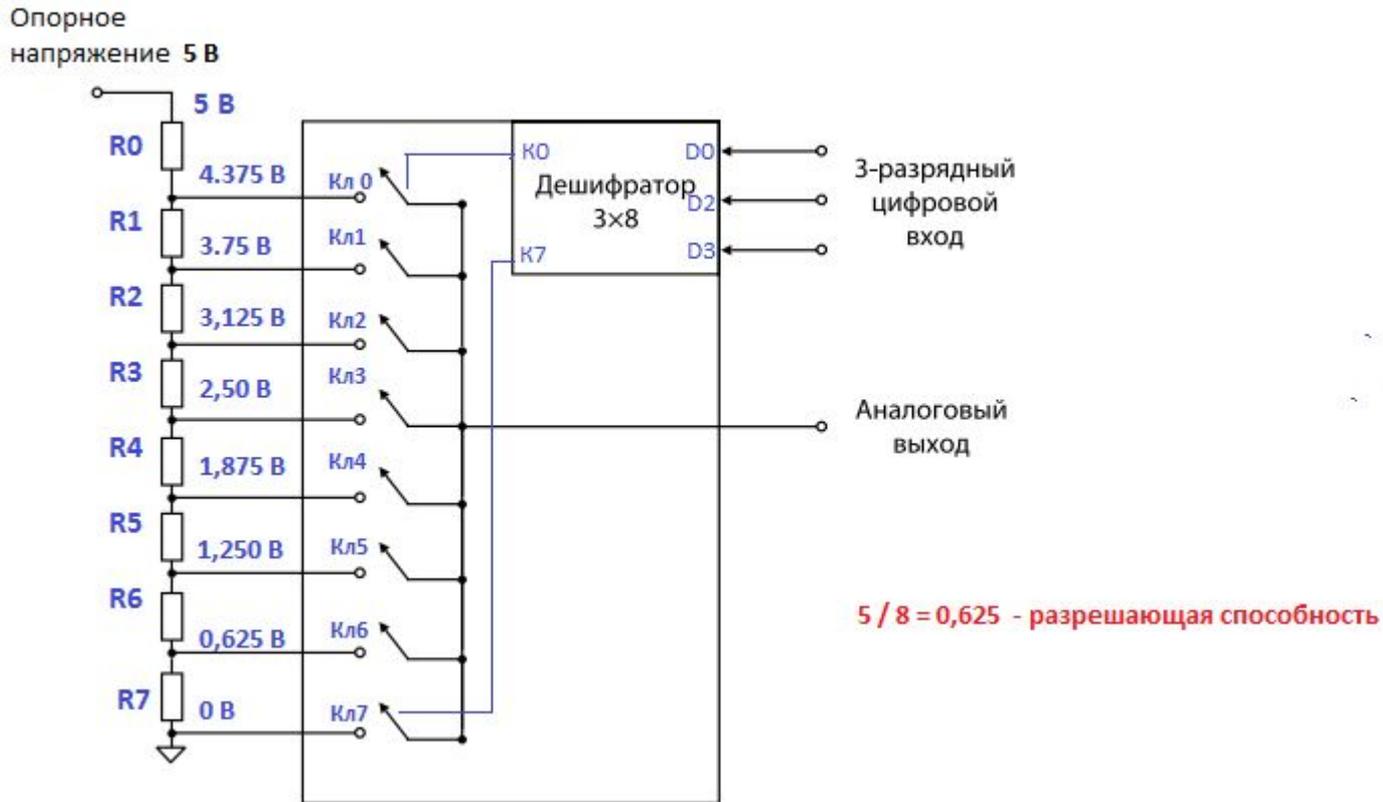
# Цифро-аналоговый преобразователь (ДАС)

- ЦАП – преобразует цифровой двоичный код в аналоговый (непрерывный) сигнал.

Основные характеристики:

- Разрядность;
- Время преобразования;
- Точность преобразования.

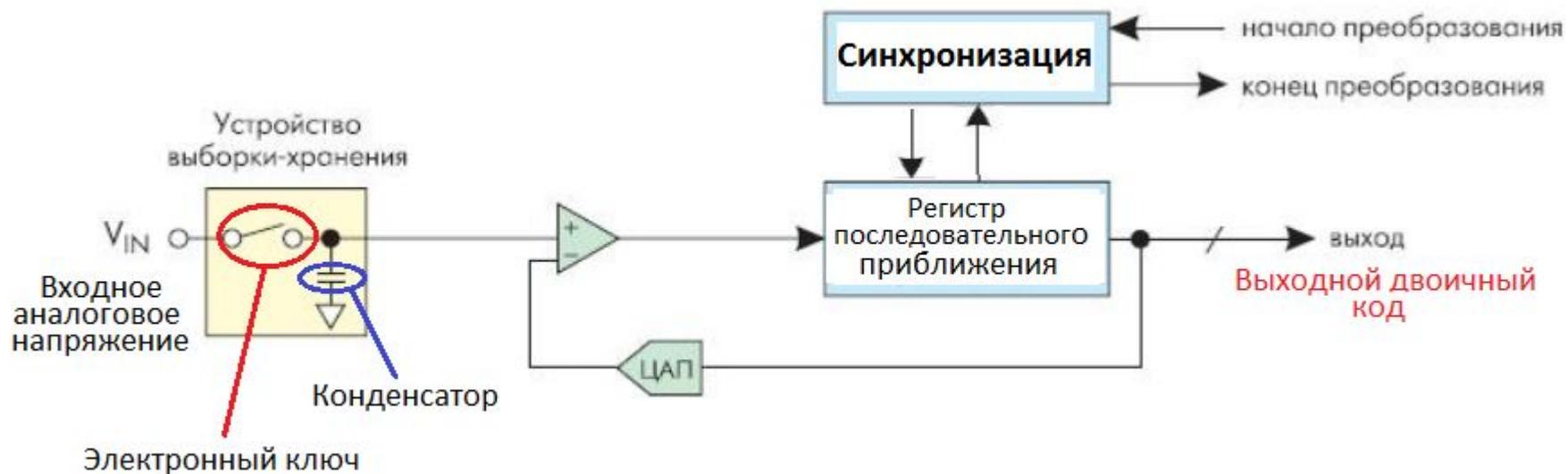
# Трехразрядный ЦАП



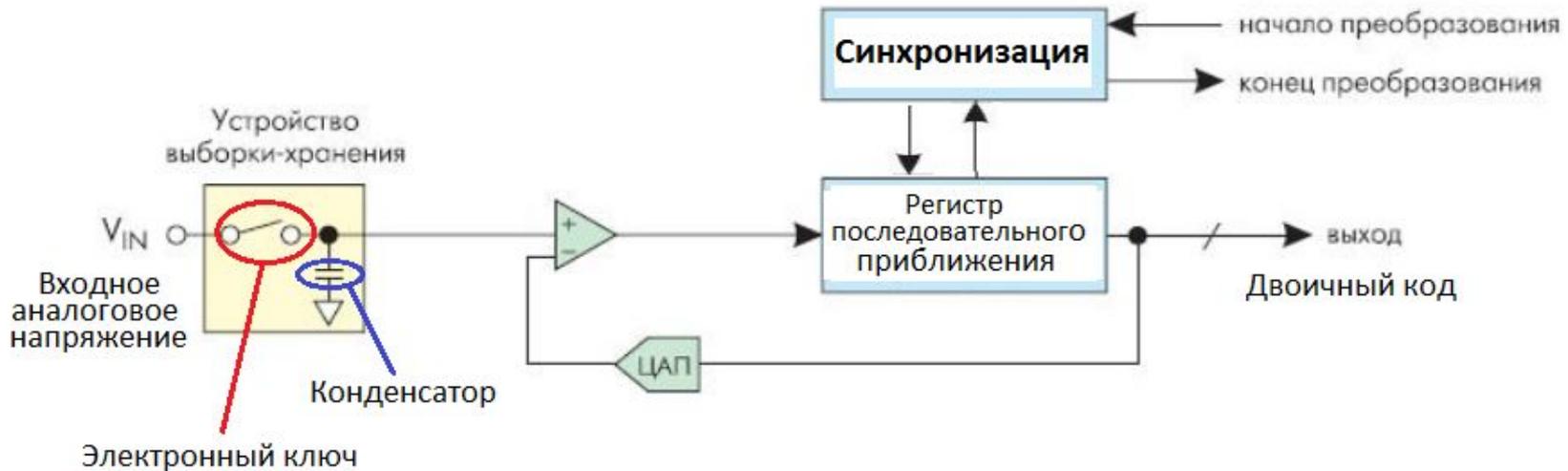
- В зависимости от цифрового кода на дешифраторе, один из его выходов замыкает один из ключей резисторного делителя.
- опорное напряжение  $U_{оп}$  подается на резисторный делитель.

□ Выходной сигнал — аналоговый сигнал, пропорциональный цифровому коду.

# АЦП последовательного приближения



# АЦП последовательного приближения



- Мгновенное значение входного сигнала запоминается на конденсаторе.
- Устройство синхронизации последовательно увеличивает значение двоичного кода в регистре последовательного приближения.
- Цифровой код в регистре преобразуется в аналоговый сигнал с помощью **цифро-аналогового преобразователя**.
- Аналоговый сигнал сравнивается с значением входного мгновенного напряжения на аналоговом компараторе.
- В момент сравнения, компаратор вырабатывает сигнал окончания преобразования и из регистра извлекается цифровой код, соответствующий входному напряжению.