



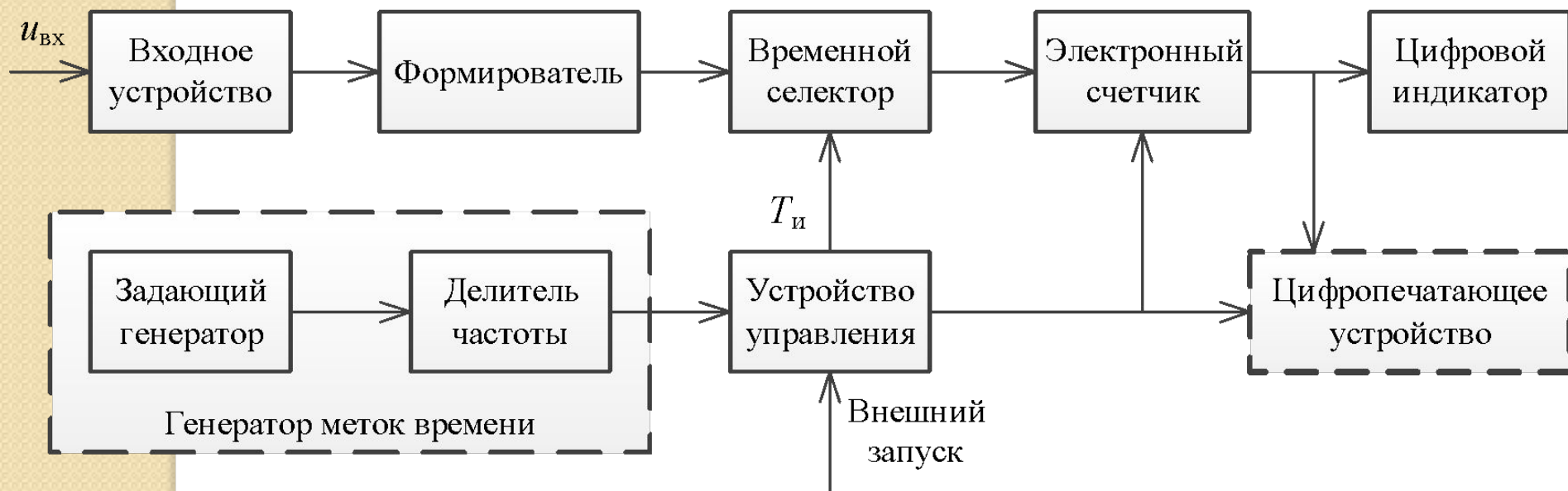
# **Цифровые частотомеры, вольтметры**

# Принцип действия частотомера

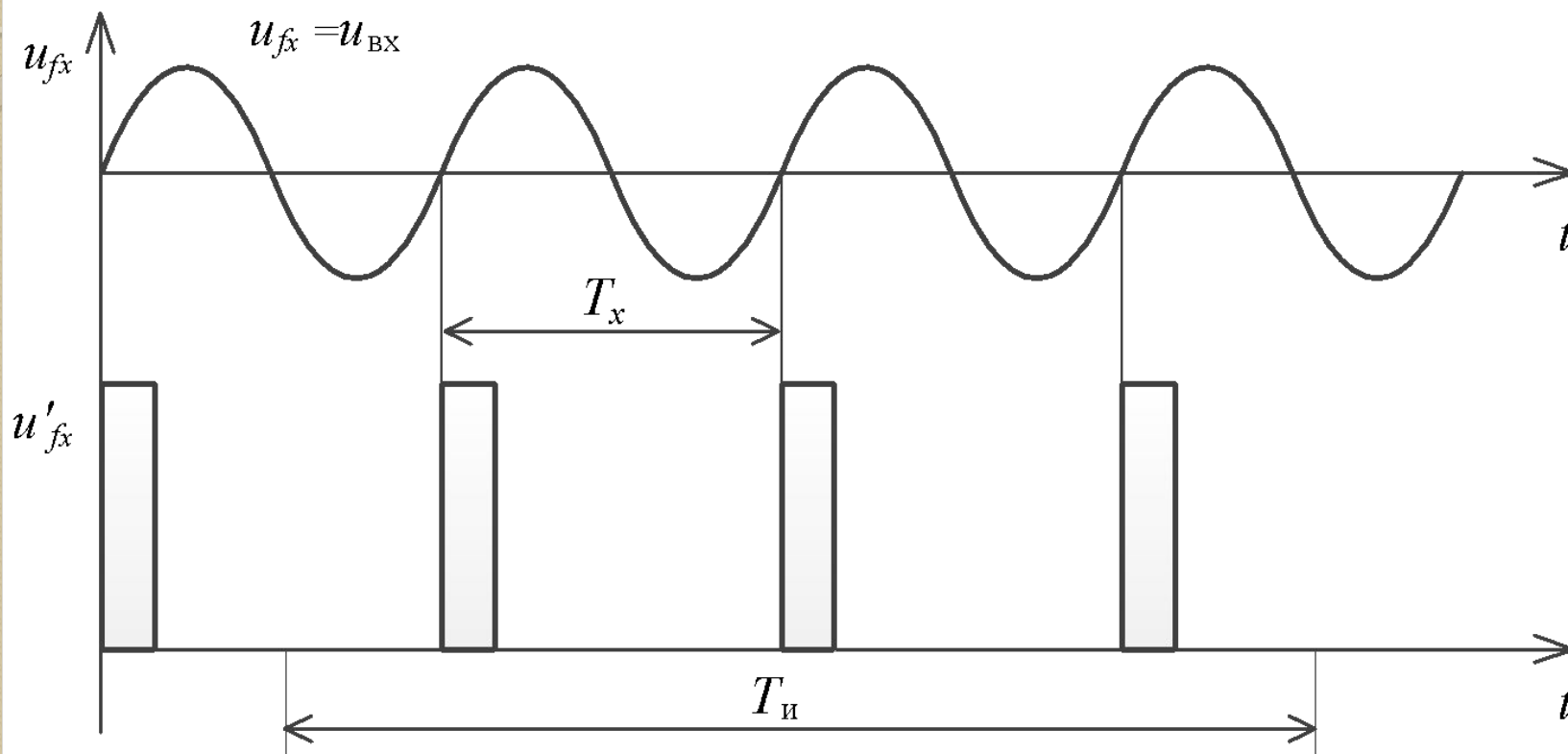
- Принцип действия частотомеров основан на подсчете числа периодов неизвестной частоты за известный высокоточный промежуток времени, называемый временем измерения. Например, при времени измерения, равном 1 секунде, количество подсчитанных периодов будет равно измеряемой частоте в герцах.
- На цифровом табло прибора автоматически регистрируется результат измерения с указанием порядка и размерности. При другом времени измерения (0, 001; 0, 1; ) сек. для получения отсчета автоматически переносится запятая и индицируется соответствующая размерность. Различное время измерения получается путем последовательного деления частоты опорного генератора.

# Электронно-счетный частотомер

- Принцип действия основан на счете числа импульсов за интервал времени



# Формирование счетных импульсов



# Режимы работы частотомера

Электронный частотомер может работать в следующих режимах:

- 1) измерение частоты;
- 2) измерение периода;
- 3) измерение отношения частот;
- 4) измерение временных интервалов и длительности импульсов;
- 5) самоконтроль.

При измерении периода или временных интервалов время измерения равно измеряемому периоду или длительности измеряемого временного интервала. Подсчитываемые за это время колебания получаются путем декадного деления или умножения частоты кварцевого генератора. При измерении отношения частот время измерения равно периоду низшей из сравниваемых частот, и в течение этого времени подсчитывается количество периодов высшей частоты.

# Задающий генератор

- Делитель частоты делит частоту кварцевого генератора декадными степенями (1 МГц в 10 раз)  
100; 10; 1 кГц; 100; 10; 1; 0,1; 0,01 Гц.
- Полученные частоты используют для формирования высокоточного времени измерения – меток времени  
 $10^{-6}$ ;  $10^{-5}$ ;  $10^{-4}$ ;  $10^{-3}$ ;  $10^{-2}$ ;  $10^{-1}$ ; 1; 10; 100 с.

# Относительная погрешность измерения частоты

$$\Delta f_x / f_x = \Delta N / N + \Delta T / T_{\text{и}}$$

- $\Delta N / N$  — зависит от соотношения времени измерения  $T_{\text{и}}$  и периода  $T_x = 1/f_x$  исследуемого сигнала
- $\Delta T_{\text{и}} / T_{\text{и}}$  определяется нестабильностью частоты кварцевого генератора

# Относительная погрешность измерения частоты

- Относительная погрешность измерения

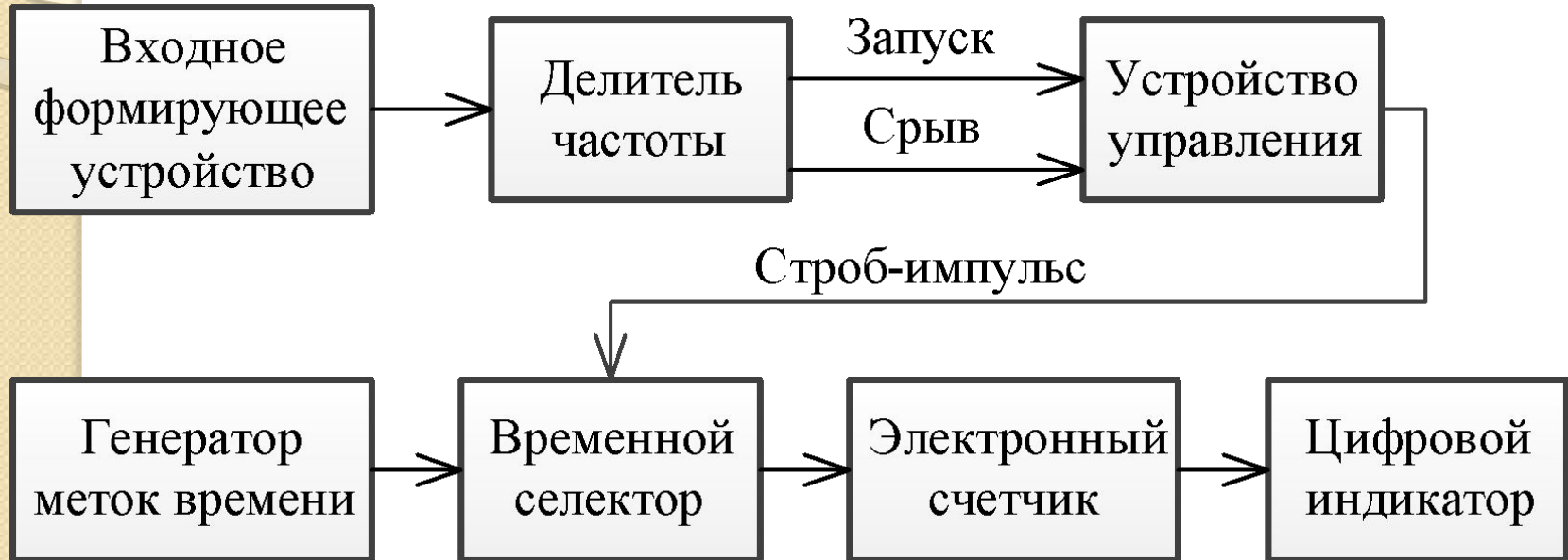
$$\delta_f = \pm \left( \frac{1}{f_x T_{\text{и}}} + 10^{-7} \right) \cdot 100\%$$

Зависимость погрешности от времени счета

Время измерения, $T_{\text{и}}, \text{с}$	Погрешность $1/f_x \cdot T_{\text{и}}$		
	0,1 Гц	100 Гц	100 кГц
$10^{-2}$	$10^3$	1	$10^{-3}$
$10^{-1}$	$10^2$	$10^{-1}$	$10^{-4}$
1	10	$10^{-2}$	$10^{-5}$



# Измерение периода



# Измерение периода

Основная относительная погрешность измерения периода прибором:

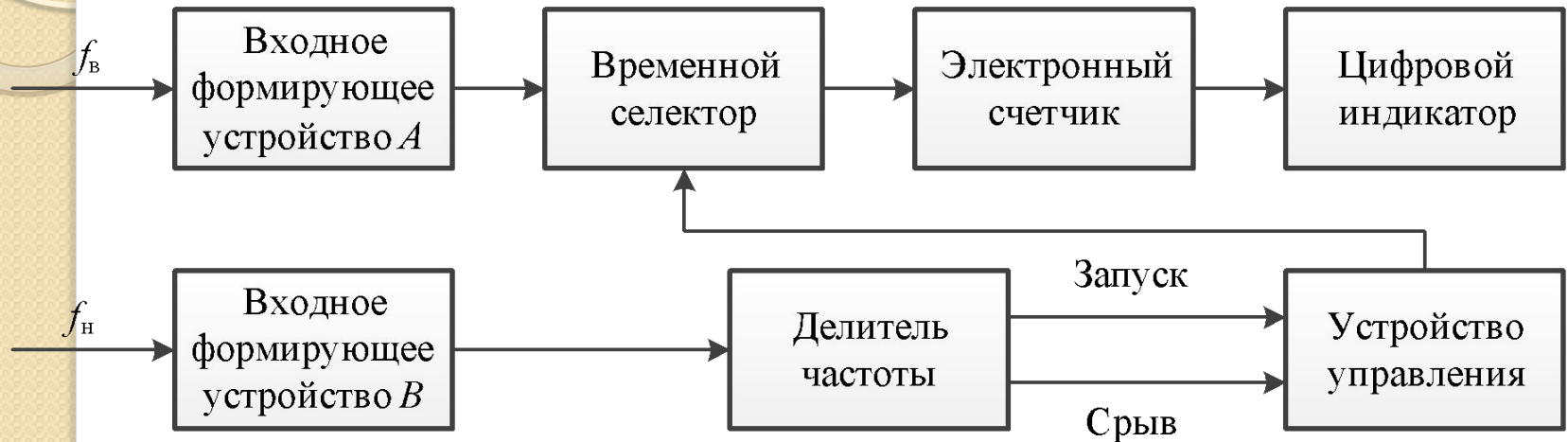
- при синусоидальном сигнале

$$\delta_T = \pm [\delta_0 + 0,003 / n + T_0 / (nT_x)] \cdot 100\%$$

- при импульсном сигнале с длительностью фронтов входных импульсов не более половины периода меток времени

$$\delta_T = [\delta_0 + T_0 / (nT_x)] \cdot 100\%$$

# Измерение отношения частот



Электронный счетчик считает число импульсов  $f_B$  за время открытого состояния селектора, определяемого сигналом  $f_H$ , индикатор выдает результаты измерения отношения двух частот:  $f_B/f_H$  или  $f_H/f_B$

# Основная относительная погрешность измерения отношения частот

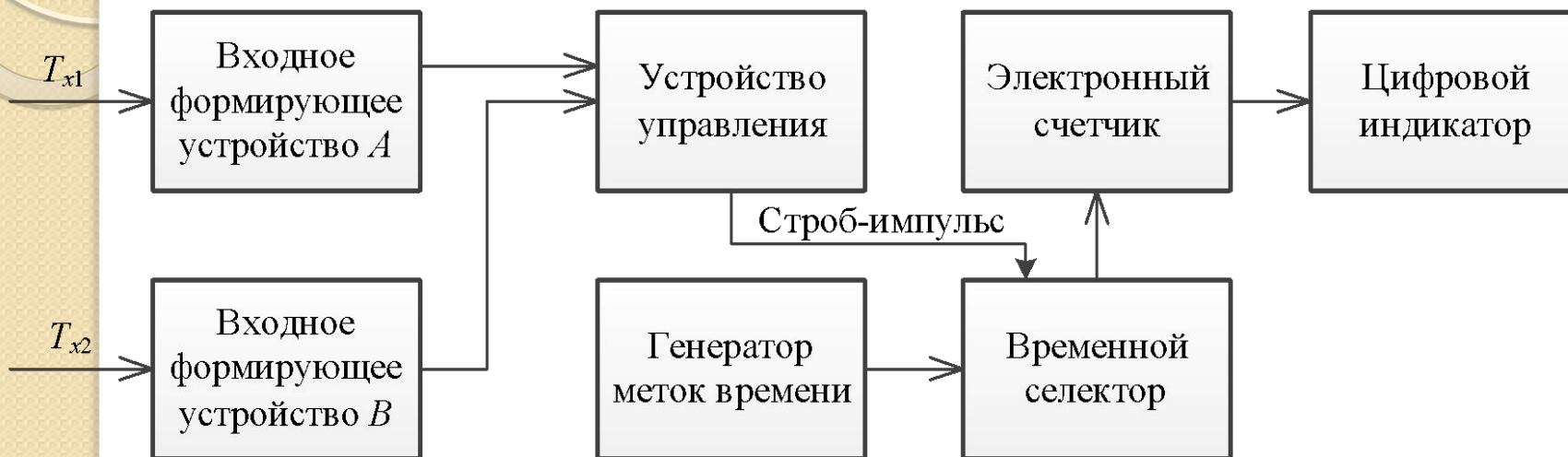
- при синусоидальном сигнале низшей из сравниваемых частот

$$\delta_{\text{отн}} = \pm [0,003 / n + f_{\text{н}} / (nf_{\text{в}})] \cdot 100\%$$

- при импульсном сигнале низшей из сравниваемых частот и при длительности фронтов импульсов низшей частоты не более половины периода высшей из сравниваемых частот

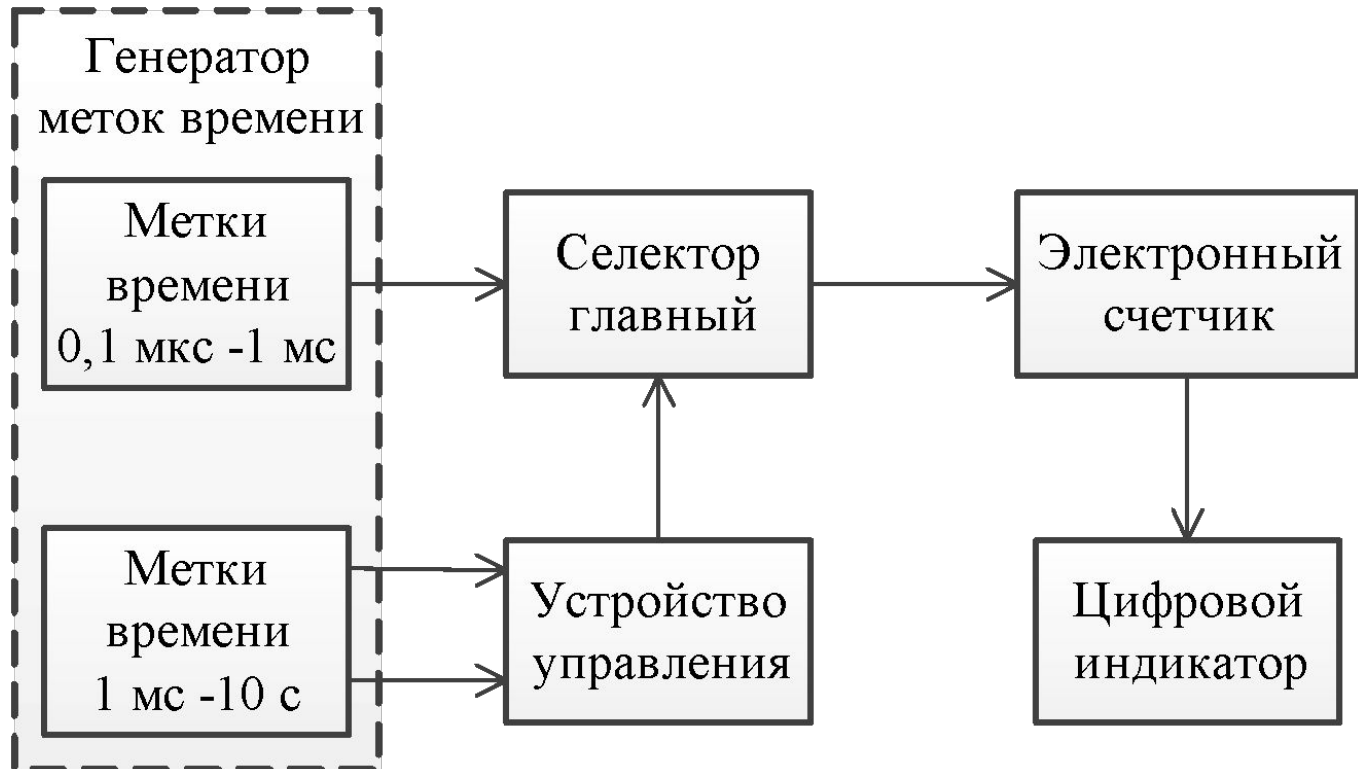
$$\delta_{\text{отн}} = [f_{\text{н}} / (nf_{\text{в}})] \cdot 100\%$$

# Измерение интервала времени и длительности импульса



- Импульсы, интервал времени между которыми нужно измерить, подаются на входные формирующие устройства  $A$  и  $B$

# Самоконтроль частотомера





# **ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ВОЛЬТМЕТРЫ**

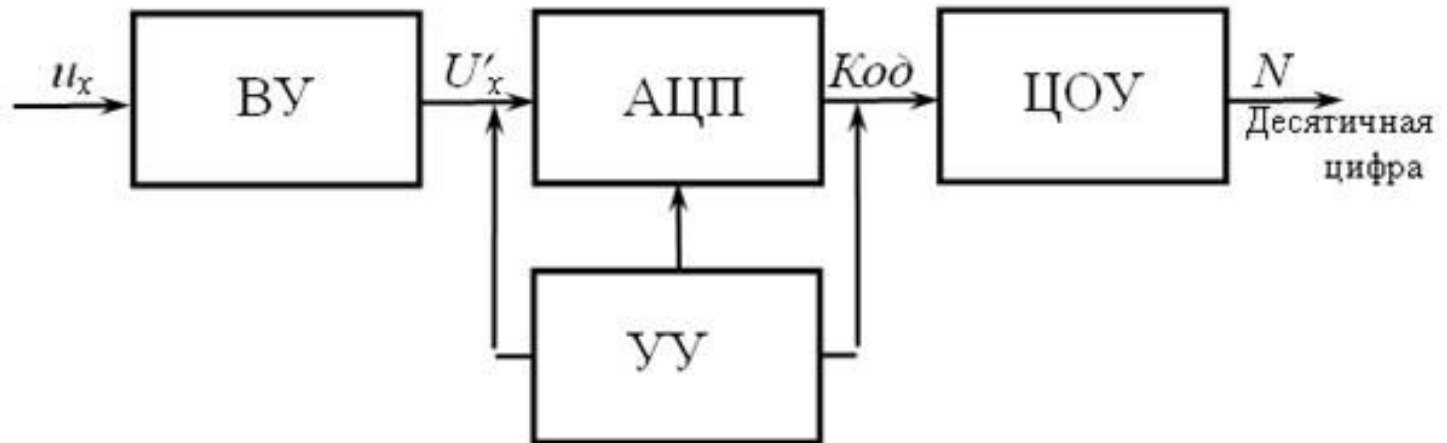
# Цифровые вольтметры

- *Цифровые вольтметры (ЦВ)* – это цифровые приборы, автоматически вырабатывающие дискретные сигналы измерительной информации, показания которых представляются в цифровой форме [2-6].
- В ЦВ в соответствии со значением измеряемого напряжения образуется код, а затем в соответствии с кодом измеряемая величина представляется на отсчетном устройстве в цифровой форме.



# Цифровые вольтметры

- Упрощенная структурная схема ЦВ, состоит из входного устройства (ВУ), аналогово-цифрового преобразователя (АЦП), цифрового отсчетного устройства (ЦОУ), управляющего устройства (УУ).



# Цифровые вольтметры

- ВУ содержит делитель напряжения.
- АЦП преобразует аналоговый сигнал в цифровой, представляемый цифровым кодом. Процесс аналого-цифрового преобразования составляет сущность любого цифрового прибора, в том числе и ЦВ. Использование в АЦП цифровых вольтметров двоично-десятичного кода облегчает обратное преобразование цифрового кода в десятичное число, отражаемое ЦОУ.
- ЦОУ измерительного прибора регистрирует измеряемую величину.
- УУ объединяет и управляет всеми узлами вольтметра.

# Цифровые вольтметры

- По типу АЦП цифровые вольтметры могут быть разделены на четыре основные группы:
  - 1) кодово-импульсные (поразрядного уравнивания);
  - 2) время-импульсные;
  - 3) частотно-импульсные;
  - 4) пространственного кодирования.

# Кодово - импульсные ЦВ

- В кодово-импульсном ЦВ постоянного тока выполняется последовательное сравнение измеряемого напряжения с рядом дискретных значений известной величины, изменяющейся по определенному закону, заложенному в схеме вольтметра, которая либо больше, либо меньше измеряемого напряжения, но постепенно стремится к нему до тех пор, пока не будет достигнуто равенство измеряемой и известной величин. Процесс измерения напряжения в кодово-импульсном вольтметре напоминает взвешивание на весах, поэтому такие приборы иногда называют ЦВ поразрядного уравнивания. Точность кодово-импульсного ЦВ зависит от стабильности опорного напряжения, точности изготовления делителя, порога срабатывания сравнивающего устройства.

# Время - импульсные ЦВ

- Принцип действия время-импульсного ЦВ основан на преобразовании с помощью АЦП измеряемого напряжения в пропорциональный интервал времени, который заполняется счетными импульсами, следующими с известной стабильной частотой следования. В результате такого преобразования дискретный сигнал измерительной информации на выходе преобразователя имеет вид пачки счетных импульсов, число которых пропорционально уровню измеряемого напряжения.

# Время - импульсные ЦВ

- Принцип действия время-импульсного ЦВ основан на преобразовании с помощью АЦП измеряемого напряжения в пропорциональный интервал времени, который заполняется счетными импульсами, следующими с известной стабильной частотой следования. В результате такого преобразования дискретный сигнал измерительной информации на выходе преобразователя имеет вид пачки счетных импульсов, число которых пропорционально уровню измеряемого напряжения.



**Спасибо за внимание!**