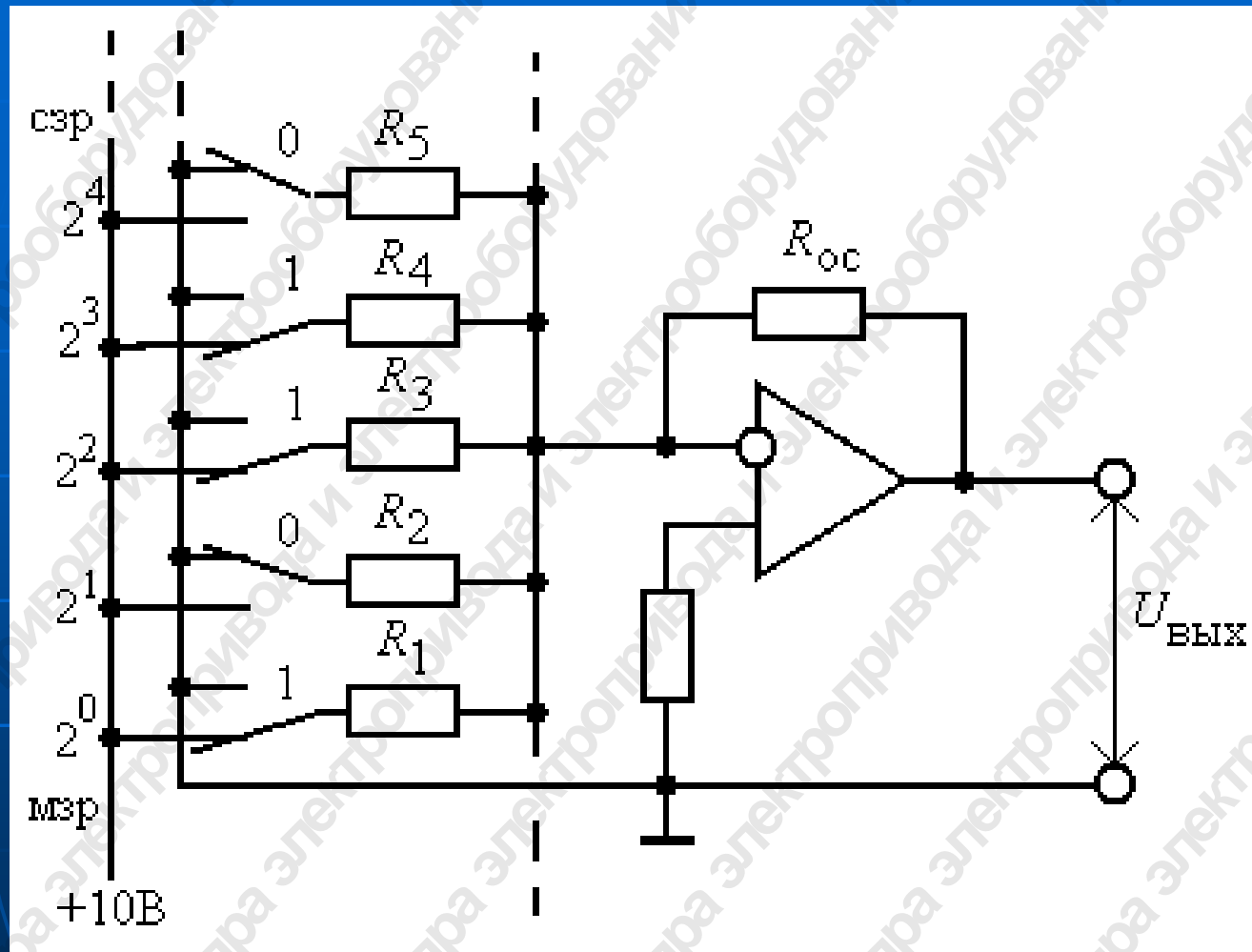


Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи

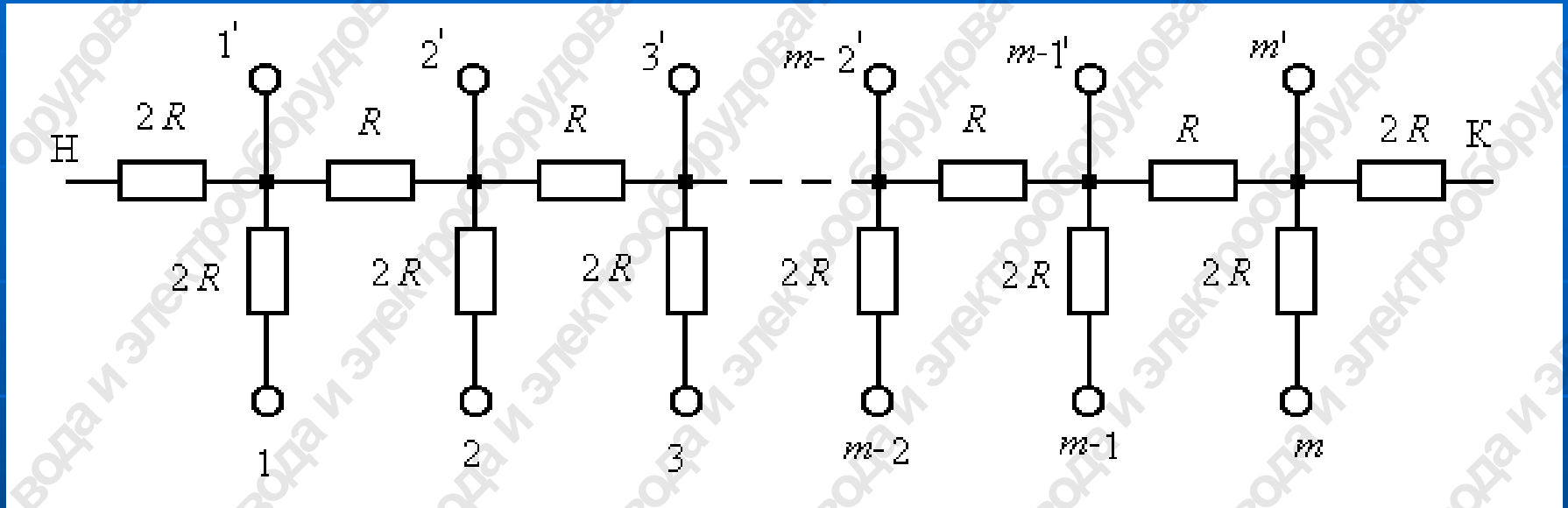
- Основные характеристики:
 - точность;
 - быстродействие;
 - динамический диапазон
- Методическая погрешность обусловлена погрешностью квантования аналоговой величины по уровню.
- Инструментальная погрешность включает в себя погрешность настройки, временной нестабильности, температурной погрешности и погрешности, возникающей от изменения параметров внешних источников питания и сигналов управления.
- Быстродействие АЦП и ЦАП ограничивается динамическими погрешностями, возникающими при квантовании аналоговой величины по времени. Динамическая погрешность определяет время преобразования T_p . Для АЦП время преобразования представляет собой временной интервал от момента пуска преобразователя до момента получения кода. Для ЦАП время преобразования представляет собой интервал времени между моментом поступления входного кода и моментом установления с заданной точностью выходного сигнала.
- Апертурное время. Это параметр временной неопределенности фиксации момента получения результатов преобразования в течение времени преобразования.

Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи



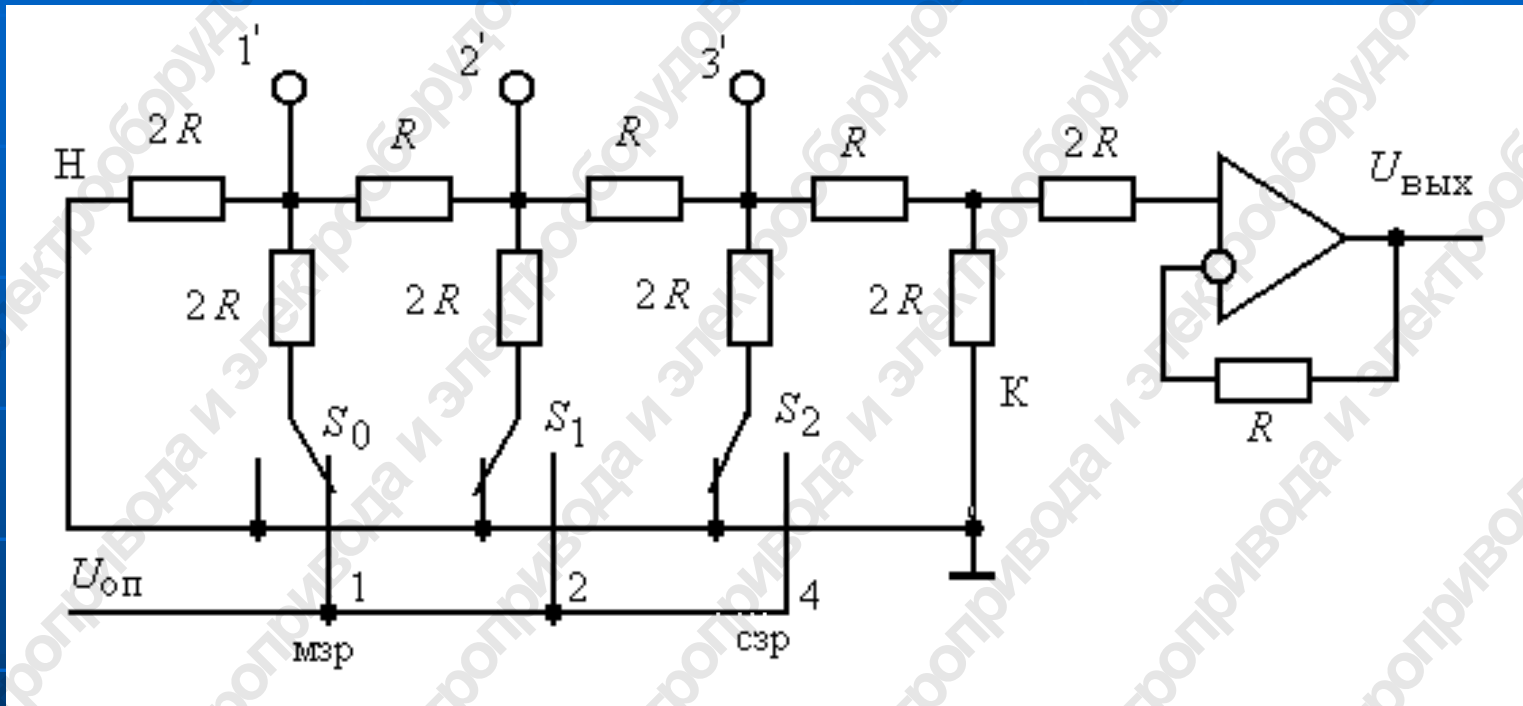
$$U_{вых} = R_{oc} I_1 N$$

Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи



- Сопротивление во всех трех направлениях от узловой точки ($1', 2', \dots, m'$) равно $2R$
- Коэффициент передачи между соседними узловыми точками равен $1/2$
- Коэффициент передачи между разрядными входами и соответствующей ему узловой точкой равен $1/3$

Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи



$$U_1' = \frac{1}{3} U_{оп}$$

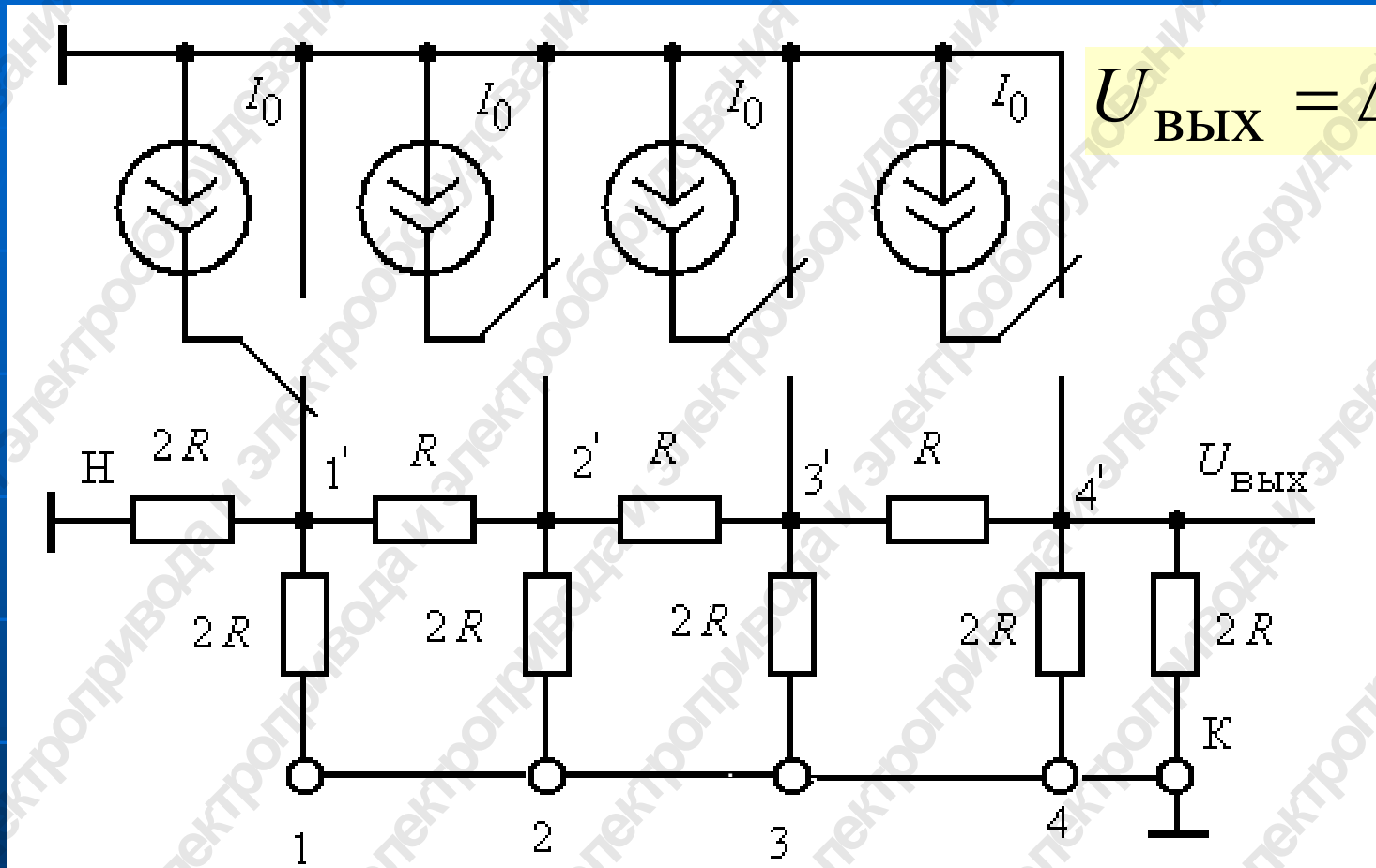
$$U_2' = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} U_{оп}$$

$$U_3' = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} \right)^2 U_{оп}$$

$$U_m' = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} \right)^{m-1} U_{оп}$$

$$U_{ВЫХ} = \Delta U \cdot N$$

Применение масштабирующих источников тока



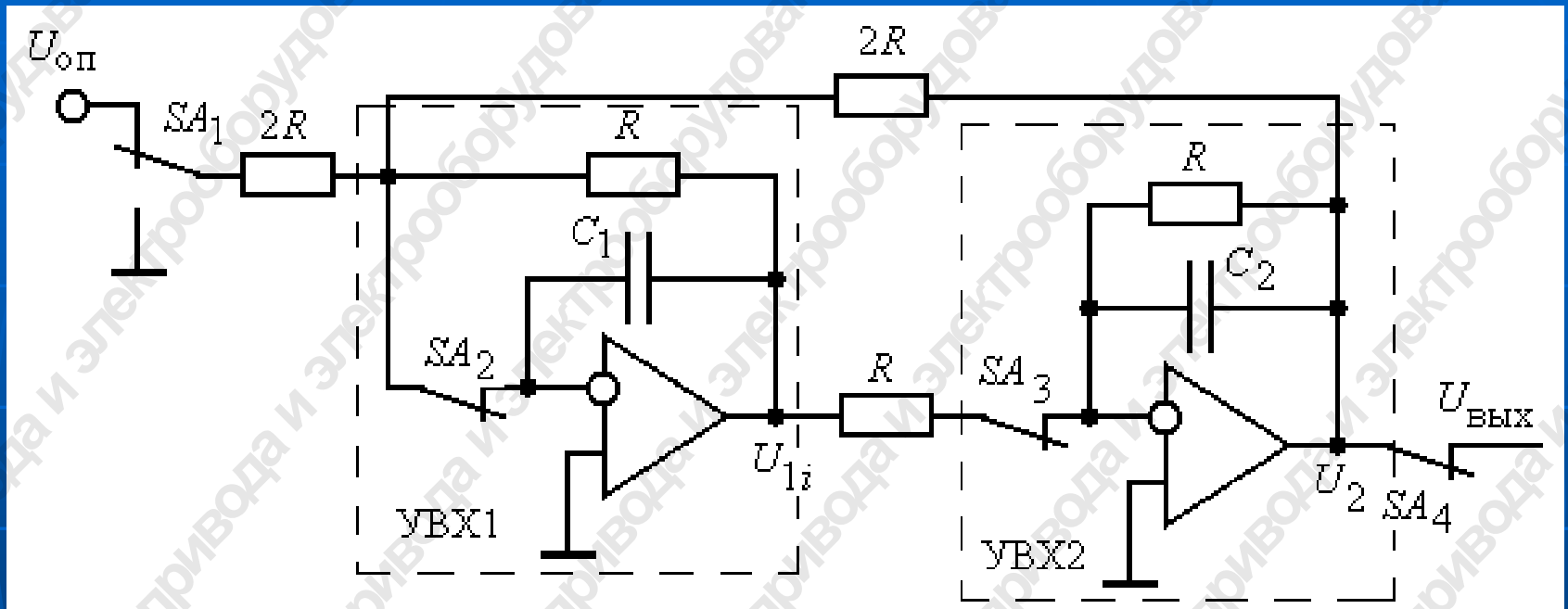
$$U_{\text{ВЫХ}} = \Delta U \cdot N$$

$$U_1' = \frac{2}{3} I_0 R$$

$$U_2' = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} I_0 R$$

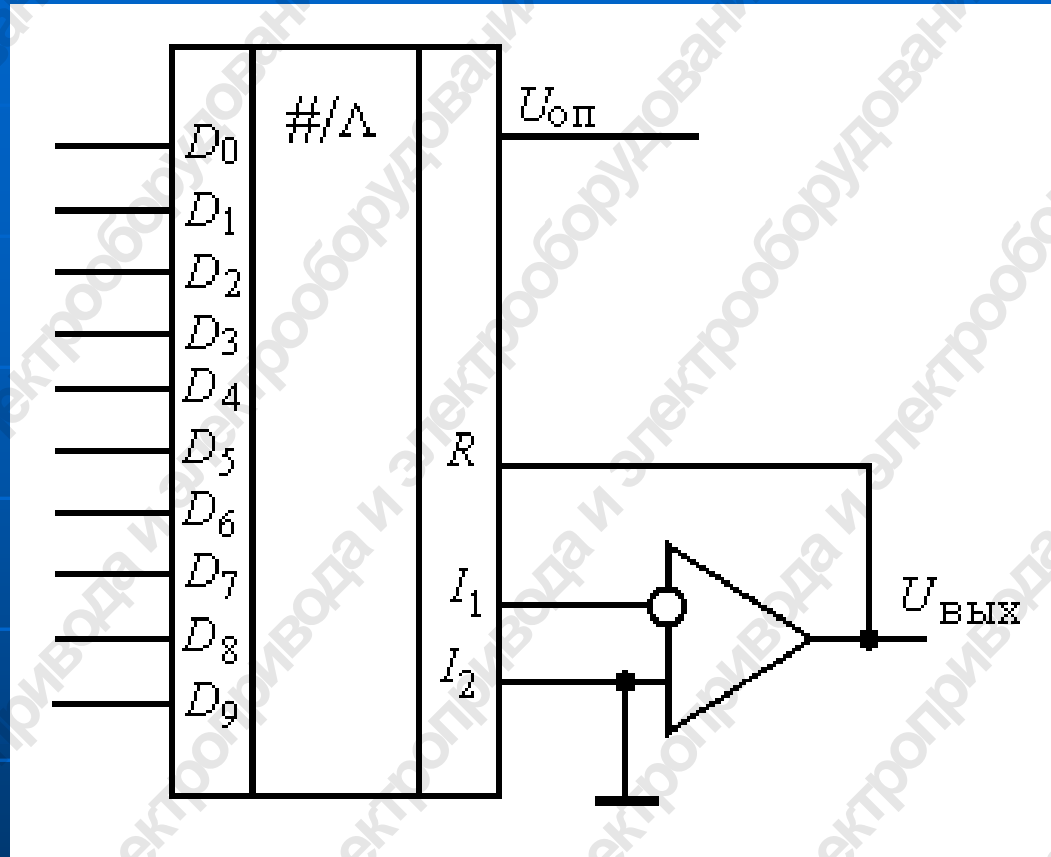
$$U_m' = \frac{2}{3} \left(\frac{1}{2} \right)^{m-1} I_0 R$$

Последовательный ЦАП

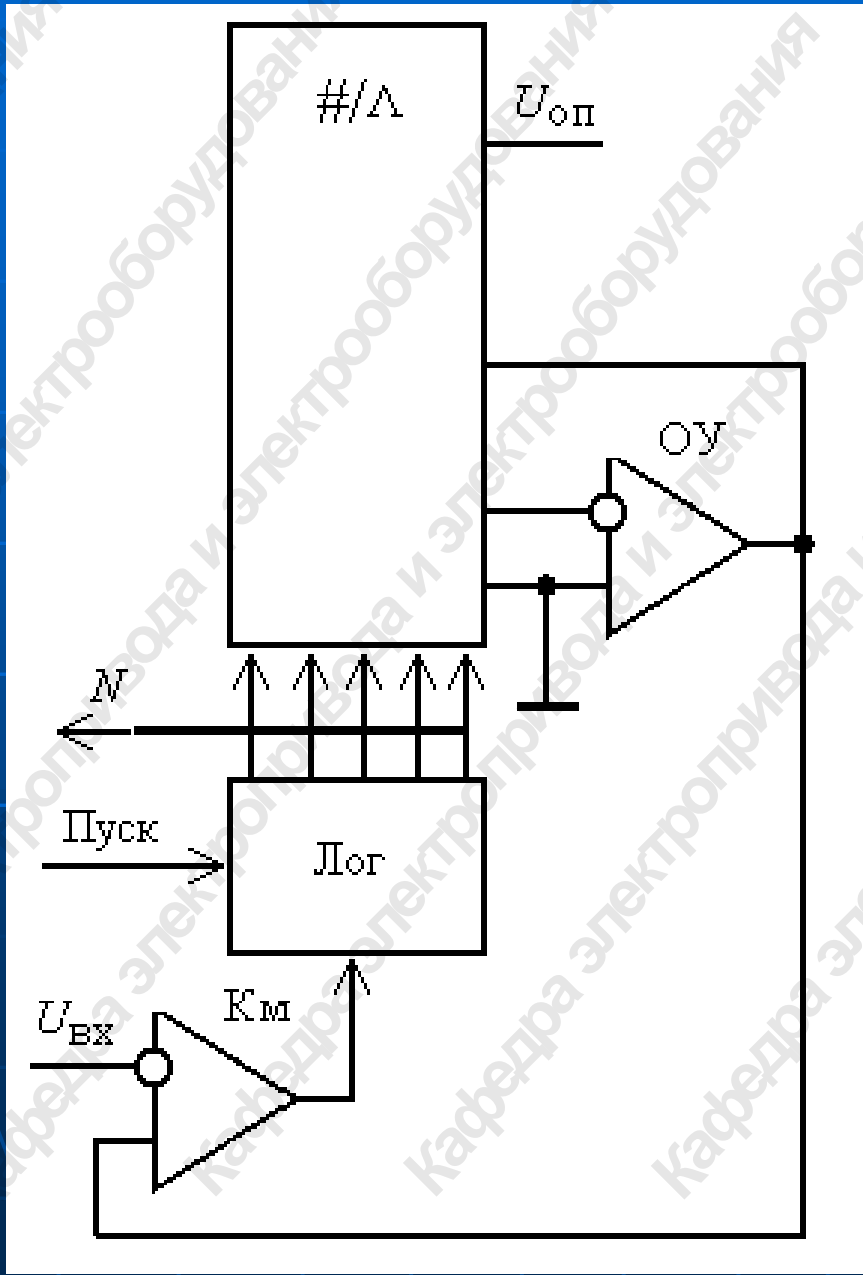


$$U_{2n} = U_{оп} N$$

Перемножающий ЦАП

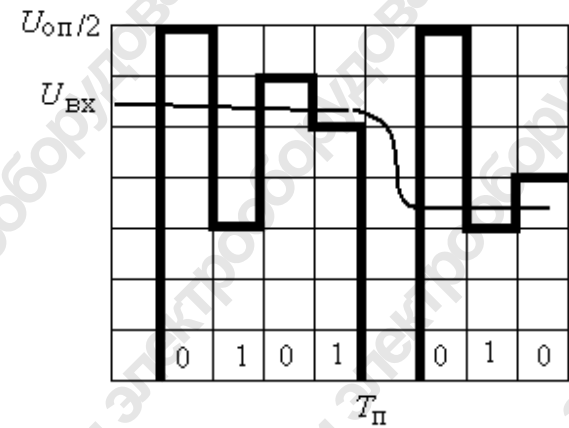
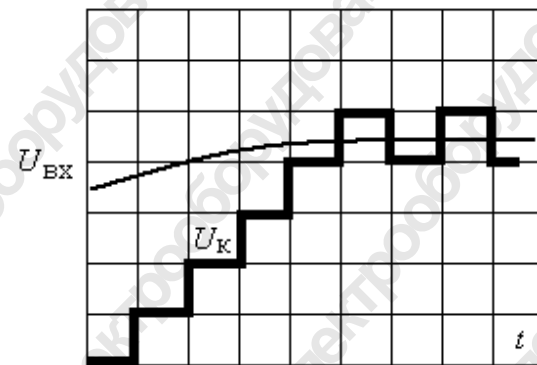
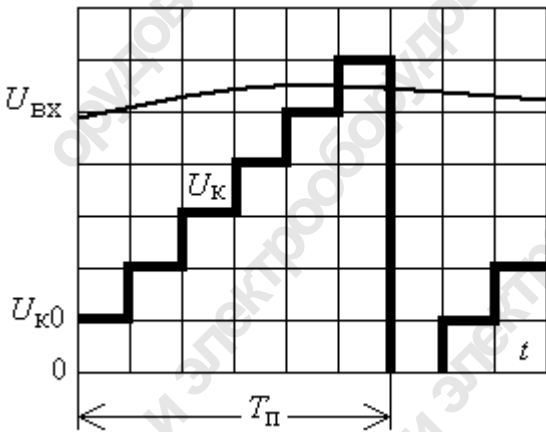


$$U_{\text{ВЫХ}} = -U_{\text{ОП}} \frac{N}{N_{\text{max}}}$$



$$N = N_{\max} \frac{U_{ВХ}}{U_{оп}}$$

АЦП



$$T_{\Pi, \max} = N_{\max} / f_T$$

$$T_{\Pi, \max} = (2^n - 1) / f_T$$

$$U_K = U_{\text{ОП}} \sum_{i=1}^n 2^{-i} a_i$$

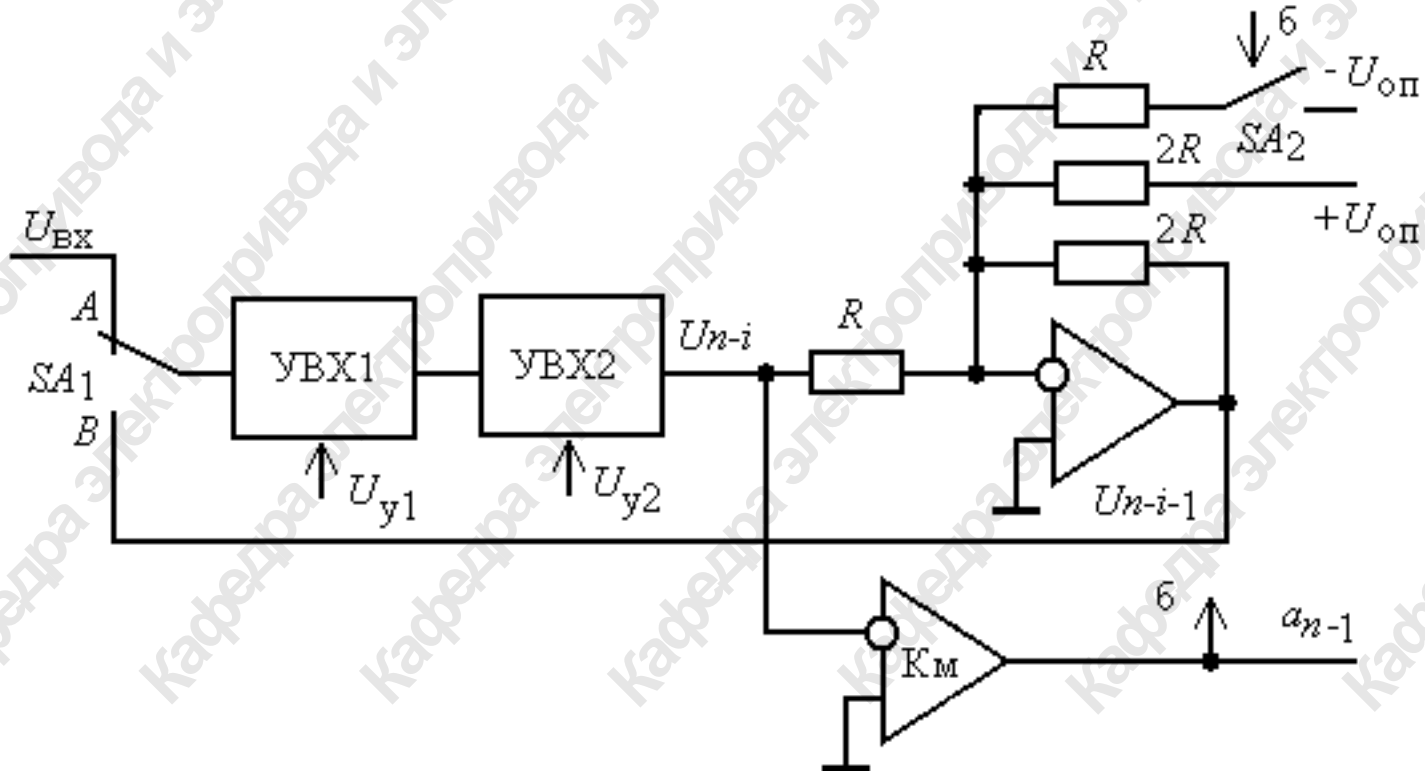
$$T_{\Pi} = n / f_T$$

$$U_{\text{ВХ}} = U_{\text{ОП}} \sum_{i=1}^n 2^{-i} a_i = U_{\text{ОП}} N$$

Циклические АЦП

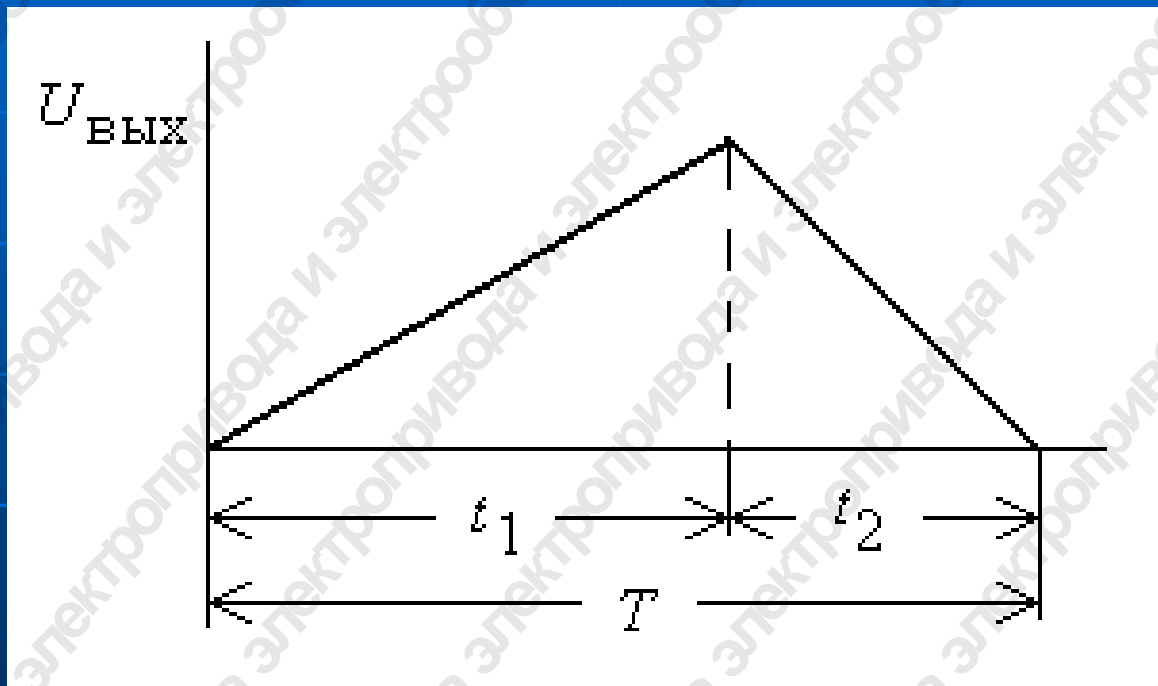
$$U_{n-i-1} = -2 \left(U_{n-i} - a_{n-i} U_{\text{оп}} + \frac{U_{\text{оп}}}{2} \right),$$

$$a_{n-1} = \begin{cases} 1 & \text{при } U_{n-i} \geq 0 \\ 0 & \text{при } U_{n-i} \leq 0 \end{cases}$$



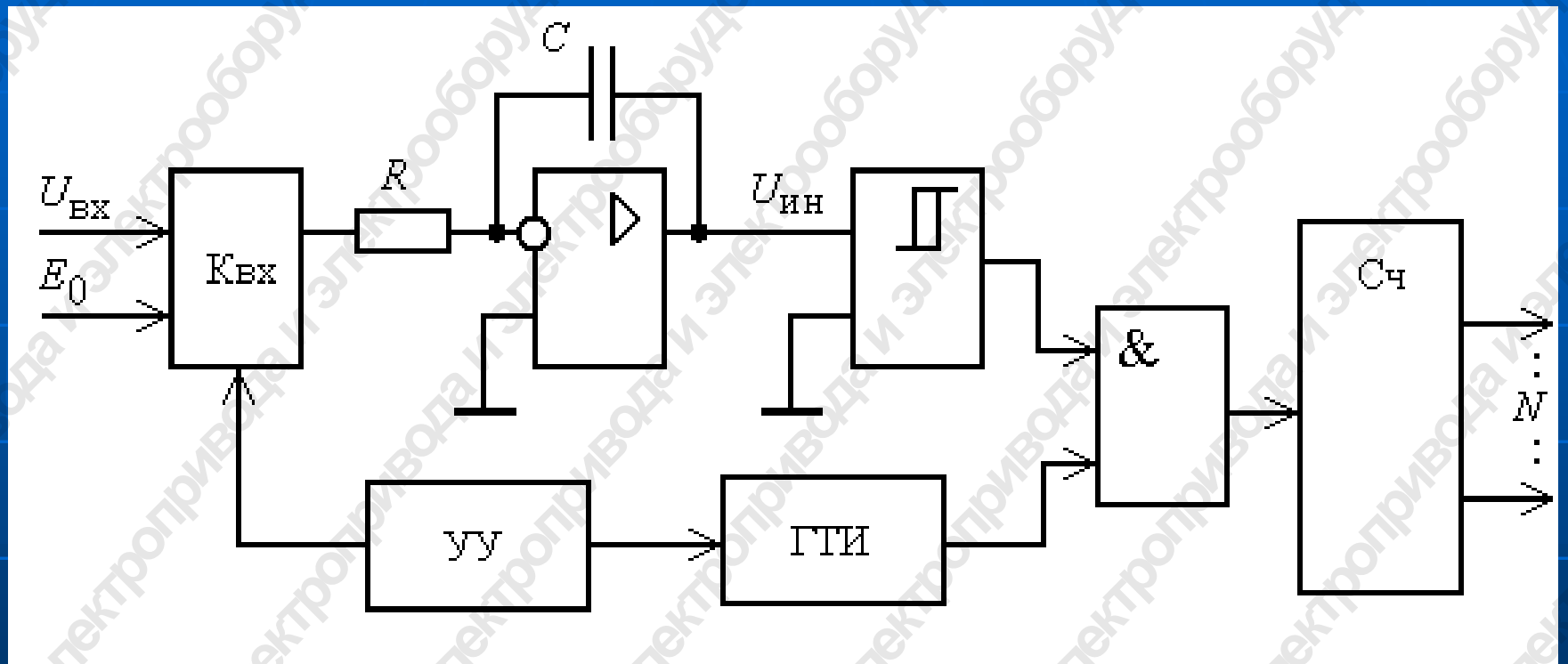
АЦП двойного интегрирования

$$U_{\text{ВЫХ}}(t) = -\frac{1}{RC} \int_0^t U_{\text{ВХ}}(t) dt = -\frac{1}{RC} U_{\text{ВХ}} t$$

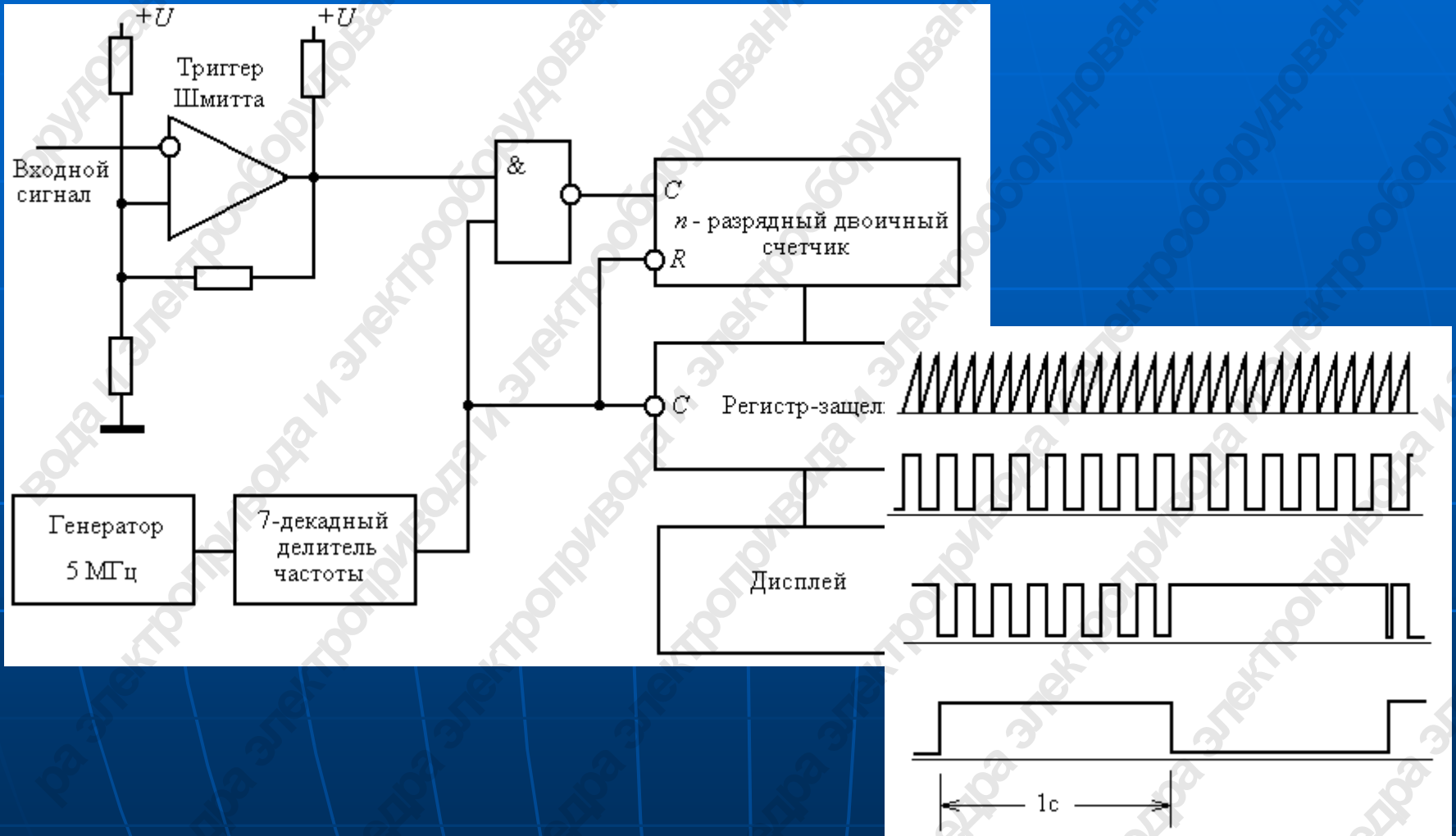


$$t_2 = \frac{U_{\text{ВХ}}}{E} t_1$$

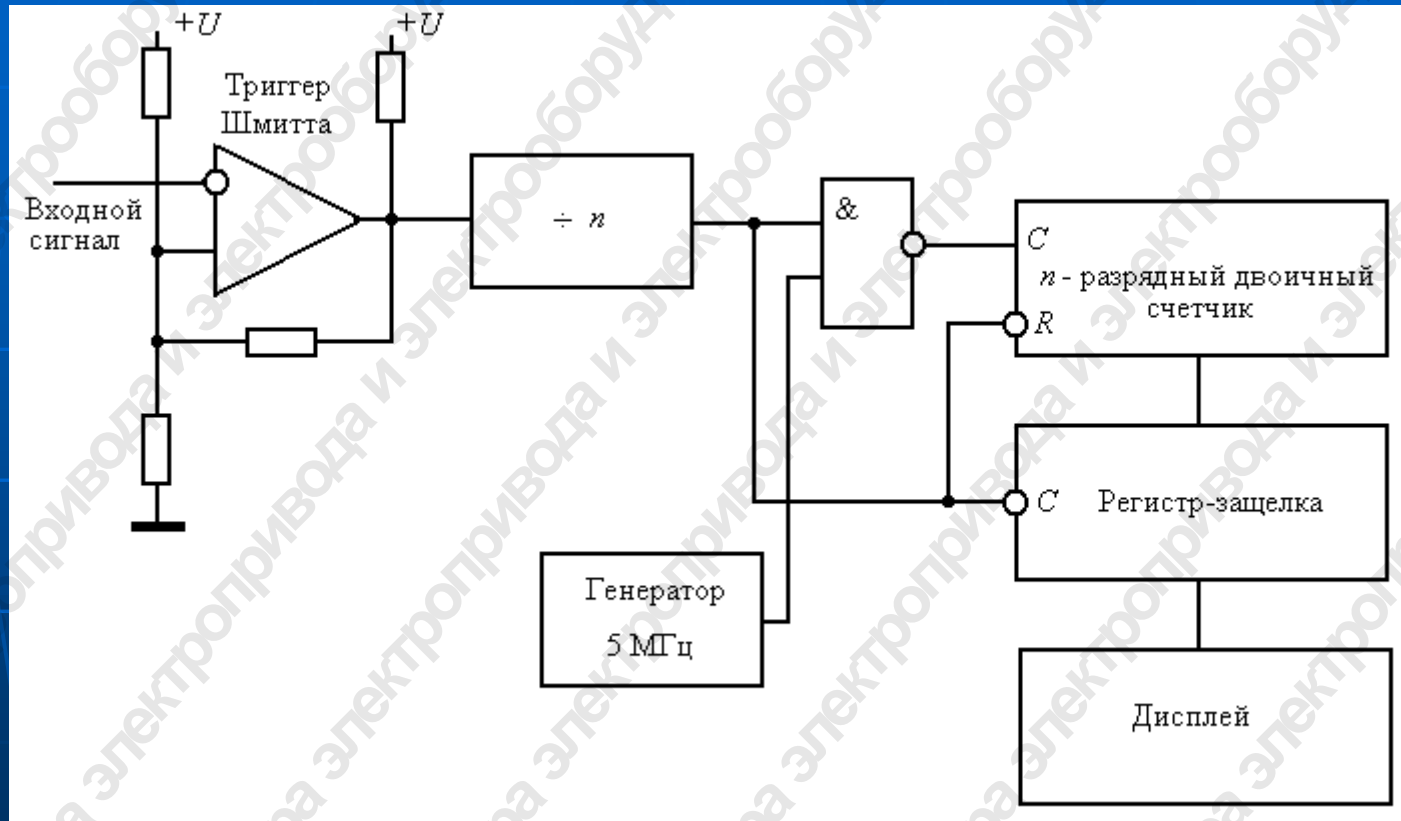
АЦП двойного интегрирования



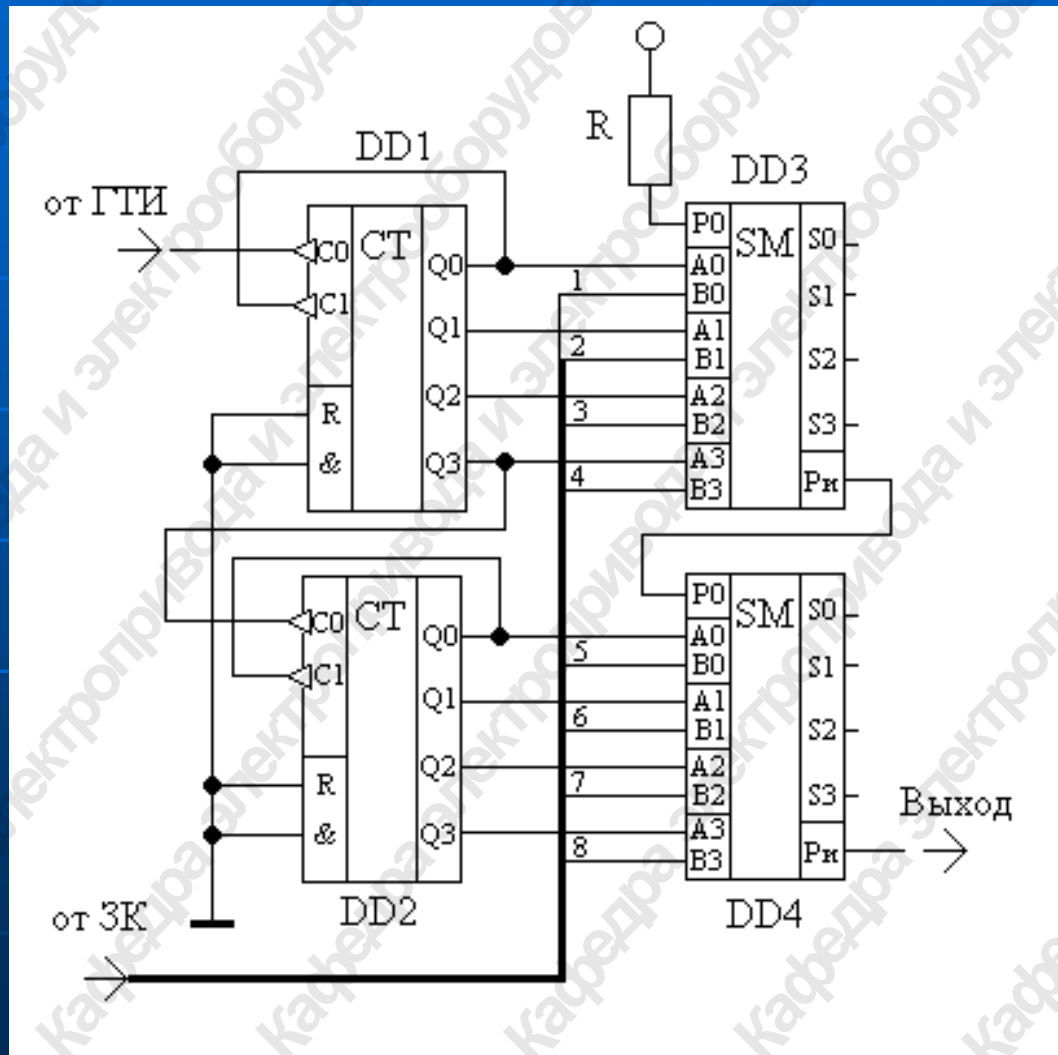
Измерение частоты



Измерение периода



Преобразователь код-длительность импульса



Преобразователь код-частота

