

ЛЕКЦИЯ № 10

Тема: Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи

Текст лекции по дисциплине «Цифровые устройства и микропроцессоры»

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Цифроаналоговые преобразователи
2. Аналого-цифровые преобразователи

ЛИТЕРАТУРА:

Основная

Л.2. Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров «Аналоговая и цифровая электроника», М.:Горячая линия- Телеком, 2000г. с. 736-762

Дополнительная литература

Л.5. Е.П. Угрюмов «Цифровая схемотехника», Санкт-Петербург, 2000г. с. 77-90

Л.6. Ю.А. Браммер. И.Н.Пашук «Импульсные и цифровые устройства», М.-Высшая школа, 1999г. с. 284-295

Контрольные вопросы

Записать таблицу состояний (1, 3 вариант) и нарисовать схему (2, 4 вариант) согласно заданного варианта

1 вариант

Одноразрядный комбинационный полусумматор

2 вариант

Одноразрядный комбинационный полусумматор

3 вариант

Одноразрядный комбинационный сумматор

4 вариант

Одноразрядный комбинационный сумматор

1. Цифроаналоговые преобразователи

Основные понятия и определения

Цифроаналоговый преобразователь (ЦАП)- устройство, предназначенное для преобразования цифрового сигнала в аналоговый.

Классификация ЦАП

1. По числу разрядов преобразуемого кода:

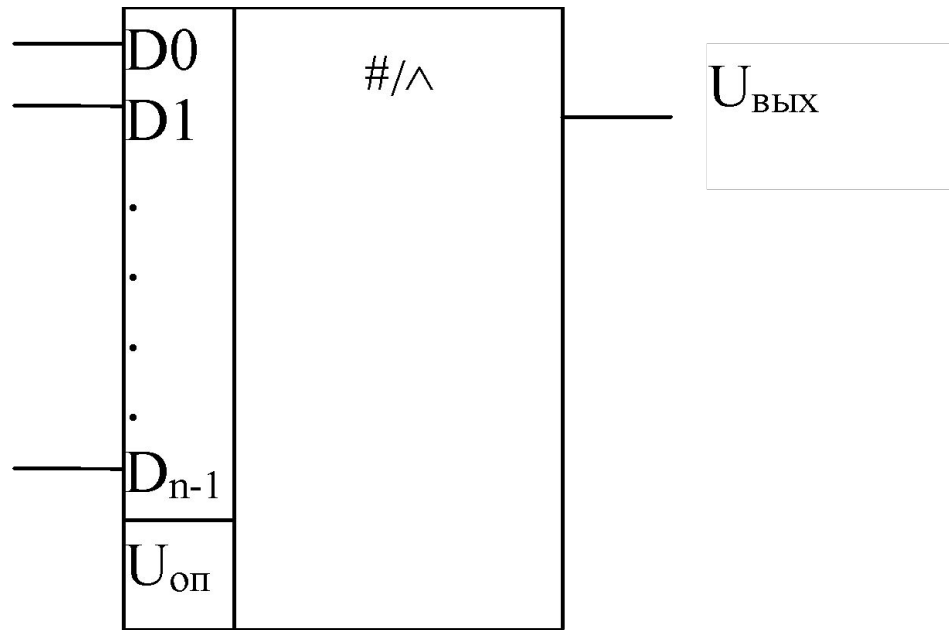
4-х разрядная;

8-и разрядная и т.д.

2. По принципу действия:

- ЦАП с суммированием напряжения (с двоично-взвешенными резисторами; на резистивной матрице);
- ЦАП с суммированием токов в резисторной матрице.
- ЦАП с делением напряжения.

Условное графическое обозначение



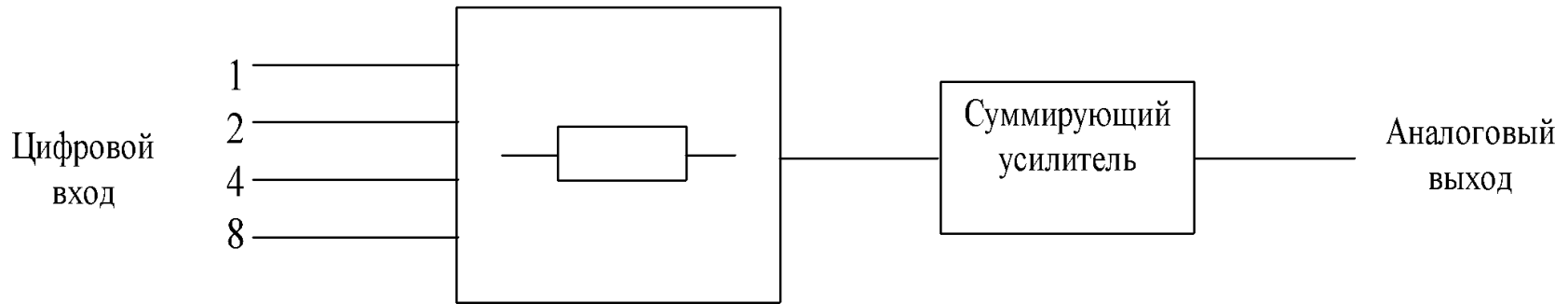
Маркировка

К 594 ПА1:

А - код аналог,

П - преобразователь

Устройство ЦАП

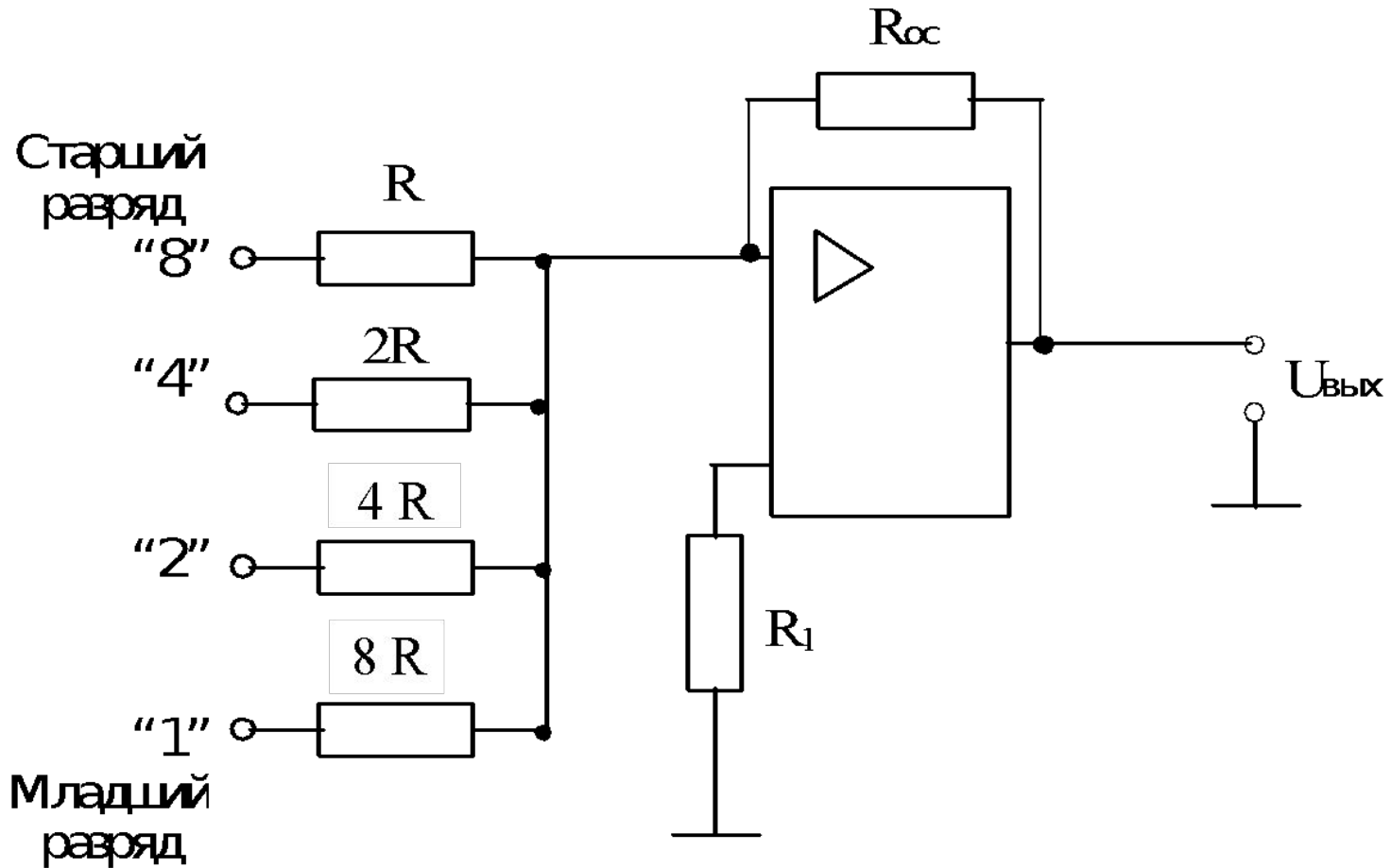


- резистивная схема;
- суммирующий усилитель.

Принцип действия ЦАП

Значение выходного напряжения $U_{\text{ВЫХ}}$ ЦАП пропорционально весу присутствующего на входе кода

Схема ЦАП с двоично-взвешенными резисторами



Работа схемы

U^1 в разрядах кода суммируются на R_{oc} и создают:

$$\begin{aligned} U_{\text{ВЫХ}} &= R_{oc} \left((U^1/R) * a_4 + (U^1/2R) * a_3 + (U^1/4R) * a_2 + \right. \\ & \left. + (U^1/8R) * a_1 \right) = (U^1 R_{oc} / R) (1a_4 + 1/2 * a_3 + 1/4 * a_2 + 1/8 * a_1) = \\ & = (U^1 R_{oc}) / 8R (8a_4 + 4a_3 + 2a_2 + 1a_1) \end{aligned}$$

$U^1 R_{oc} / 8R$ - коэффициентом преобразования.

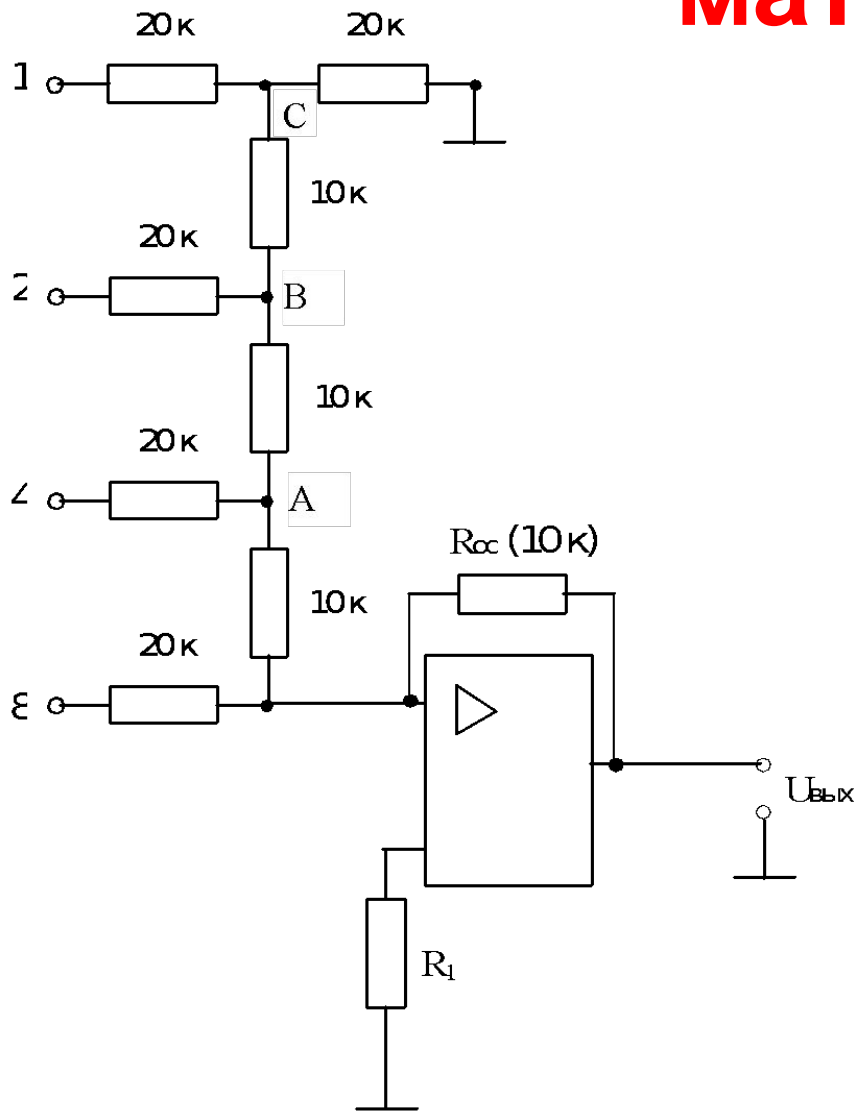
a_i - цифры 1 или 0 в разрядах кода.

Выходное напряжение $U_{\text{ВЫХ}}$ пропорционально весу действующего на входе кода.

Недостатки:

- используются резисторы с широким дискретным номиналом;
- трудно выдержать соответствие весов 1 2 4 8 и т.д. при изменении температуры (не высокая точность преобразования).

Схема ЦАП с суммированием напряжением на резисторной матрице.



При подаче на входы резистивной матрицы напряжения логической единицы U^1 , в узлах ABC устанавливаются соответствующие напряжения:
 $U = U^1$; $U_a = 1/2 * U^1$; $U_B = 1/4 * U^1$;
 $U_c = 1/8 * U^1$.
Т.е. коэффициенты передачи между соседними узлами матрицы равны 0,5.

Параметры ЦАП

- **погрешность преобразования** (характеризует степень отклонения выходного сигнала от идеального);
- **время установления** (время, требуемое для установления выходного сигнала ЦАП в пределах, соответствующих половине единицы младшего разряда для заданного изменения цифрового кода на входе, например, при изменении от нуля до полного значения шкалы. Время установления характеризует быстродействие ЦАП);
- **число двоичных разрядов** входного сигнала;
- **диапазон и уровни входных (выходных) сигналов**

2. Аналого-цифровые преобразователи

Аналого-цифровые преобразователи

Аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) - функциональное устройство преобразующее аналоговые сигналы в цифровые (преобразователь аналог - код)

Классификация АЦП

1. По числу разрядов кода на выходе:

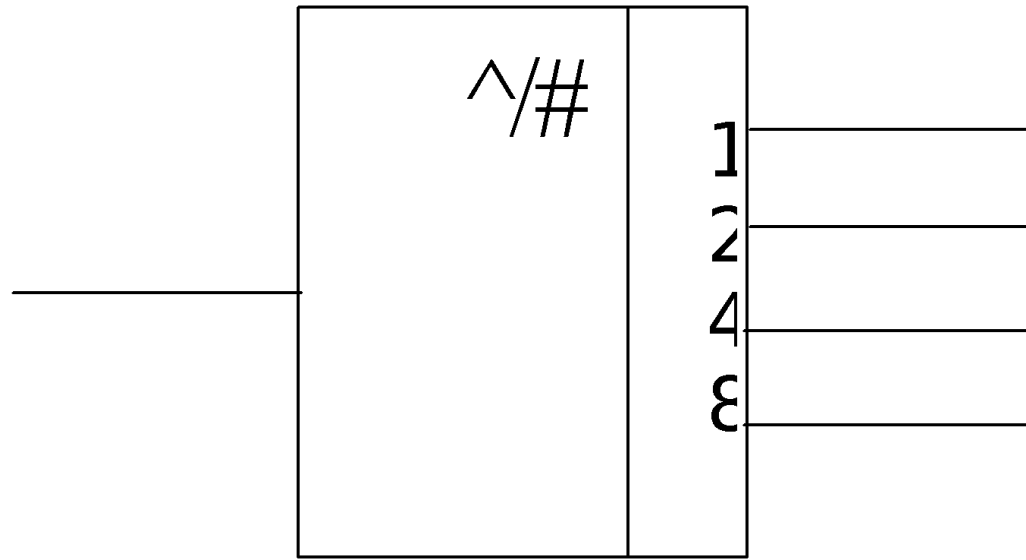
- 4-х разрядные;
- 8-и разрядные;

и т.д.

2. По принципу действия:

- АЦП временного преобразования (интегрирующий АЦП)
- АЦП уравнивающего преобразования (последовательного счёта);
- АЦП последовательных приближений (кодоимпульсный АЦП).

Условное графическое обозначение



Маркировка

К 572 ПВ 1

П - преобразователь,

В - аналог-код.

Устройство АЦП

Состав :

- цифровое устройство (счетчик, регистр);
- устройство сравнения (компаратор) аналогового сигнала с кодом сигнала на выходе цифрового устройства;
- ЦАП, для преобразования кода сигнала с цифрового устройства в аналоговый сигнал.

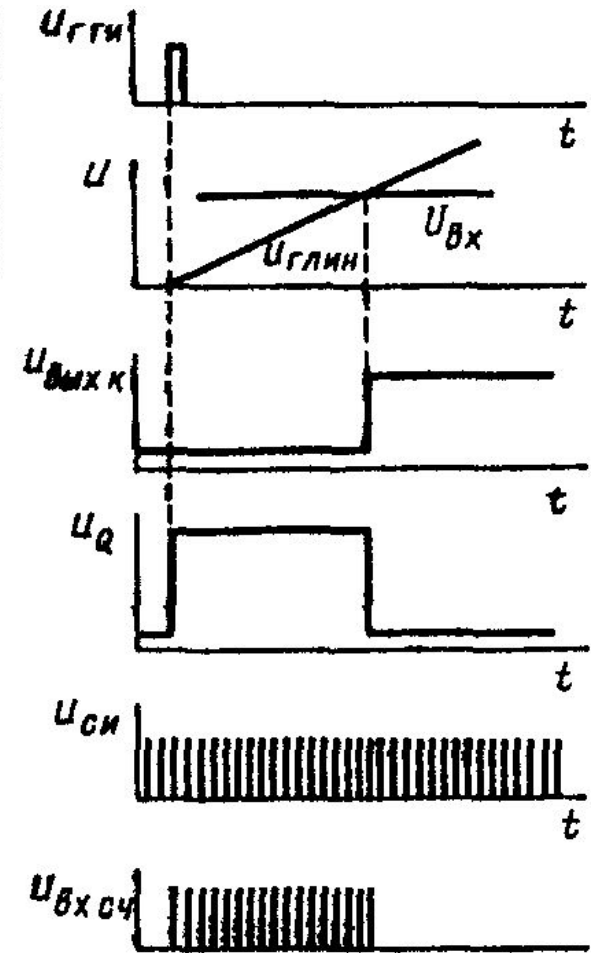
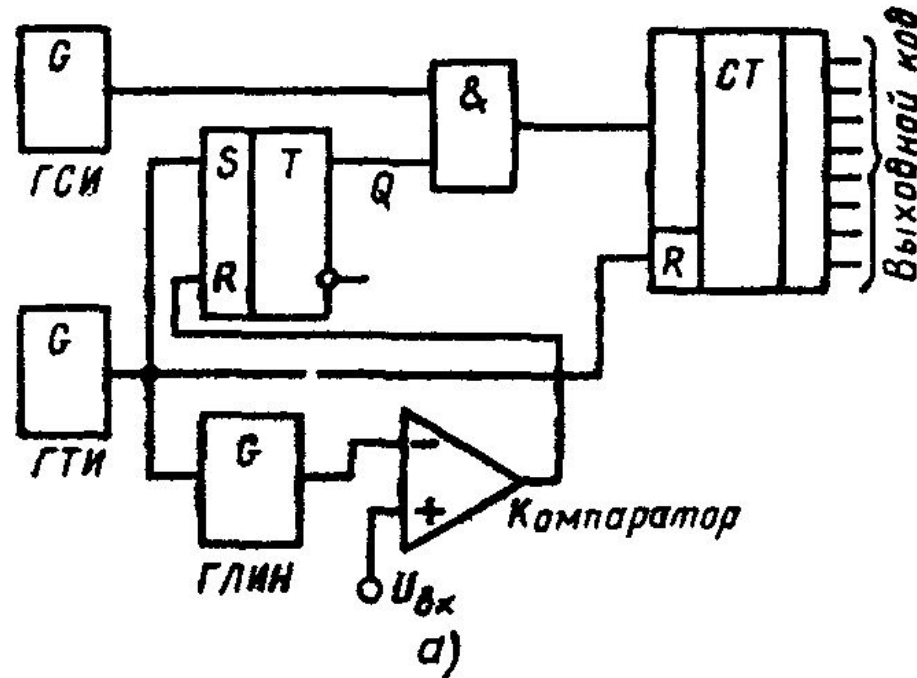
Принцип действия АЦП

Каждому значению напряжения на входе будет соответствовать n -разрядное двоичное число.

Включает в себя:

- дискретизация
- квантование
- цифровое кодирование

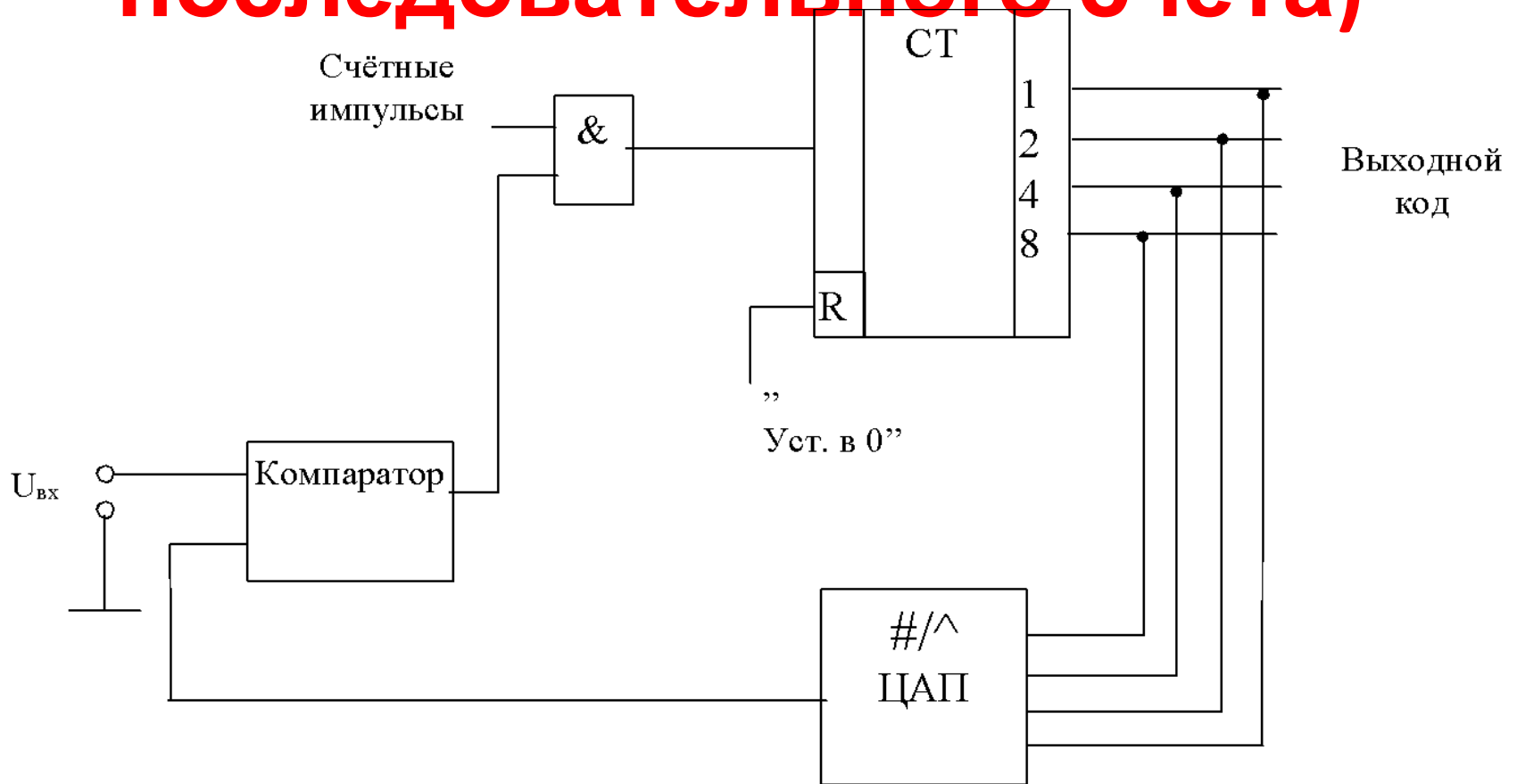
АЦП временного преобразования



$U_{ВХ}$ ставится в соответствие временной интервал, длительность которого пропорциональна $U_{ВХ}$. Этот интервал заполняется импульсами стабильной частоты.

Число импульсов и представляет цифровой эквивалент преобразуемого напряжения.

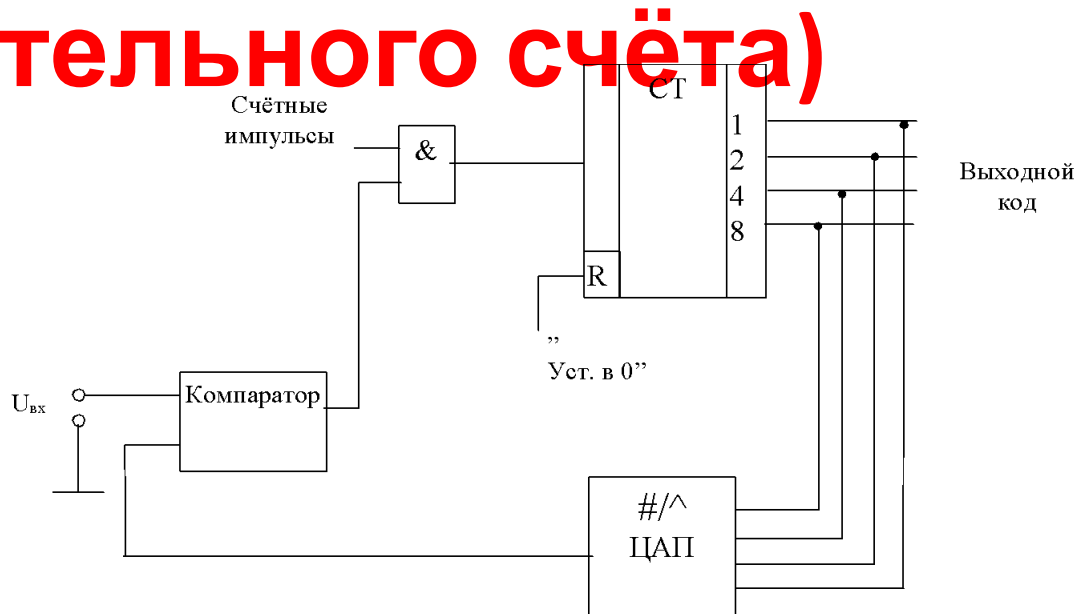
АЦП уравновешенных преобразований (АЦП последовательного счёта)



АЦП уравновешенных преобразований (АЦП последовательного счёта)

1. Счётные импульсы поступают на счётчик СТ, на выходе которого формируется код с нарастающим весом.

2. На ЦАП этот код изменяет $U_{\text{ЦАП}}$.



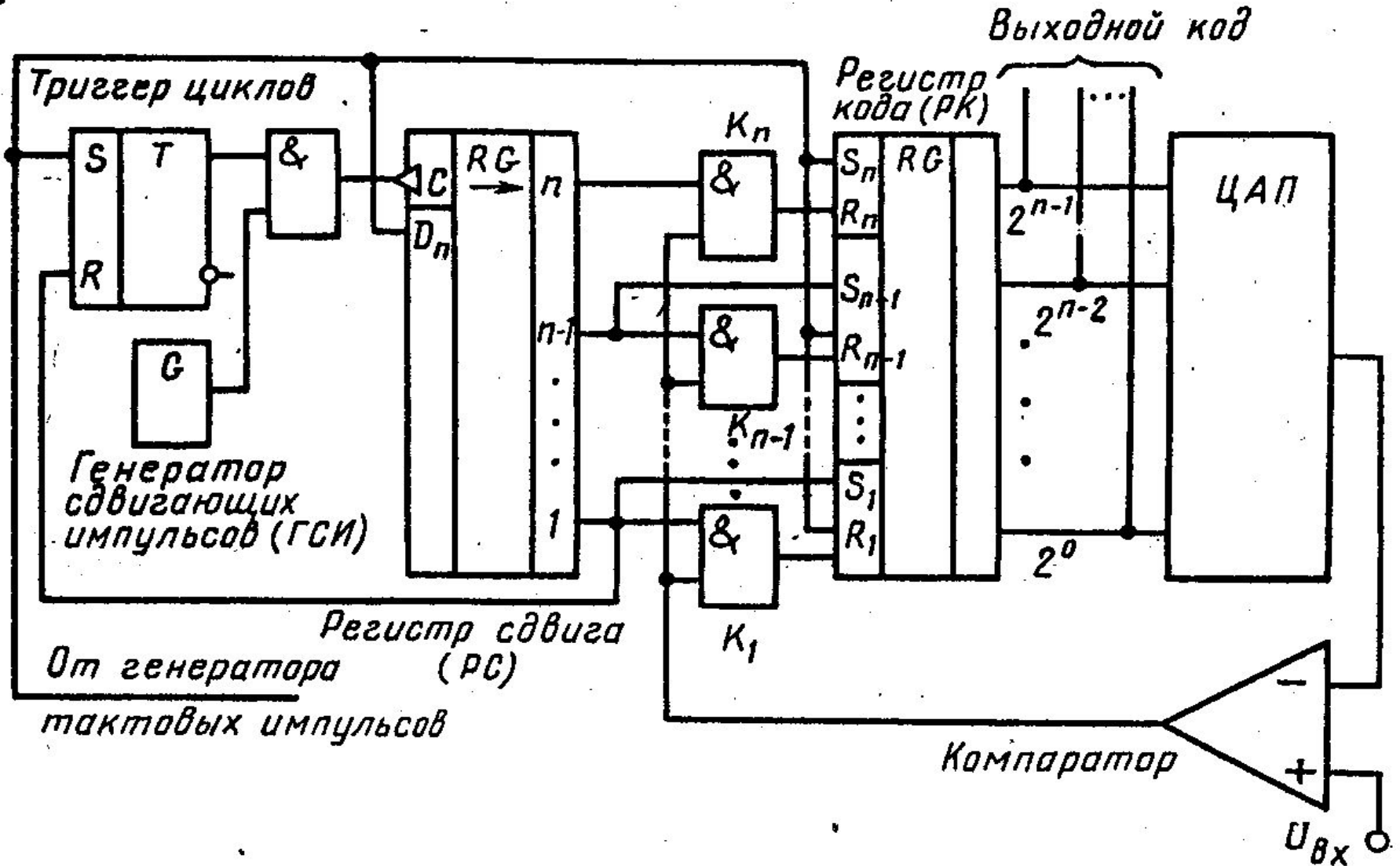
3. Если $U_{\text{ЦАП}} < U_{\text{вх}}$ $U_{\text{ВЫХ КОМП}} = 1$. Счетные импульсы через "И" поступают на вход СТ.

4. Если $U_{\text{ЦАП}} > U_{\text{вх}}$ $U_{\text{ВЫХ КОМП}} = 0$.

Элемент "И" отсоединяет счетчик СТ от счетных импульсов.

Недостаток - невысокое быстродействие.

АЦП последовательных приближений (Кодоимпульсный АЦП)



АЦП последовательных приближений (Кодоимпульсный АЦП)

Вместо счетчика СТ используется регистр RG последовательных приближений

Работа схемы

1. Регистр в старший разряд с весом 8 записывает «1».
2. Результат операции 1000 через ЦАП поступает на вход компаратора.
3. Если $U_{\text{вх}} > U_{\text{ЦАП}}$ «1» остаётся в разряде с весом 8, и RG записывает «1» в разряд с весом 4.
4. Если $U_{\text{вх}} < U_{\text{ЦАП}}$, то старший разряд обнуляется, а RG записывает «1» в разряд с весом 4. и т.д.

АЦП последовательных приближений (Кодоимпульсный АЦП)

Достоинства схемы :

- высокое быстродействие;
- можно увеличить разрядность кода при удовлетворительном быстродействии,
- высокая точность преобразования.

Параметры АЦП

- диапазон изменения преобразуемой амплитуды входного напряжения;
- разрядность выходного двоичного кода;
- погрешность квантования преобразуемой величины;
- быстродействие, характеризуемое временем преобразования $T_{пр}$ входной величины

Применение АЦП

Сопряжение аналоговых и цифровых устройств друг с другом в системах сбора, передачи и обработки информации

Заключение

1. Для преобразования аналогового сигнала в цифровую форму и наоборот служат АЦП и ЦАП.
2. Наибольшее применение получили
 - ЦАП с резистивной матрицей;
 - АЦП последовательных приближений;
 - АЦП временного преобразования.