

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева  
кафедра КС

Информатика 2

**Лекция №3**

**ЭВМ – средство обработки информации.  
Комбинационные схемы и конечные  
автоматы.**

# Типы устройств обработки цифровой информации

## на основе комбинационных схем (КС)

совокупность входных  
сигналов (входное  
слово) однозначно  
определяет  
совокупность  
(комбинации)  
выходных сигналов  
(выходное слово)

## на основе конечных (цифровых) автоматов

имеют конечное число  
внутренних состояний

## Функционирование конечного автомата задается

1. входным алфавитом:  $X \{x_0, x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\}$ ,
2. выходным алфавитом:  $Y \{y_0, y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_m\}$ ,
3. алфавитом состояний:  $Q \{q_0, q_1, q_2, \dots, q_i, \dots, q_r\}$ , где  $q_0$  – начальное состояние автомата,
4. функцией переходов, определяющей переход автомата из  $q_i$  состояния в следующее  $q_{i+1}$  состояние:  $q_{i+1} = \delta(q_i, x_i)$ , или как функция времени:  
 $Q(t+1) = \delta [Q(t), X(t)]$ .
5. функцией выходов, определяющей выходные сигналы автомата в состоянии  $q_i$ :  $y_i = \delta(q_i, x_i)$  или, как функция времени:  $Y(t) = \delta [Q(t), X(t)]$ .

# Конечные автоматы

## Автомат Мили

Задается функцией выходов, определяющей выходные сигналы автомата в состоянии  $qi$ :  $y_i = \delta(q_i, x_i)$  или, как функция времени:  
$$Y(t) = \delta [Q(t), X(t)]$$

## Автомат Мура

Выходные сигналы зависят только от состояния конечного автомата  $qi$ :  $y_i = \delta(q_i)$  или, как функция времени:  
$$Y(t) = \delta [Q(t)]$$

**Триггеры** — элементы памяти цифровых автоматов, в свою очередь являются элементарными цифровыми автоматами (автоматами Мура) с двумя устойчивыми состояниями.

## Основные типы триггеров

- триггер с отдельной установкой состояний (RS-триггер),
- триггер "защелка" (D - триггер),
- универсальный триггер (JK - триггер),
- триггер со счетным входом (T - триггер)

## Основу триггера - кольцевая схема из двух инверторов

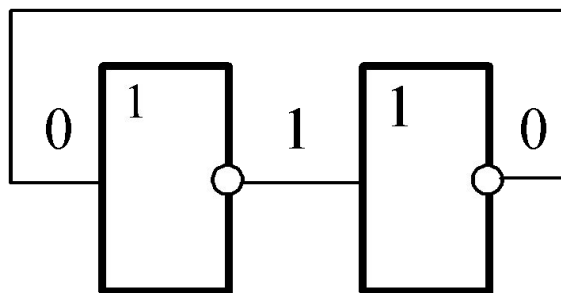


Рис.1. Элемент с двумя устойчивыми состояниями

## Переходы асинхронного триггера RS-триггер

t			t+1
R	S	Q(t)	Q(t+1)
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	не определено
1	1	1	не определено



## Структурная схема и обозначение RS-триггера

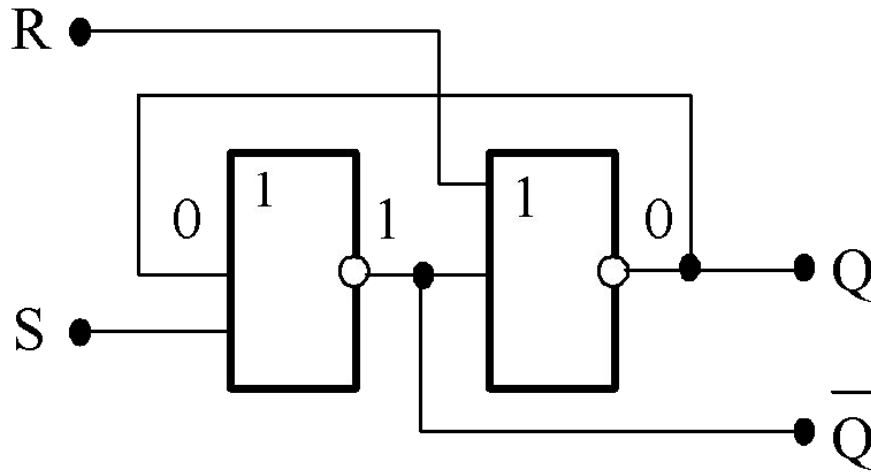
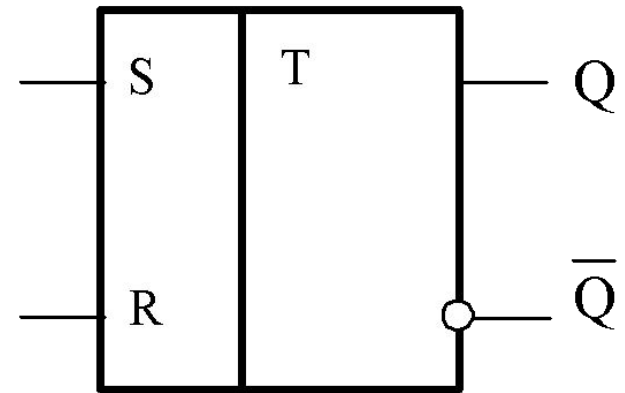


Схема RS-триггера.



Обозначение RS-триггера.

# Схема синхронного $RS$ -триггера и его обозначение на функциональных схемах

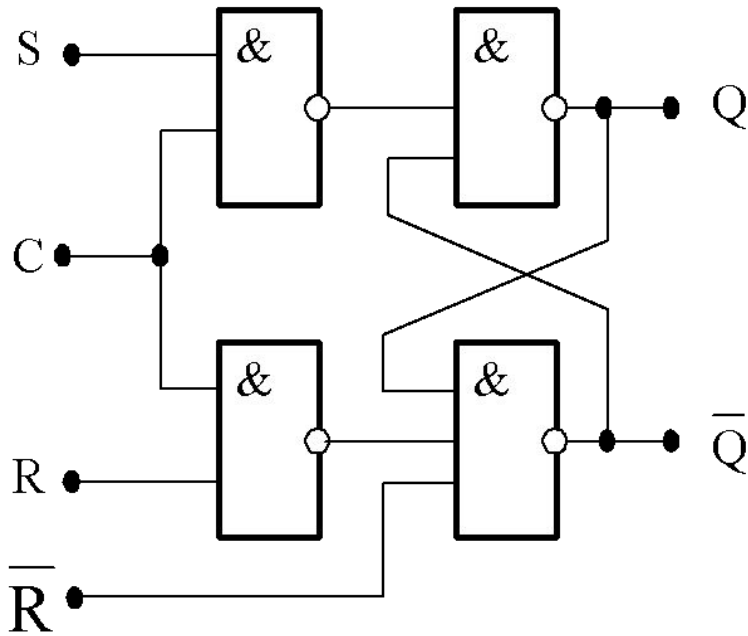
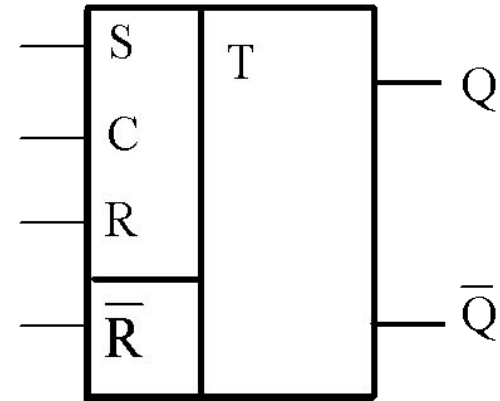


Схема синхронного RS-триггера



Обозначение синхронного RS-триггера

*Таблица перехода D-триггера*

t		t+1
D	C	Q(t+1)
0	0	Q(t)
1	0	Q(t)
0	1	0
1	1	1

# Схема, условное обозначение на функциональных схемах D-триггера

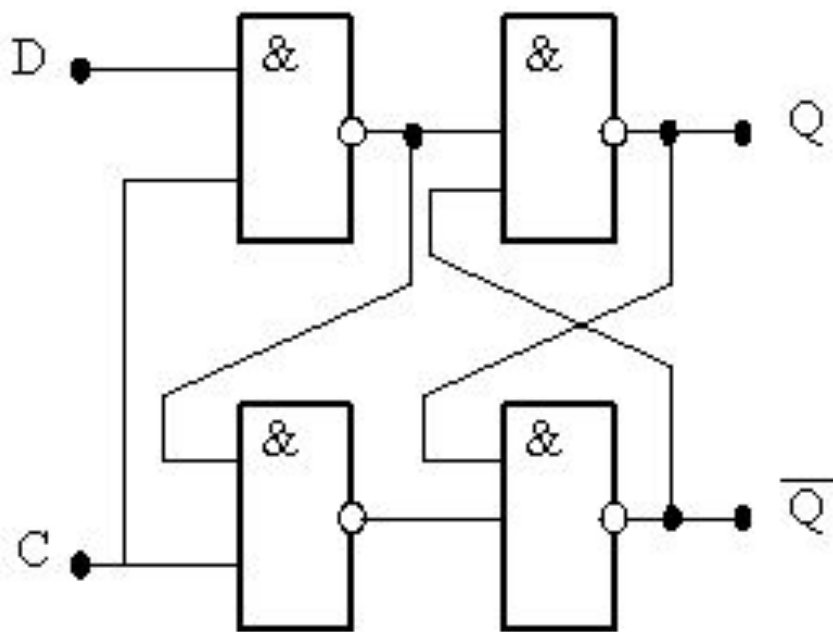
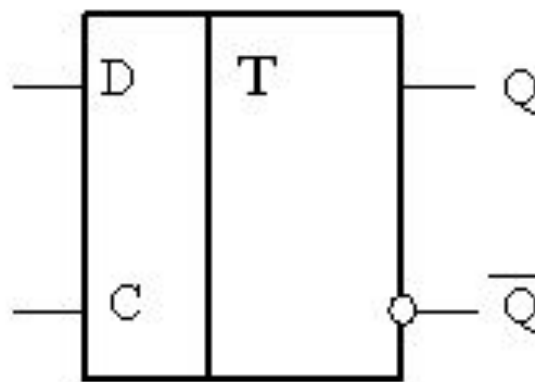


Схема D-триггера



Обозначение D-триггера

## D-триггер с дополнительными $RS$ входами

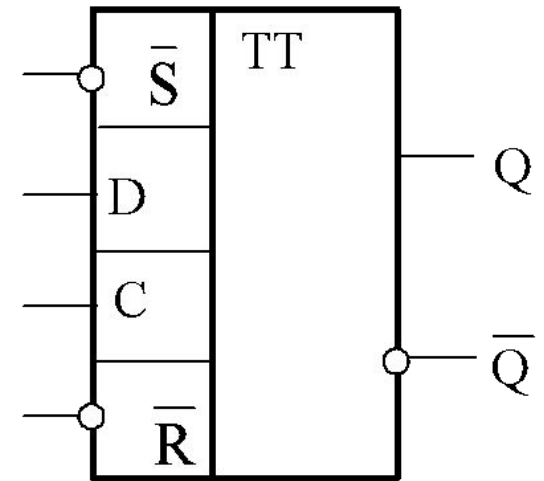
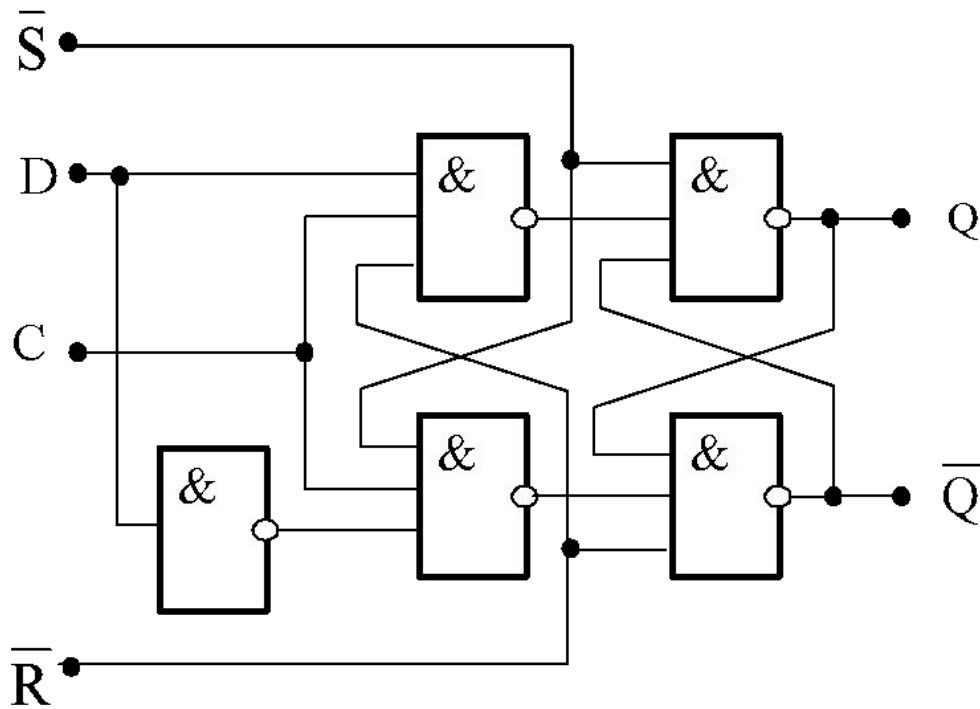


Схема D-триггера

Обозначение D-триггера.

# Схема двухтактного синхронного D-триггера и его обозначение на функциональных схемах

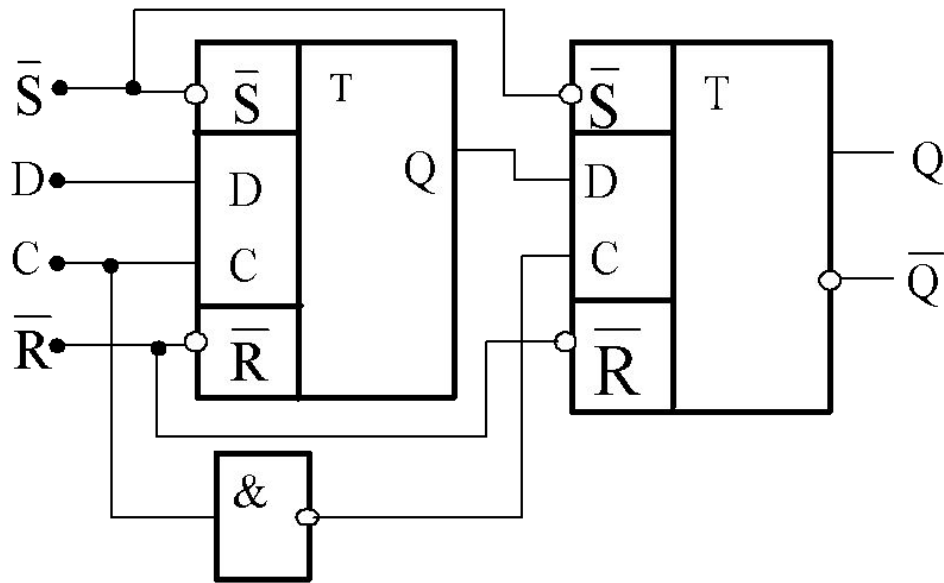
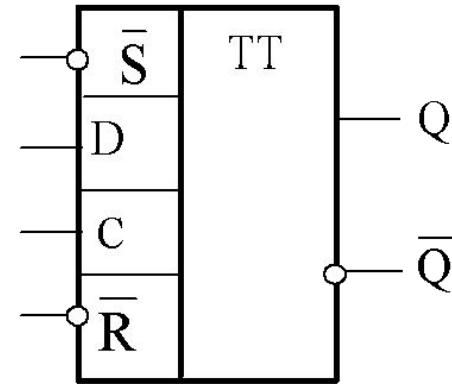
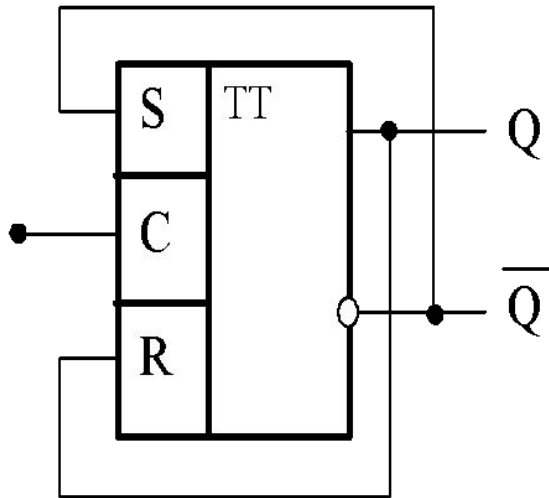


Схема двухтактного D-триггера

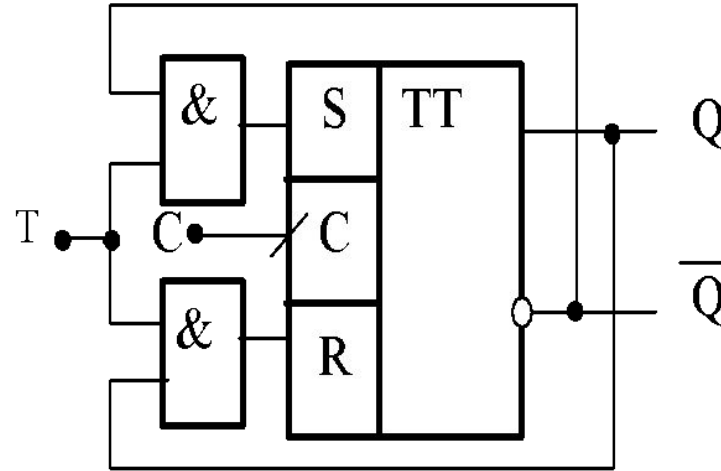


Обозначение двухтактного D-триггера

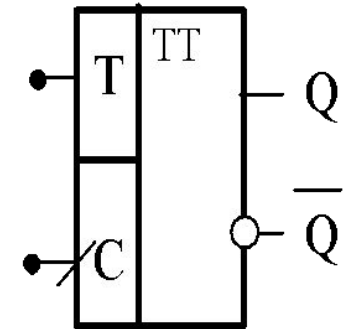
# Схема асинхронного и синхронного Т-триггеров и обозначение синхронного Т-триггера



Т-триггер на основе RS-триггера

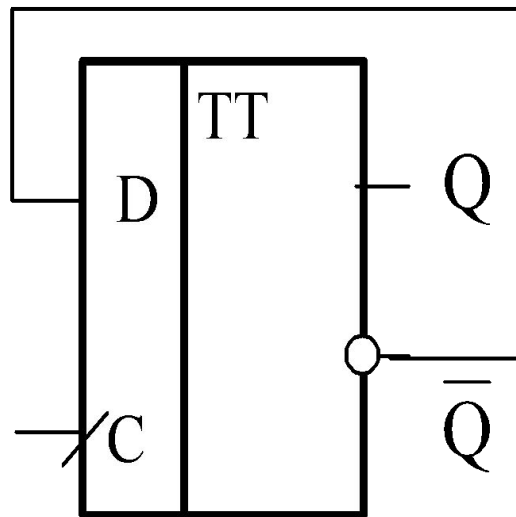


Т-триггер на основе синхронного RS-триггера



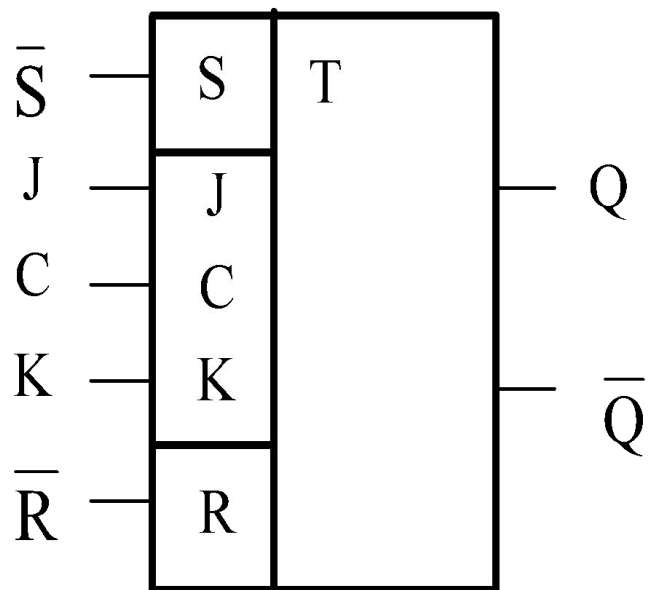
Обозначение синхронного Т-триггера

## Схема Т-триггера 8 на основе D-триггера





# Обозначение JK-триггера с инверсным динамическим ВХОДОМ



***Регистры*** — это набор простейших запоминающих устройств (например, триггеров) для временного хранения двоичной информации в устройствах обработки информации.

***Основные виды регистров:***

- Параллельные
- Последовательные

# Схемы изображения регистров

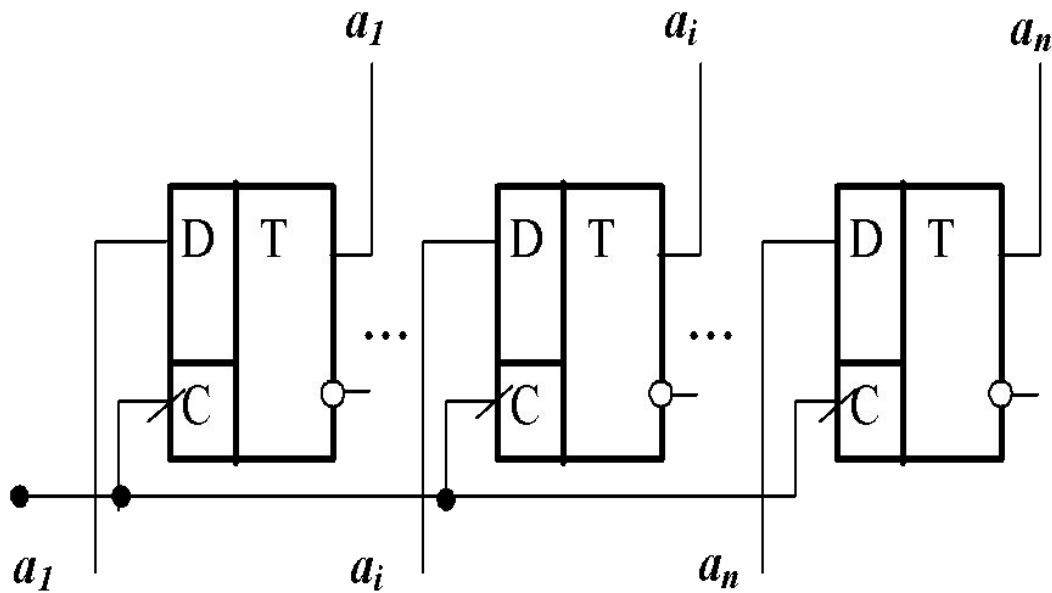


Схема синхронного параллельного регистра.

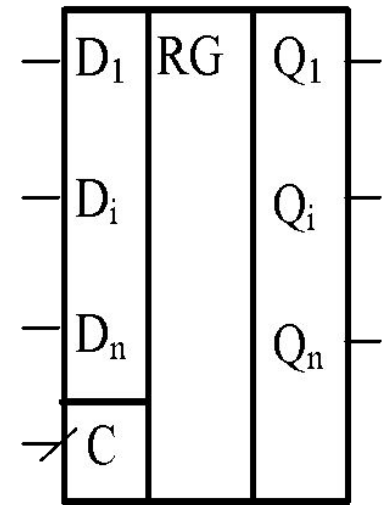
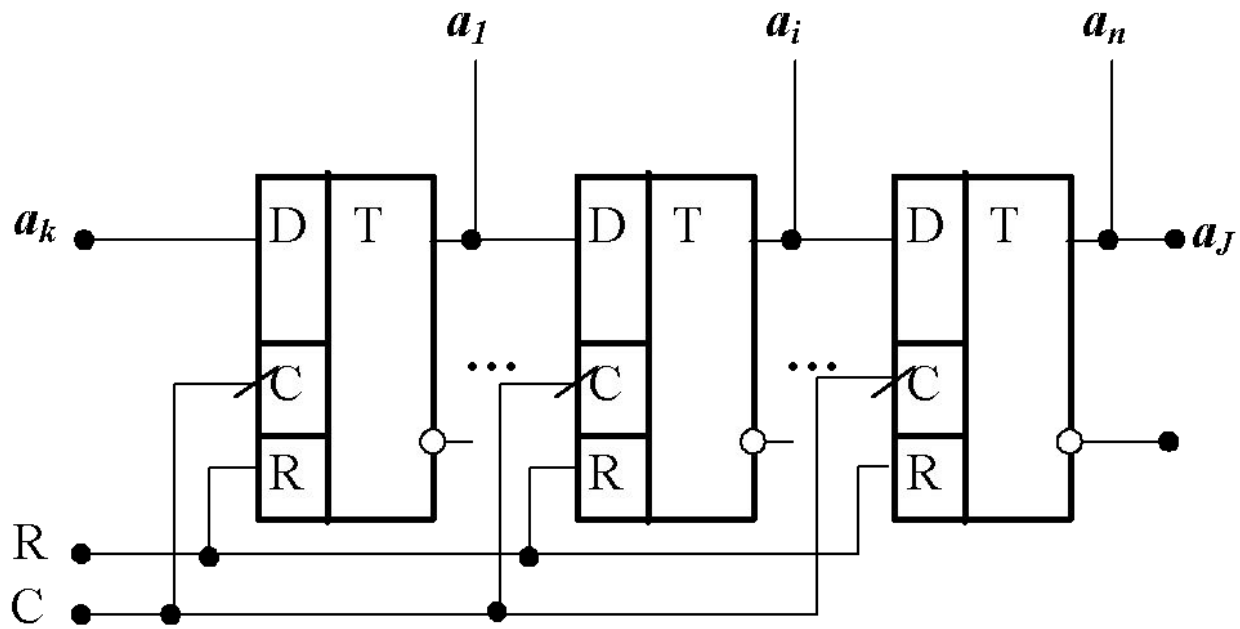
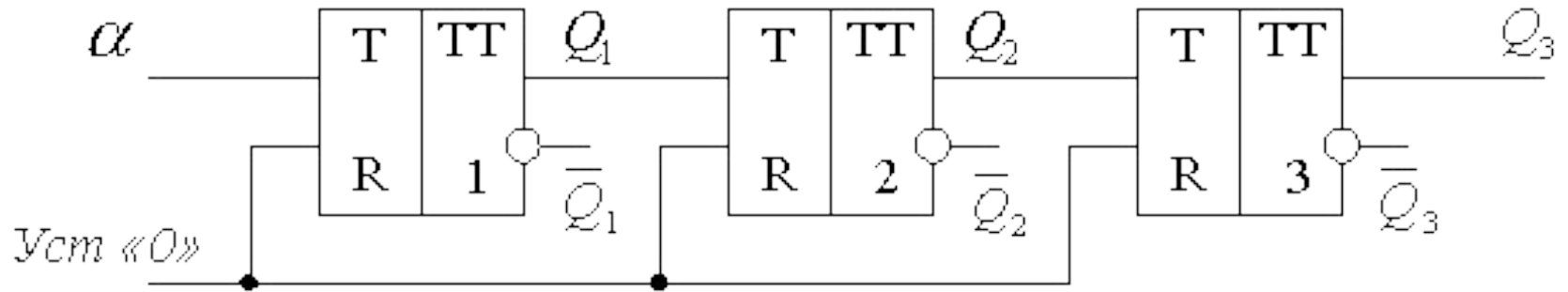


Схема параллельного регистра

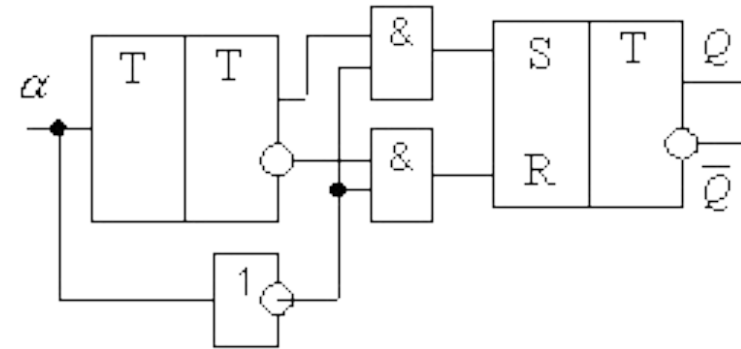
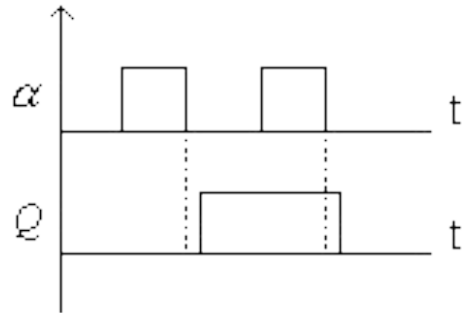
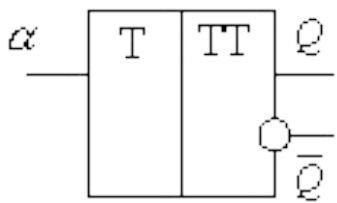
# Схема синхронного последовательного регистра с параллельным сбросом



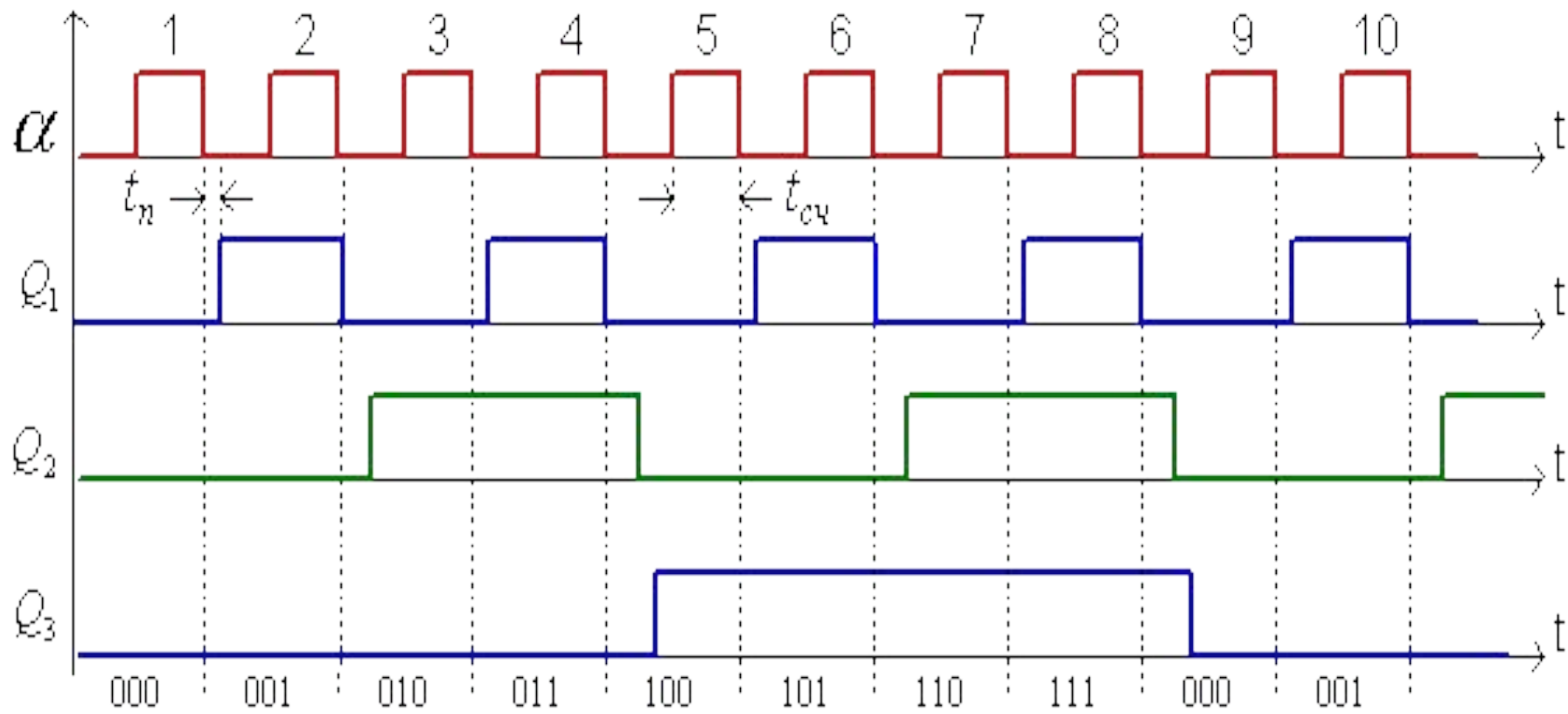
# Суммирующий счетчик



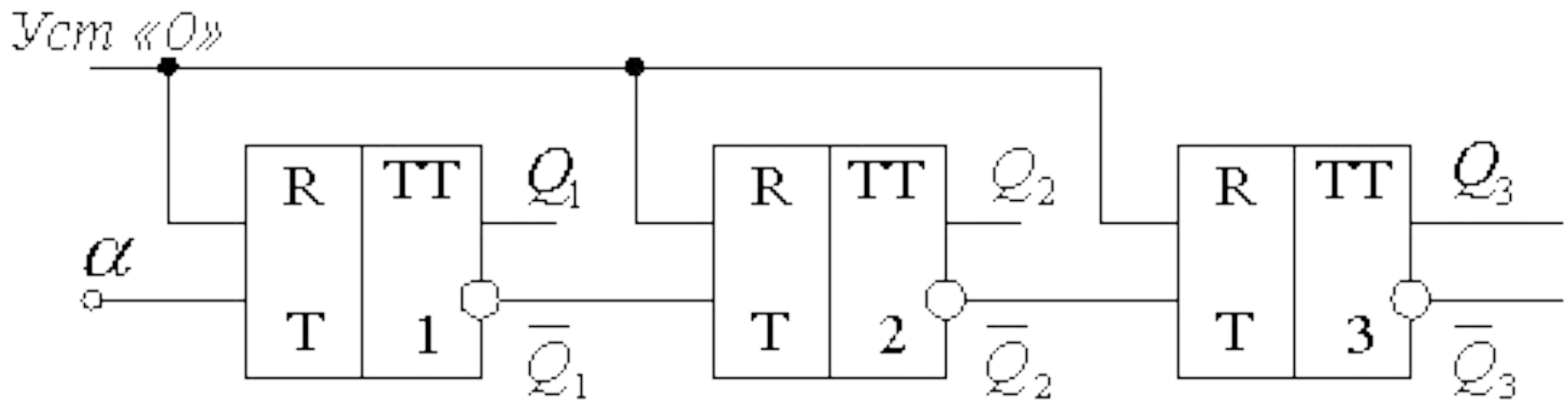
# Асинхронный Т-триггер



# Временная диаграмма работ трех разрядного асинхронного суммирующего счетчика с последовательным переносом

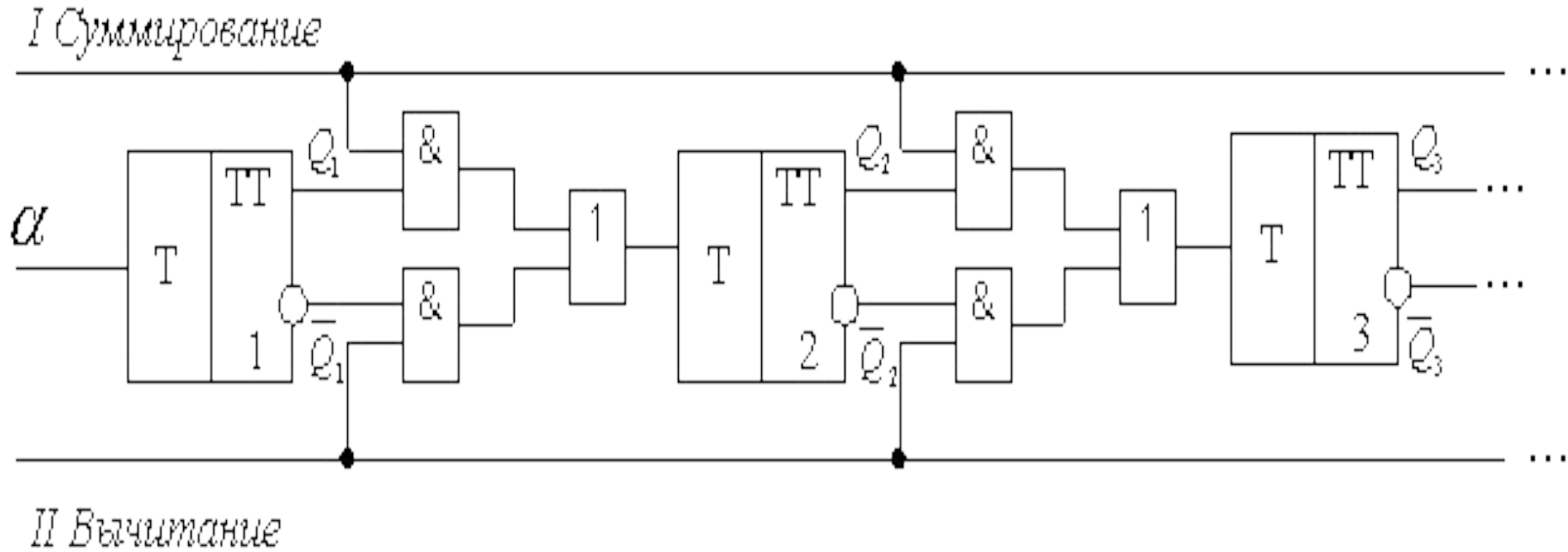


# Вычитающий счетчик

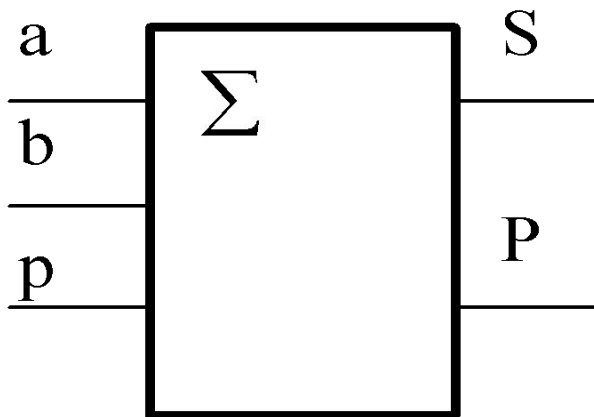




# Асинхронный реверсивный счетчик



# Одноразрядный двоичный сумматор



Обозначение  
одноразрядного двоичного  
сумматора

№	Входы			Выходы	
	$a$	$b$	$p$	$S$	$P$
1	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	0
3	0	1	0	1	0
4	0	1	1	0	1
5	1	0	0	1	0
6	1	0	1	0	1
7	1	1	0	0	1
8	1	1	1	1	1

Таблица истинности выходов

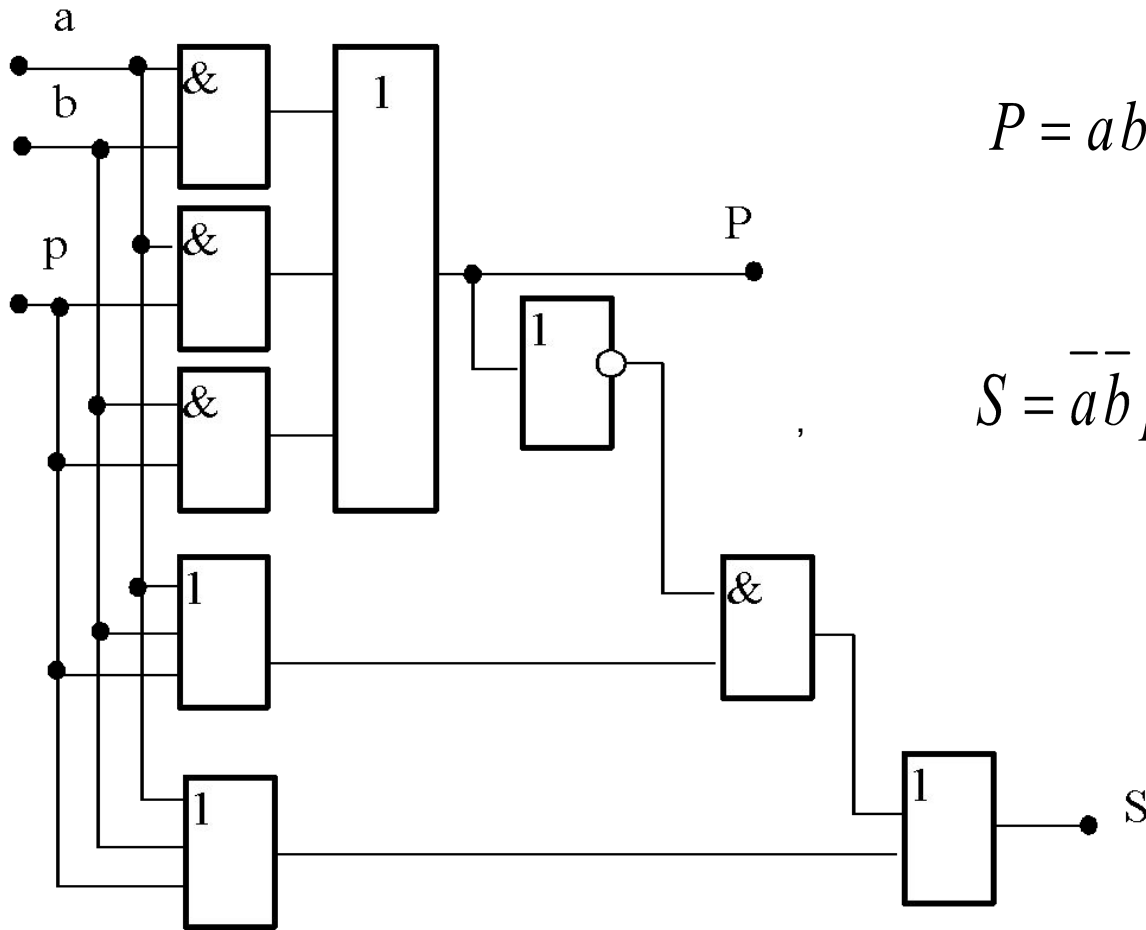
**Для реализации ПФ для выхода Р требуется :**

- три конъюнктора (схемы И) на два входа,
- дизъюнктор (схема ИЛИ) на 3 входа.

**Для реализации ПФ для выхода S требуются:**

- дизъюнктор (схема ИЛИ) на 3 входа,
- инвертор (схема НЕ),
- конъюнкторы (схемы И) на 2 и 3 входа.
- дизъюнктор (схема ИЛИ) на 2 входа

# Функциональная схема одnorазрядного сумматора



$$P = ab \vee ap \vee bp$$

$$S = \overline{\overline{a}} \overline{\overline{b}} p \vee \overline{\overline{a}} \overline{\overline{b}} \overline{\overline{p}} \vee \overline{\overline{a}} \overline{\overline{b}} \overline{\overline{p}} \vee \overline{\overline{a}} \overline{\overline{b}} \overline{\overline{p}}$$

# Схема и обозначение параллельного сумматора на функциональных схемах

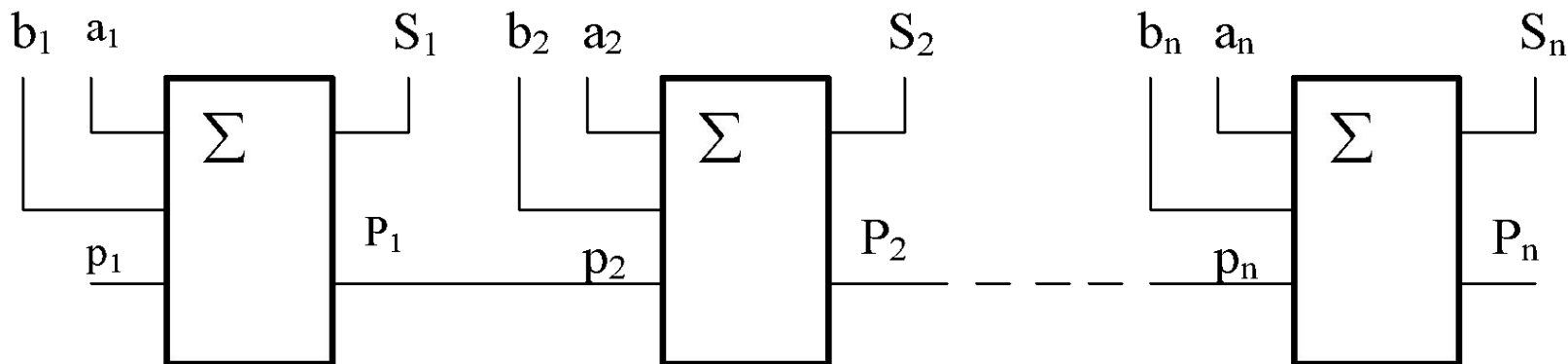
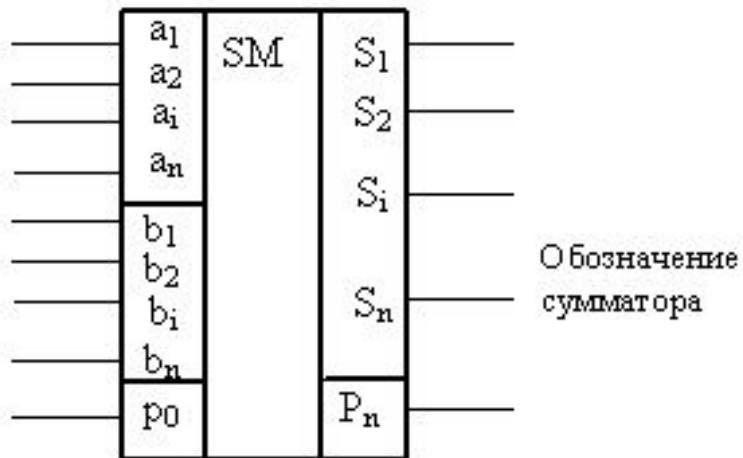


Схема параллельного сумматора



**Дешифратор** – это устройство, которое имеет  $n$  входов и  $2^n$  выходов, причем каждой  $i$ -ой комбинации сигналов на входе соответствует сигнал на одном определенном  $2^i$ -ом выходе. Другими словами, дешифратор – это устройство, которое дешифрует число в позицию.

Дешифраторы предназначены для декодирования (распознавания) кодовых комбинаций (адрес устройства, код операции и т. д.).

**Для реализации ПФ для выхода Р требуется :**

- три конъюнктора (схемы И) на два входа,
- дизъюнктор (схема ИЛИ) на 3 входа.

**Для реализации ПФ для выхода S требуются:**

- дизъюнктор (схема ИЛИ) на 3 входа,
- инвертор (схема НЕ),
- конъюнкторы (схемы И) на 2 и 3 входа.
- дизъюнктор (схема ИЛИ) на 2 входа

## Таблица истинности выходов дешифратора на три входа

Входы			№ активной выходной шины $D_i$ и ПФ выхода.
<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	
0	0	0	$0 - D_0 = \overline{abc}$
0	0	1	$1 - D_1 = \overline{a}bc$
0	1	0	$2 - D_2 = \overline{a}\overline{b}c$
0	1	1	$3 - D_3 = \overline{a}bc$
1	0	0	$4 - D_4 = a\overline{\overline{bc}}$
1	0	1	$5 - D_5 = a\overline{bc}$
1	1	0	$6 - D_6 = abc\overline{}$
1	1	1	$7 - D_7 = abc$



# Схема дешифратора и его обозначение на функциональных схемах

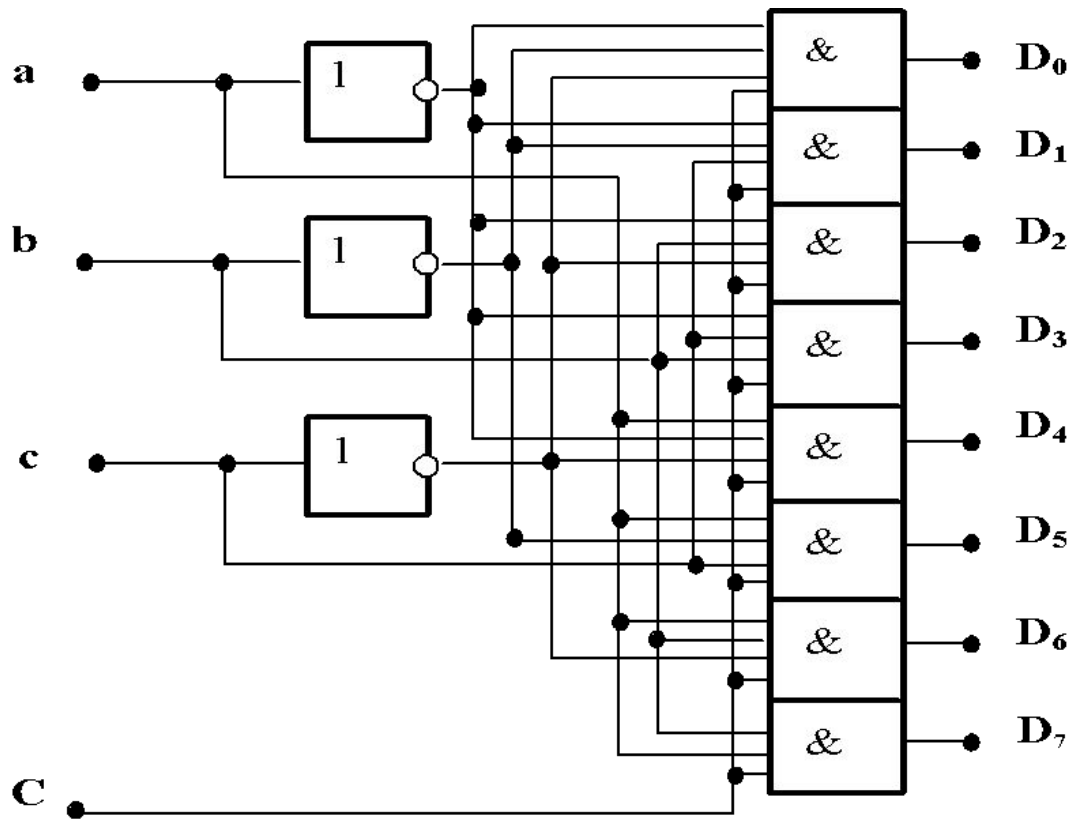
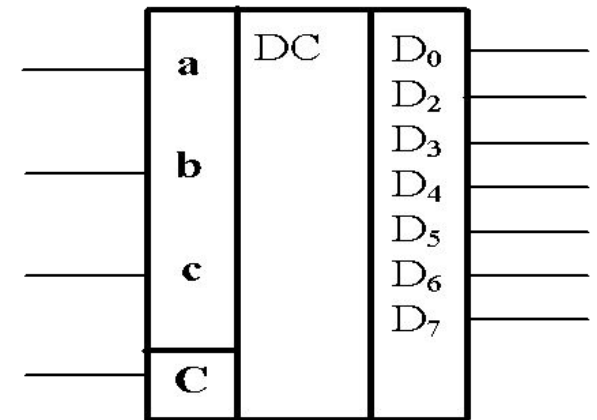


Схема дешифратора на три входа



Обозначение дешифратора

# Схема мультиплексора и его обозначение на функциональных схемах

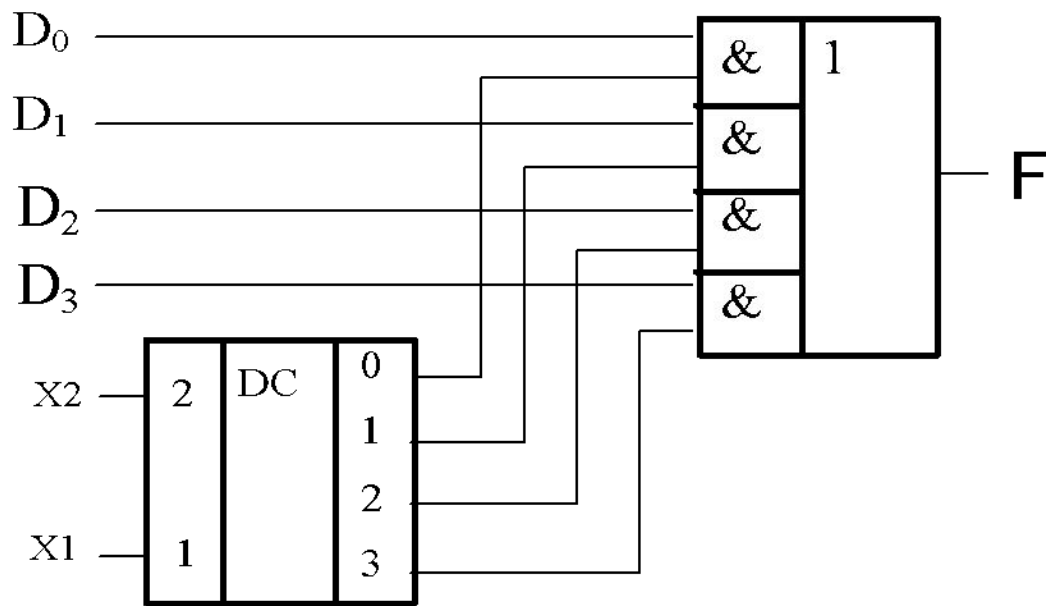
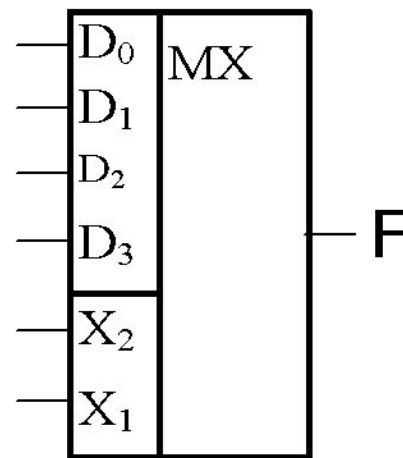


Схема мультиплексора.

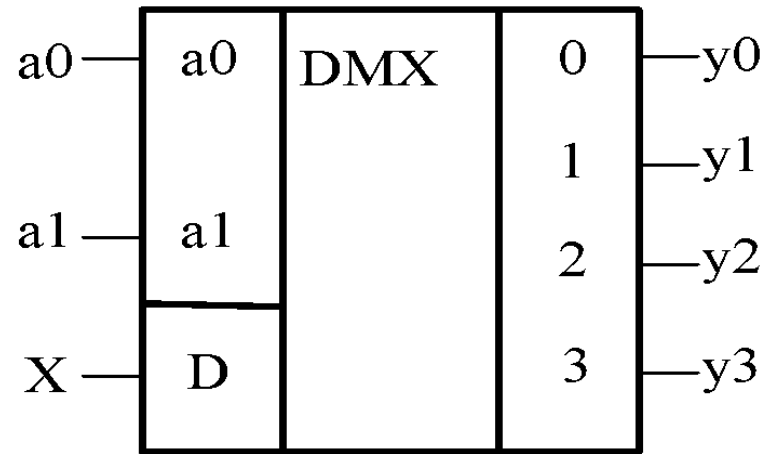


Обозначение мультиплексора

## СОСТОЯНИЯ МУЛЬТИПЛЕКСОРА

№	$x_1$	$x_2$	$\cdot Q_s$
0	0	0	$D_0$
1	0	1	$D_1$
2	1	0	$D_2$
3	1	1	$D_3$

# Обозначение демультиплексора на функциональных схемах



# Вопросы по лекции

1.

## Вопросы по лекции

1. В чем отличие конечного автомата от комбинационных схем?
2. Как различаются автоматы Мура и Мили?
3. Сколько состояний имеет элементарный автомат?
4. Что такое триггер?
5. Почему T-триггер называют триггером со счетным входом?

6. В какое состояние перейдет Т-триггер при входном сигнале  $T = 1$ ?
7. Какая запрещенная комбинация входных сигналов для RS-триггера?
8. В какое состояние перейдет RS-триггер при сигнале  $S = 1$ ?
9. В какое состояние перейдет JK -триггер при сигнале  $K = 1$ ?
10. В какое состояние перейдет JK -триггер при сигнале  $J = K = 1$ ?

11. Что называют регистром?
12. Какой регистр называют сдвигающим?
13. Для чего предназначен счетчик?
14. Какой счетчик называют суммирующим?
15. Какой счетчик называют вычитающим?



16. Какой счетчик называют реверсивным?
17. В какое состояние перейдет 3-х разрядный суммирующий счетчик из состояния 111?
18. В какое состояние перейдет 3-х разрядный вычитающий счетчик из состояния 000?
19. Для чего предназначен двоичный сумматор?
20. Когда в двоичном сумматоре сигнал переноса  $p = 1$ ?

21. Что такое дешифратор?
22. Дешифратор – это комбинационная схема?
23. Сколько выходов имеет полный дешифратор при 3 входах?
24. На каком выходе дешифратора будет сигнал, равный 1, при входном сигнале 101?
25. На каком выходе дешифратора будет сигнал, равный 1, при входном сигнале 111?

26. Мультиплексор – это комбинационная схема?
27. Какие входные сигналы имеет мультиплексор?
28. Какой информационный сигнал D пройдет на выход мультиплексора, если управляющие сигналы равны 00?
29. Какой информационный сигнал D пройдет на выход мультиплексора, если управляющие сигналы равны 11?
30. Какие входные сигналы имеет демultipлексор?