

2. ЦИФРОВЫЕ УСТРОЙСТВА

2.1 Логические элементы

**2.2 Комбинационные цифровые
устройства (КЦУ)**

2.3 Триггеры

2.1.1. Двоичный способ кодирования информации

- **В цифровых устройствах (ЦУ) информация представлена двоичными словами (ДС).**
- **ДС есть последовательность символов 0 и 1 определенной длины, например 1011.**
- **Чтобы отличать символы 0 и 1 от арабских цифр их принято называть логическими или двоичными цифрами.**

Единица информации «**бит**»
(от англ. binary digit - двоичная цифра)

С помощью 4х-битного ДС можно
закодировать первые 16 чисел из
десятичной или шестнадцатеричной
систем счисления

Двоичное слово длиной из 8 бит
получило название – «**байт**»

**Таблица соответствия: десятичных (DEC),
двоичных (BIN) и шестнадцатеричных (HEX) кодов**

DEC	BIN	HEX	DEC	BIN	HEX
0	0000	0	8	1000	8
1	0001	1	9	1001	9
2	0010	2	10	1010	A
3	0011	3	11	1011	B
4	0100	4	12	1100	C
5	0101	5	13	1101	D
6	0110	6	14	1110	E
7	0111	7	15	1111	F

Пример преобразования двоичного кода в шестнадцатеричный



Пример преобразования 16-битного двоичного кода в шестнадцатеричный

Разряды двоичного 16-ти разрядного слова															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Старший байт								Младший байт							
1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0
4 тетрада				3 тетрада				2 тетрада				1 тетрада			
В				2				7				Е			
B2								7E							
Шестнадцатеричный код → B27E															

2.1.2 Понятие «логическая функция»

- Любое ЦУ имеет входы и выходы и предназначено для обработки информации
- Выходное ДС зависит от того какие ДС поступают на входы ЦУ. Поэтому можно говорить, что выходное ДС есть функция, для которой аргументами являются входные ДС.

Эти функции называют логическими функциями (ЛФ).

В ЦУ используются три основные ЛФ

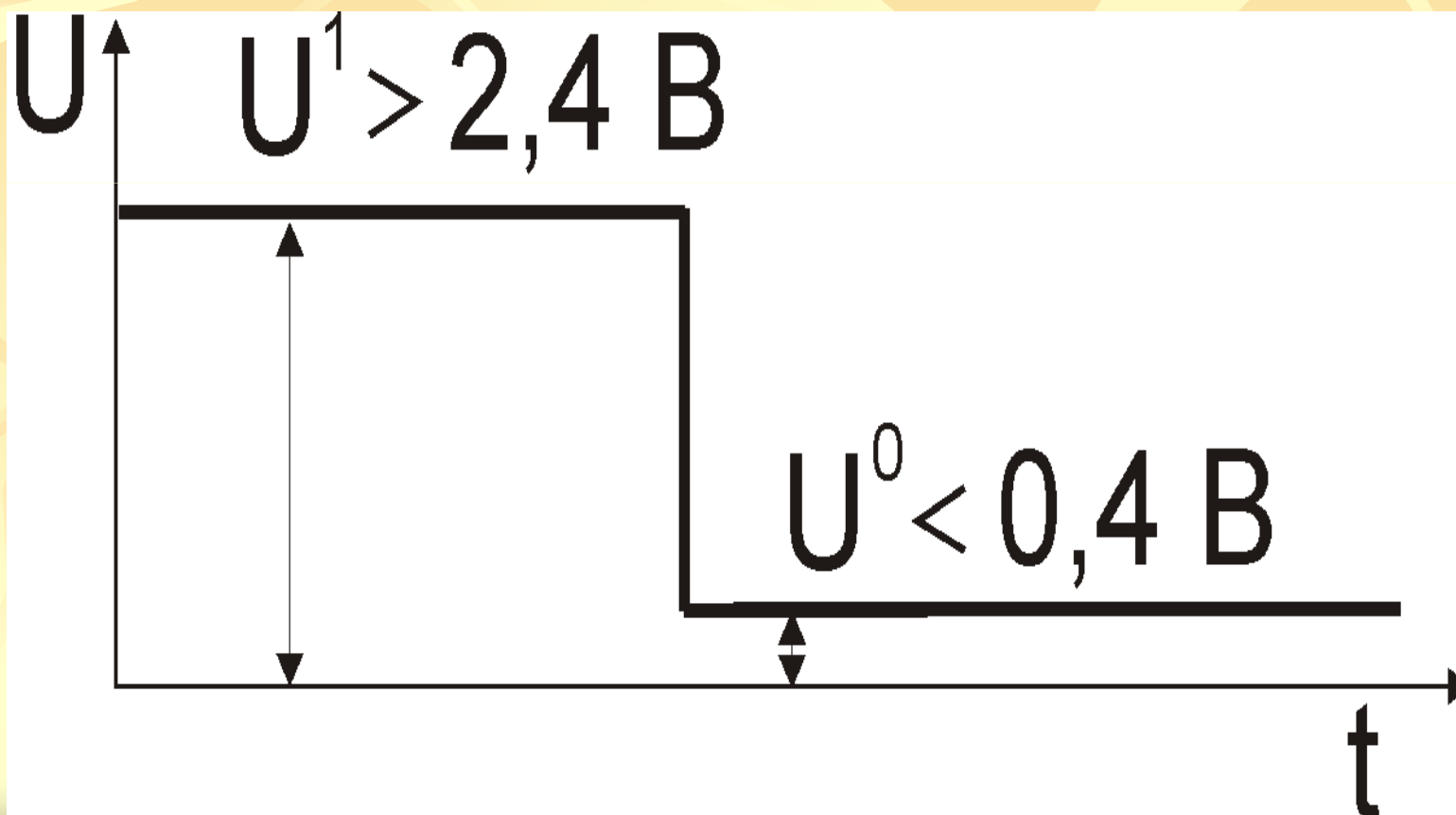
ИЛИ, И, НЕ,

которые реализуются логическими элементами (ЛЭ).

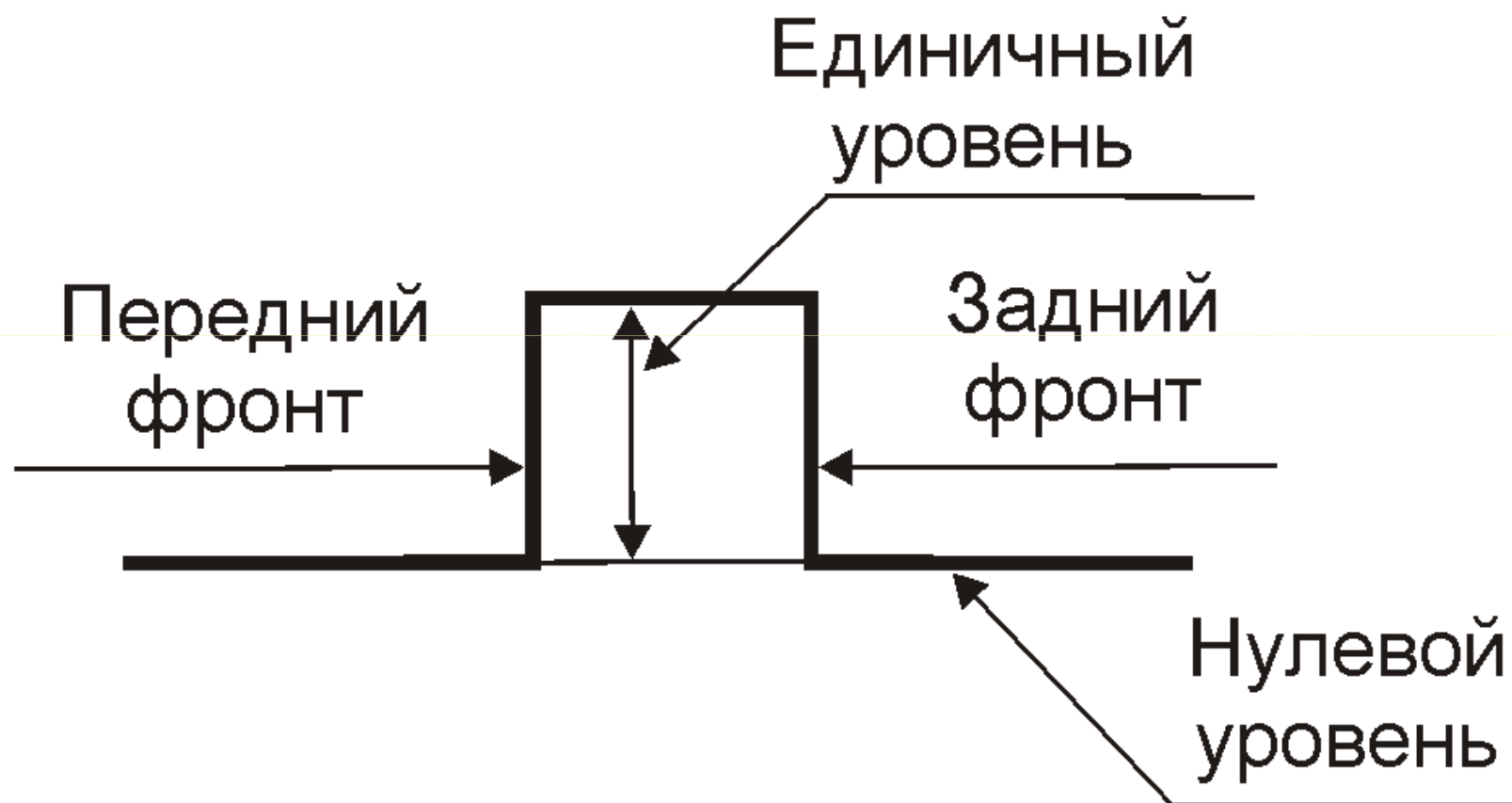
На базе ЛЭ построены все микропроцессорные системы.

ЛЭ выполняют также в отдельных интегральных микросхемах.

При питании ЛЭ напряжением 5 В, за
лог.1 принимают напряжение
превышающее уровень 2,4 В,
за лог.0 – напряжение ниже 0,4 В.



Элементы цифрового сигнала

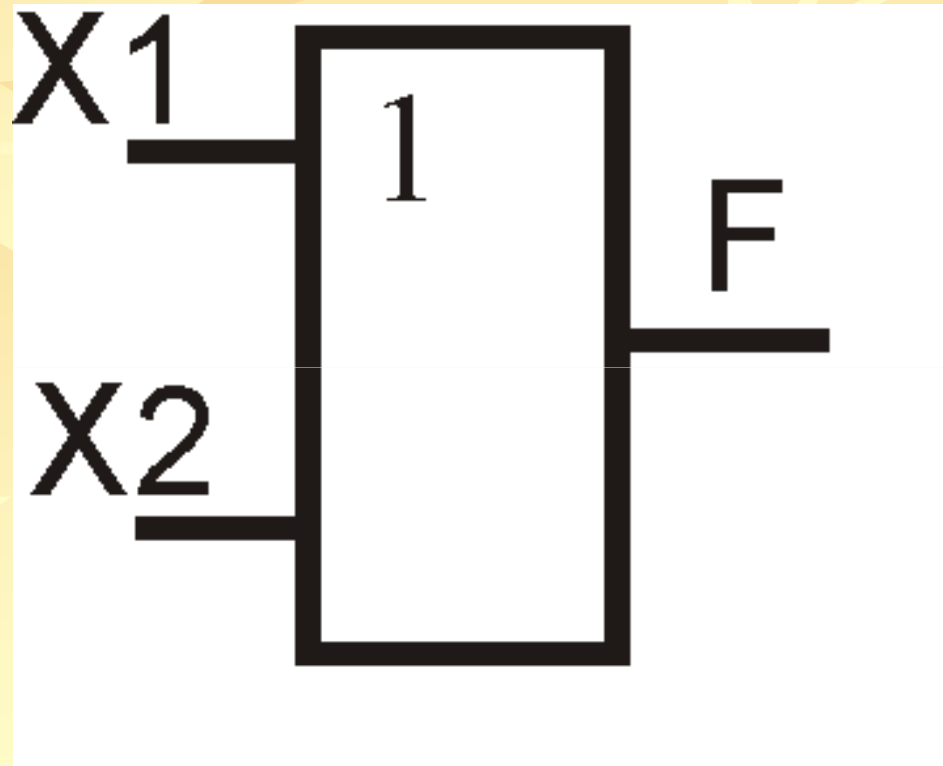


2.1.3. Логический элемент ИЛИ

Выполняет
операцию
«логического
суммирования»

X_1 , X_2 – входы;

F – выход



Значение функции записывают выражением

$$F = X1 + X2,$$

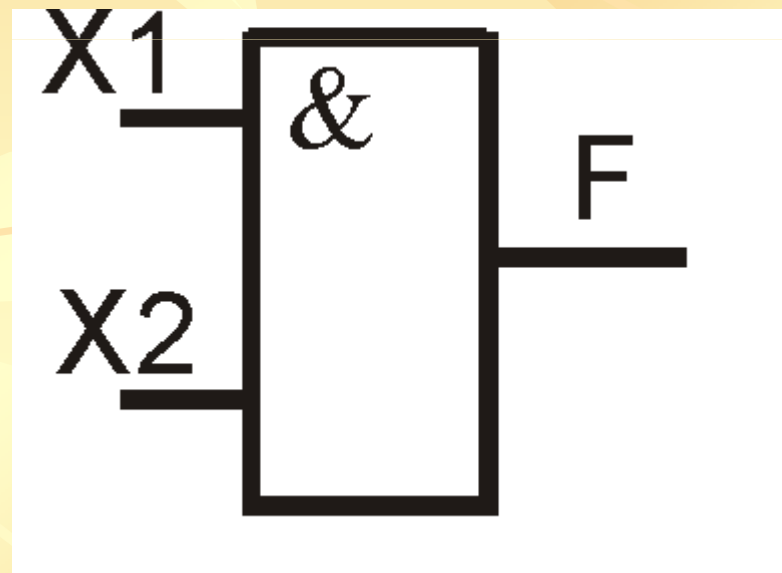
или для n-аргументов $F = X1 + X2 + \dots + Xn$,

**или таблицей
истинности**

Входы		Выход
X1	X2	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

2.1.4. Логический элемент И

Выполняет операцию «логического умножения»



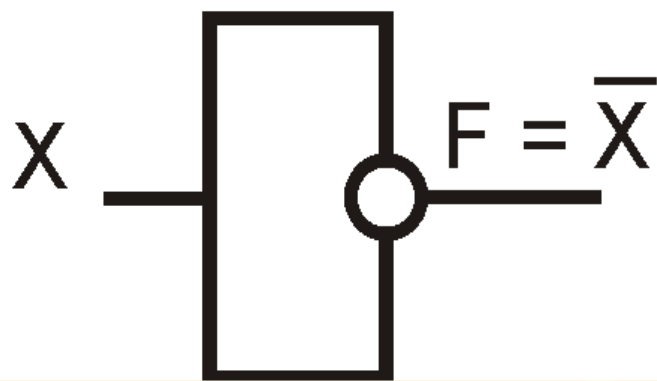
**Значение функции $F = X1 \cdot X2$,
или для n-аргументов
 $F = X1 \cdot X2 \cdot \dots \cdot Xn$**

Таблица истинности

Входы		Выход
X1	X2	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

2.1.5. Логический элемент НЕ

Выполняет операцию «отрицания» (инверсии).



или

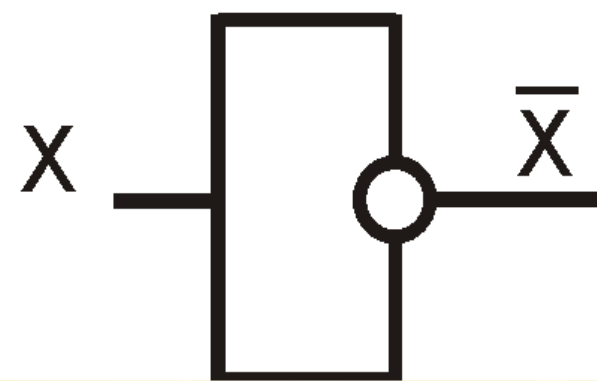
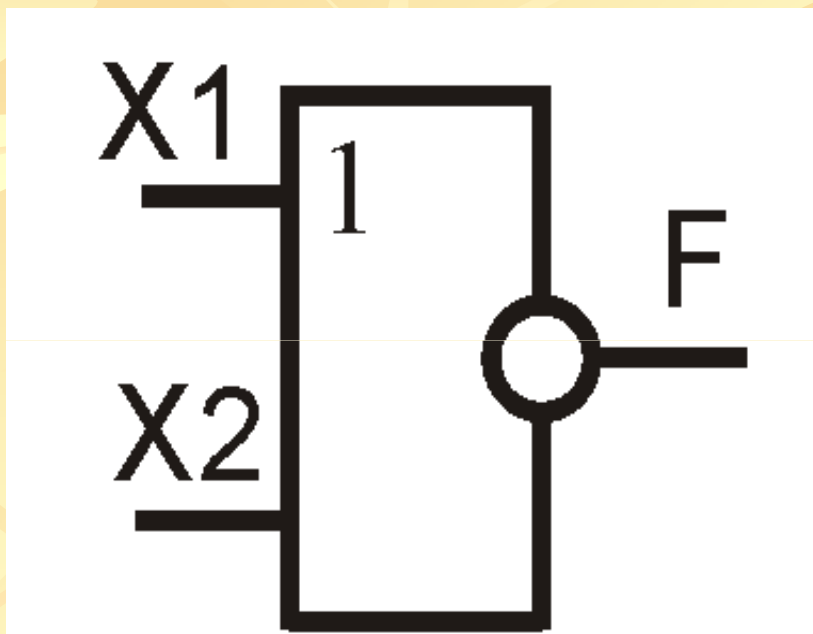


Таблица
истинности

Вход	Выход
X	F
1	0
0	1

2.1.6. Логический элемент ИЛИ-НЕ

Выполняет операцию «инверсия суммы»

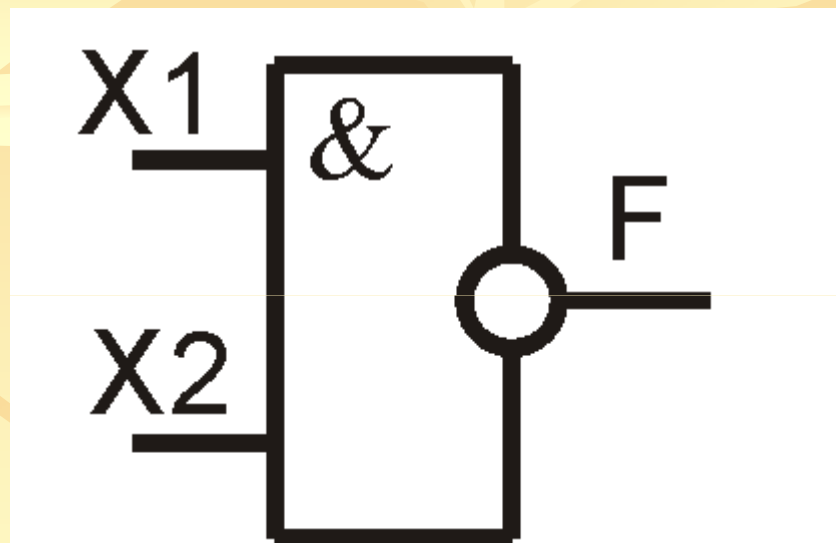


$$F = \overline{X1 + X2}$$

Входы		Выход
X1	X2	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

2.1.7. Логический элемент И-НЕ

Выполняет операцию «инверсия произведения»



$$F = \overline{X1 \cdot X2}$$

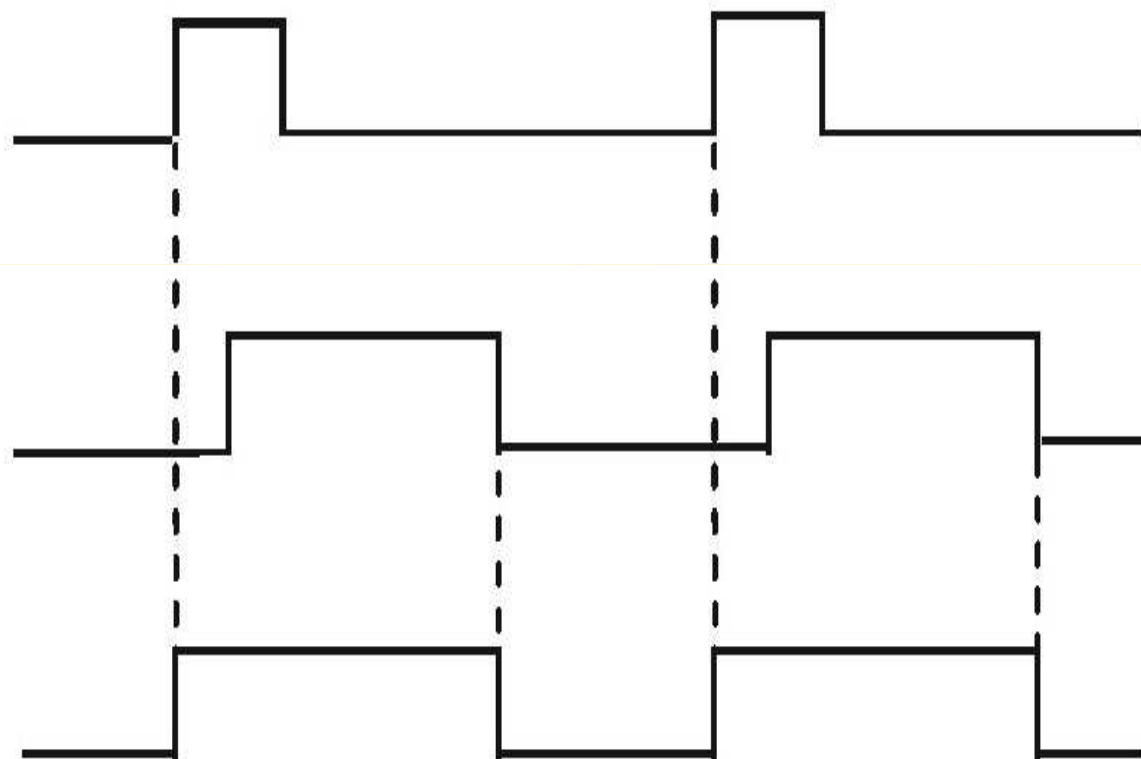
Входы		Выход
X1	X2	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

На рис. изображена временная
диаграмма лог. элемента ...?

Вход X1

Вход X2

Выход



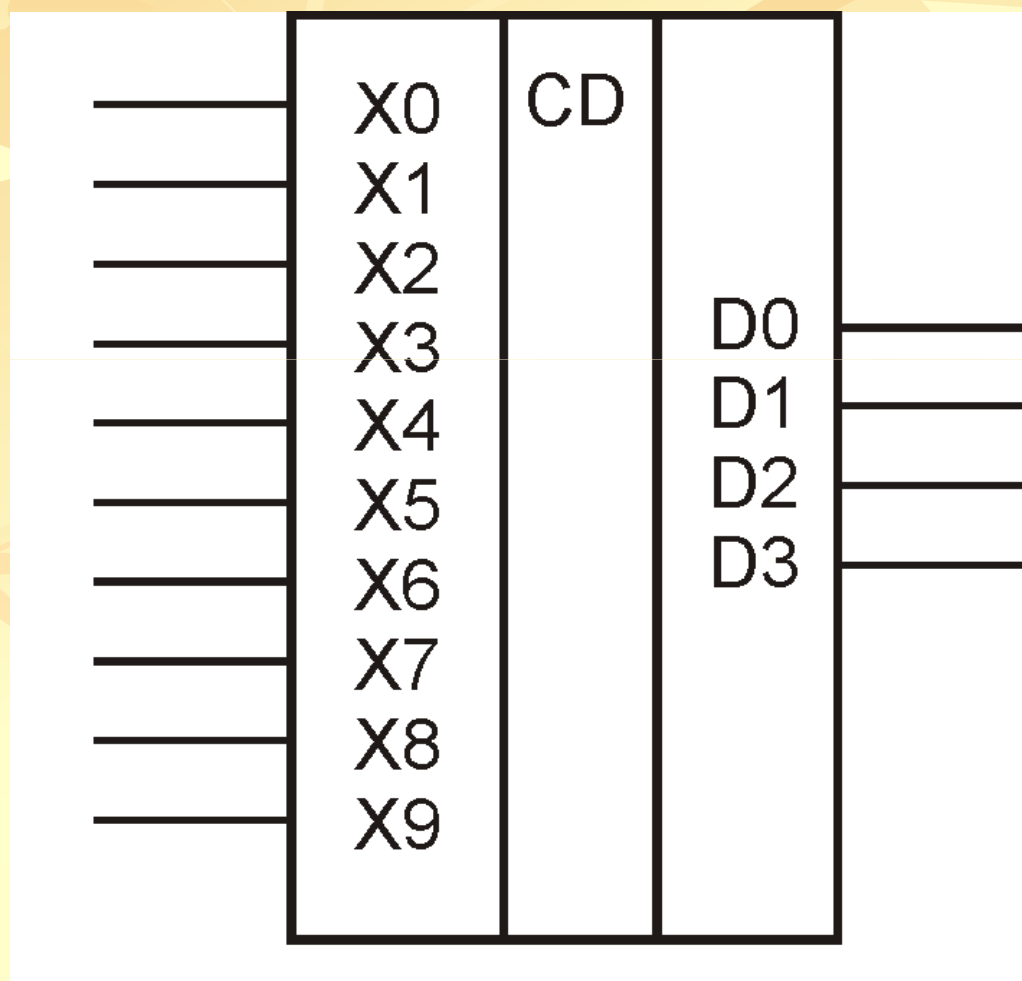
2.2 Комбинационные цифровые устройства (КЦУ)

Это ЦУ, выходные сигналы которых зависят от комбинации входных сигналов

2.2.1 Шифратор – устройство предназначенное для преобразования десятичных цифр в двоичный код.

Шифраторы используются для ввода информации в цифровые системы

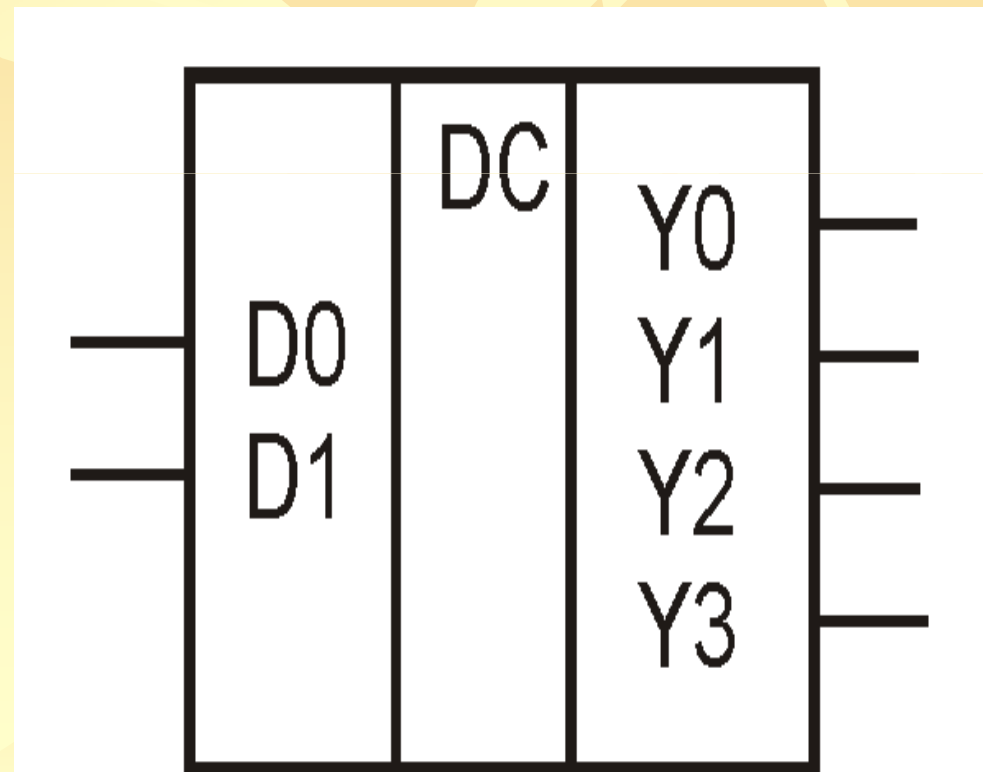
Условное графическое изображение шифратора



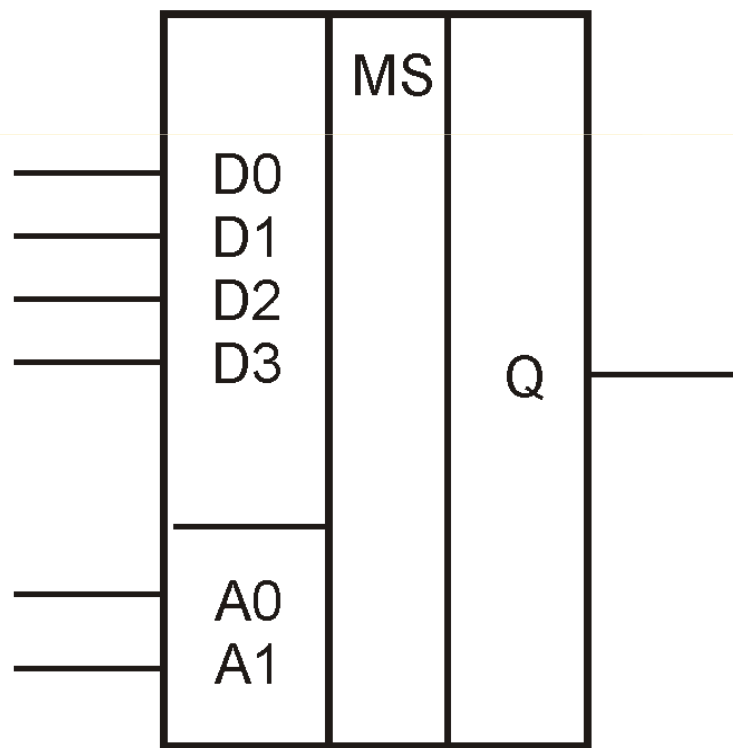
Символ CD
образован от
букв
английского
слова
CODER

2.2.2. Дешифратор – предназначен для преобразования двоичного кода в лог.1 либо лог.0 на одном из соответствующих выходов

Пример условно-графического обозначения дешифратора. Символ DC образован от букв английского слова DECODER



2.2.3. Мультиплексор подключает один из информационных входов в зависимости от его адреса к единственному выходу (бесконтактный переключатель)

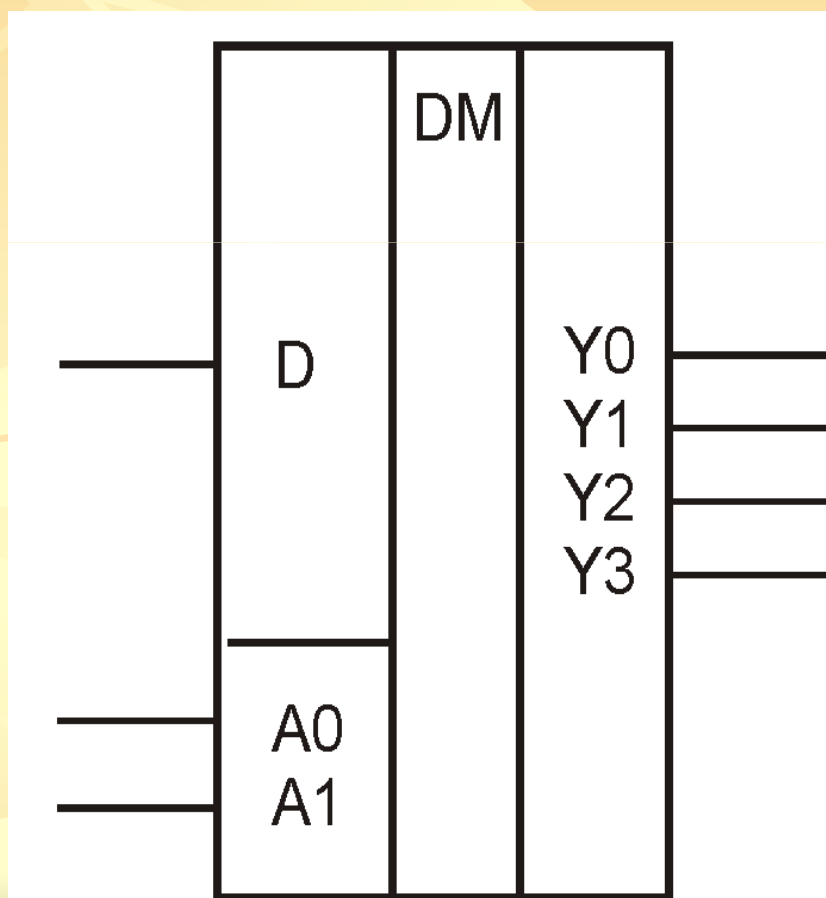


информационные
входы (D0, D1,...Dn),

адресные входы A0,
A1...

и один выход Q.

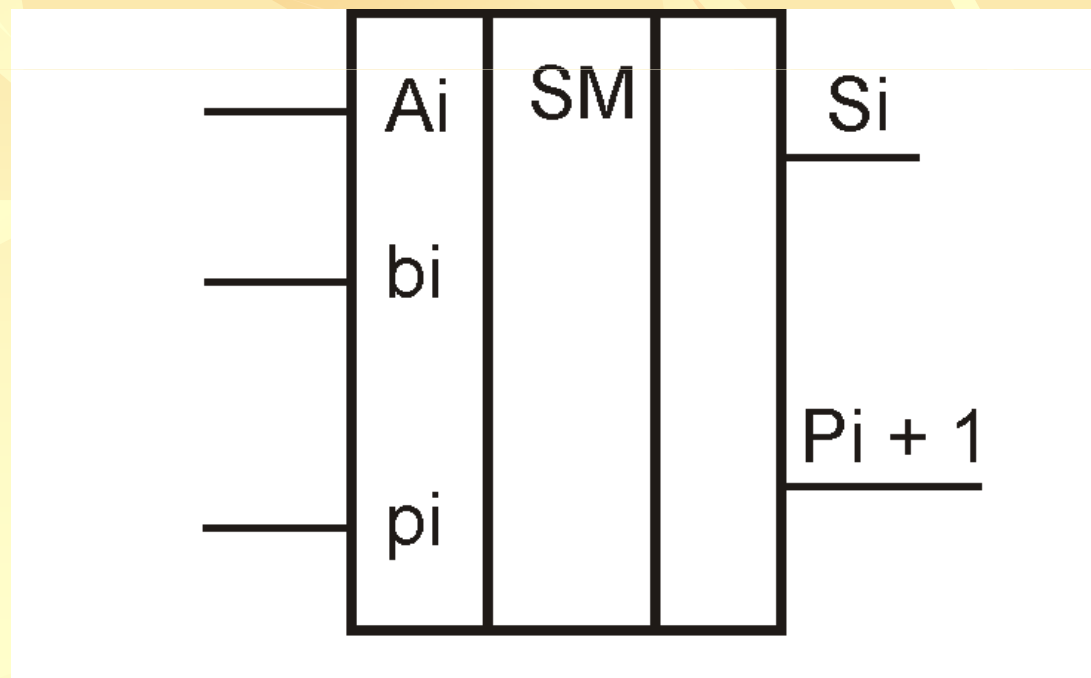
2.2.3. Демультиплексор осуществляет подключение единственного входа в зависимости от его адреса к одному из ВЫХОДОВ.



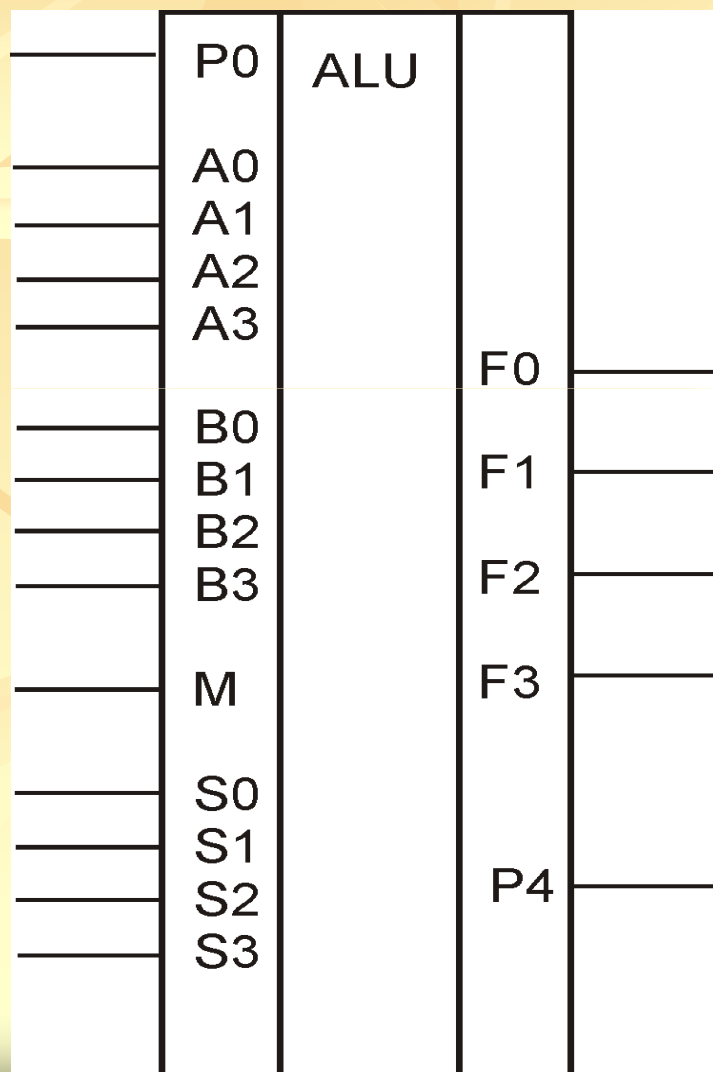
2.2.4. Сумматор — это КЦУ предназначенное для сложения двух двоичных чисел.

Для сложения
цифр одного
разряда
двоичного числа
требуется
одноразрядный
сумматор.

Усл. граф. обозн. ОДС



2.2.5. Арифметическо-логическое устройство (АЛУ)



Основной узел микропроцессора это АЛУ, которое предназначено для выполнения арифметических и логических операций над двоичными числами.

2.3. Триггеры

Триггер - устройство, предназначенное для хранения одного бита информации.

Триггер имеет два выхода:

прямой Q и инверсный $\bar{Q}$

Состояние триггера определяется по состоянию прямого выхода Q. Если на этом выходе установлена лог. 1 ($Q = 1$), это значит что триггер хранит лог. 1.

Инверсный выход всегда находится в противоположном прямому выходу состоянии.

Типы входов:

Вход R - для установки (сброса) триггера в лог. 0 (Reset- сброс);

D- информационный вход (Data input). На него подается информация, предназначенная для записи в триггер;

T- счетный вход (Toggle- переключатель);

C- вход синхронизации (Clock input).

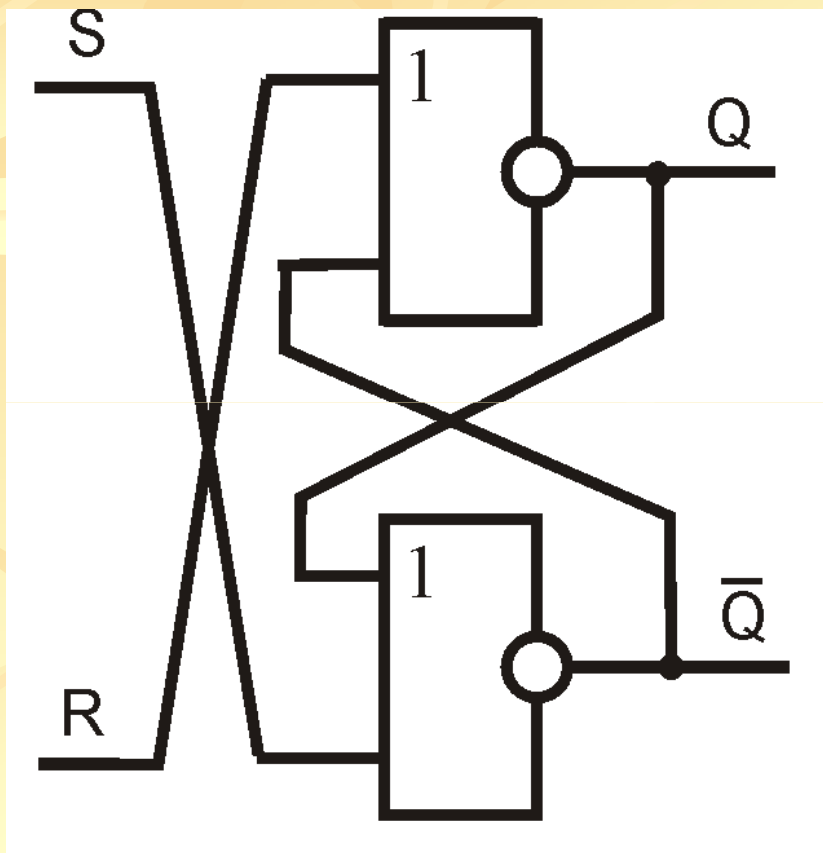
Наименование триггера определяется типами его входов. Например, RS-триггер - имеющий входы R и S.

По характеру реакции на входные сигналы триггеры делят на два типа: асинхронные и синхронные.

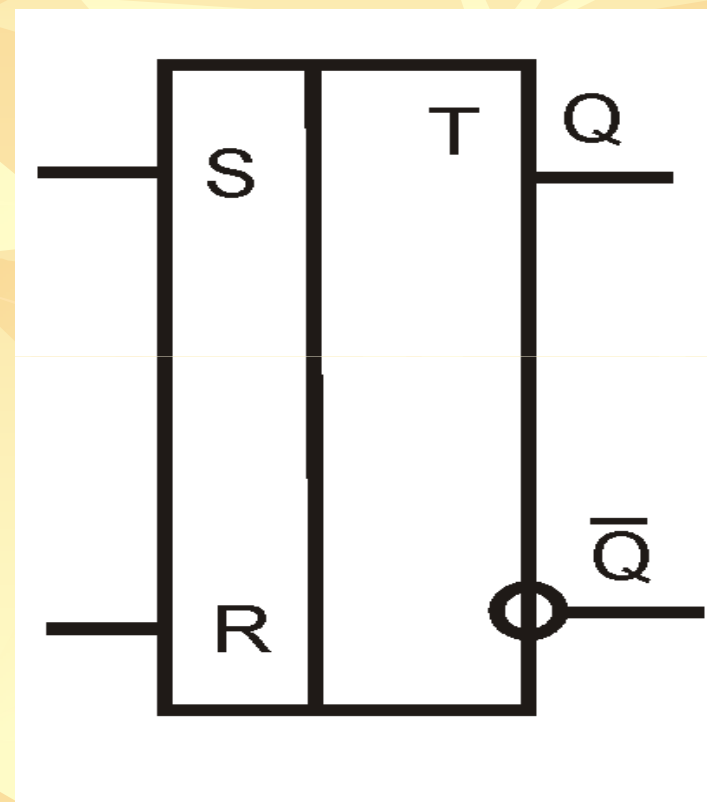
Асинхронный триггер - характеризуется тем, что его состояние изменяется в моменты подачи входных сигналов.

В *синхронных триггерах* состояние изменяется только после подачи синхронизирующего сигнала на вход C.

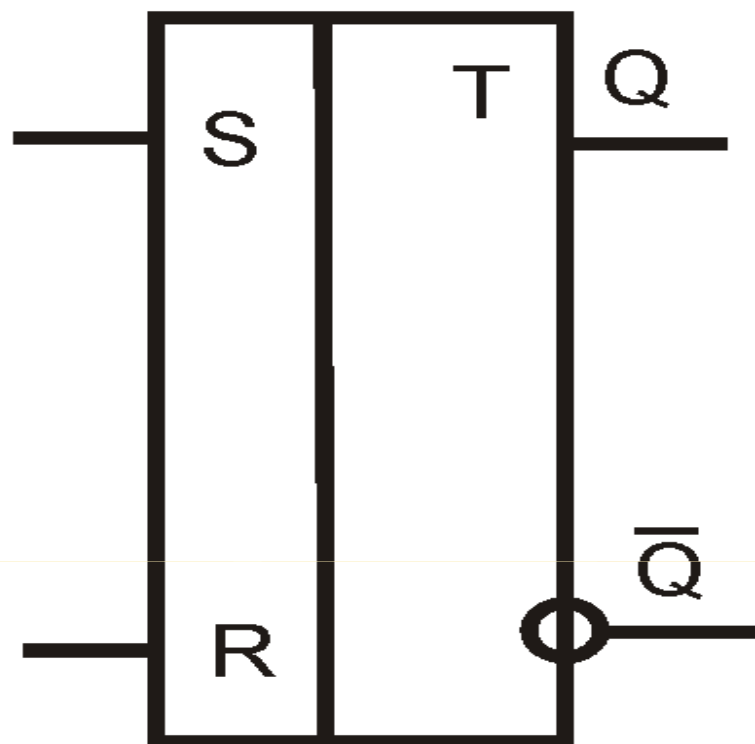
Асинхронный RS-триггер



Построен на двух элементах
ИЛИ-НЕ



Условно-графическое
обозначение RS-триггера



**Условно-графическое обозначение
RS-триггера**

Закон функционирования RS- триггера можно представить таблицей

S	R	Состояние	
		предшеств.	новое
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	Не допускается	

**1. При комбинации сигналов
 $S = 1, R = 0$ триггер
устанавливается в лог. 1.**

**2. При $S = 0, R = 1$ триггер
сбрасывается лог. 0.**

**3. Комбинация $S = 0, R = 0$
не изменяет состояние триггера
(режим хранения).**