

# **ЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭВМ**

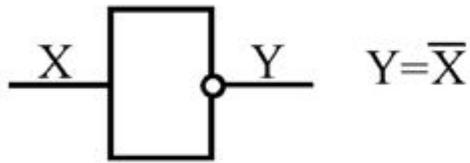
**Алгебра логики  
(алгебра Д.Буля)— это раздел  
математической логики,  
изучающей строение сложных  
математических высказываний  
и способы установления их  
истинности с помощью  
алгебраических методов.**

**Высказывание — любое утверждение, относительно которого можно сказать, истинно оно или ложно.**

# **ЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ И ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ**

# Инвертор (НЕ)

- Реализует функцию логического отрицания или инверсии.



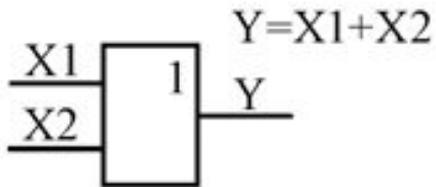
УГО инвертора

X	Y
0	1
1	0

Таблица истинности логического элемента НЕ

# Дизъюнктор (ИЛИ)

- Реализует функцию логического сложения (дизъюнкции).



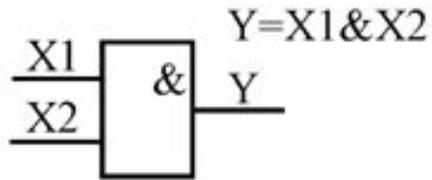
УГО дизъюнктора

X1	X2	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Таблица истинности логического элемента ИЛИ

# Конъюнктор (И)

- Реализует функцию логического умножения (конъюнкции).

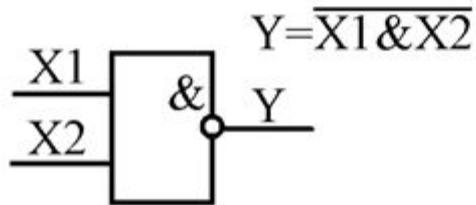


УГО конъюнктора

X1	X2	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Таблица истинности логического элемента И

# Логический элемент И-НЕ (Штрих Шеффера)

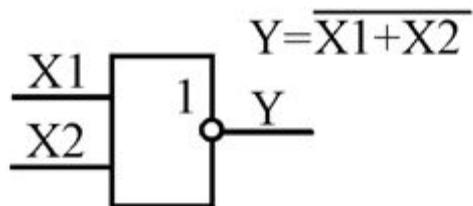


УГО логического  
элемента И-НЕ

X1	X2	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Таблица истинности логического элемента И-НЕ

# Логический элемент ИЛИ-НЕ (Стрелка Пирса)



УГО логического  
элемента ИЛИ-НЕ

X1	X2	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Таблица истинности логического элемента ИЛИ-НЕ

**При выполнении логических операций определен следующий порядок их выполнения:  
инверсия, конъюнкция,  
дизъюнкция.**

**Для изменения указанного порядка могут использоваться скобки.**

# Логические законы и правила преобразования логических выражений

- Закон непротиворечия

$$A \& \bar{A} = 0$$

- Закон исключенного третьего

$$A \vee \bar{A} = 1$$

- Закон двойного отрицания

$$\bar{\bar{A}} = A$$

# Логические законы и правила преобразования логических выражений

- Законы де Моргана  
(законы общей инверсии для логического сложения и логического умножения)

$$\overline{A \vee B} = \bar{A} \& \bar{B}$$

$$\overline{A \& B} = \bar{A} \vee \bar{B}$$

# Логические законы и правила преобразования логических выражений

- Коммутативность

$$A \& B = B \& A$$

$$A \vee B = B \vee A$$

# Логические законы и правила преобразования логических выражений

- Ассоциативность

$$(A \& B) \& C = A \& (B \& C)$$

$$(A \vee B) \vee C = A \vee (B \vee C)$$

# Логические законы и правила преобразования логических выражений

- Дистрибутивность

$$(A \& B) \vee (A \& C) = A \& (B \vee C)$$

$$(A \vee B) \& (A \vee C) = A \vee (B \& C)$$

# Логические законы и правила преобразования логических выражений

- Правила равносильности

$$A \vee A = A$$

$$A \& A = A$$

# Логические законы и правила преобразования логических выражений

- Правила исключения констант

$$A \vee 1 = 1$$

$$A \vee 0 = A$$

$$A \& 1 = A$$

$$A \& 0 = 0$$

# **Аналитическое представление логических функций**

- **Дизъюнктивной нормальной формой (ДНФ) называется логическая сумма элементарных логических произведений, в каждое из которых аргумент или его отрицание входят один раз.**

ДНФ может быть получена из таблицы истинности следующим образом: для каждого набора аргументов, на котором функция равна 1, записывают элементарные произведения переменных, причем переменные, значение которых равно нулю, записываются с инверсией.

Полученные произведения, которые носят название конstituента единицы, или минтермов, суммируют.

ДНФ, полученная суммированием конъюнкта единицы, называется совершенной (СДНФ).

- **Конъюнктивной нормальной формой (КНФ) называется логическое произведение элементарных логических сумм, в каждую из которых аргумент или его отрицание входят один раз.**

КНФ может быть получена из таблицы истинности следующим образом: для каждого набора аргументов, на котором функция равна 0, записывают элементарные суммы переменных, причем переменные, значение которых равно единице, записываются с инверсией.

Полученные суммы, которые носят название конституента нуля, или макстермов, объединяют операцией логического умножения.

КНФ, полученная с помощью операции логического умножения конституента нуля, называется совершенной (СКНФ).

# **Минимизация логических функций**

- Минимизация методом непосредственных преобразований
- Минимизация методом карт Карно (Вейча)

# **Элементы схемотехники**

- Комбинационными (однотактными) называют цифровые устройства, в которых значения выходных сигналов определяются заданным в данный момент времени сочетанием входных воздействий. В комбинационных логических устройствах отсутствуют запоминающие элементы.

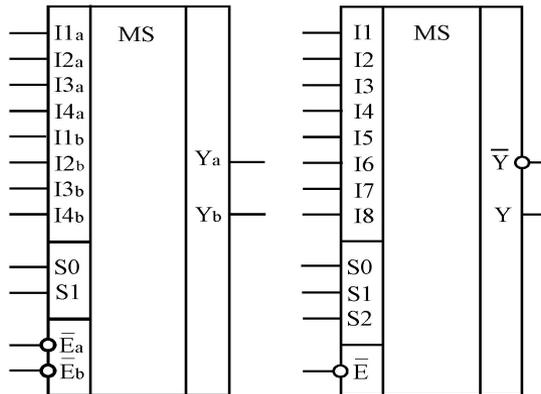
- Последовательностными (последовательными, многотактными) называют цифровые устройства, в которых выходные сигналы зависят не только от входных воздействий в данный момент времени, но и от предыдущих значений. Последовательностные устройства содержат запоминающие элементы.

# МУЛЬТИПЛЕКСОРЫ

Мультиплексором называется комбинационное логическое устройство, предназначенное для управляемой передачи данных от нескольких источников информации в один выходной канал.

Таблица истинности мультиплексора К155КП2

Выбор входа		$\bar{E}$	Вход данных				Выход $Y$
S0	S1		I1	I2	I3	I4	
-	-	1	-	-	-	-	0
0	0	0	0	-	-	-	0
0	0	0	1	-	-	-	1
1	0	0	-	0	-	-	0
1	0	0	-	1	-	-	1
0	1	0	-	-	0	-	0
0	1	0	-	-	1	-	1
1	1	0	-	-	-	0	0
1	1	0	-	-	-	1	1



а) б)

УГО мультиплексора К155КП2 (а),

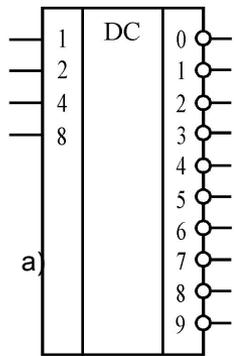
УГО мультиплексора К155КП7 (б)

Таблица истинности мультиплексора K155КП7

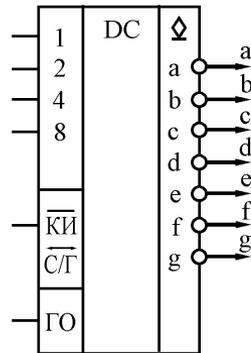
Вход			Выход		
Выбор		Разрешение			
S2	S1	S0	$\square E$	Y	$\square Y$
-	-	-	1	0	1
0	0	0	0	I1	$\square I1$
0	0	1	0	I2	$\square I2$
0	1	0	0	I3	$\square I3$
0	1	1	0	I4	$\square I4$
1	0	0	0	I5	$\square I5$
1	0	1	0	I6	$\square I6$
1	1	0	0	I7	$\square I7$
1	1	1	0	I8	$\square I8$

# ДЕШИФРАТОРЫ

Дешифратором, или декодером называется комбинационное логическое устройство для преобразования чисел из двоичного кода в другой, при дешифрировании — двоичного кода в десятичный.



б)



УГО дешифратора 74LS145N(а)  
дешифратора 74LS247N (б)

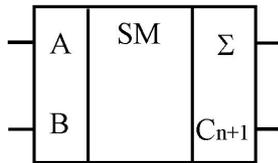
Таблица истинности дешифратора 74LS145N

Вход				Выход									
8	4	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	0	Все уровни высокие (1)									
1	0	1	1										
1	1	0	0										
1	1	0	1										
1	1	1	0										
1	1	1	1										
1	1	1	1										

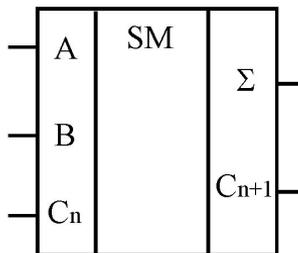


# АРИФМЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

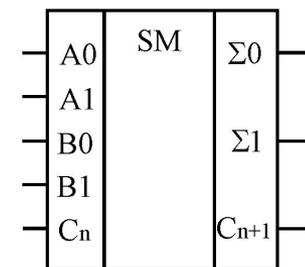
Сумматором называется комбинационное логическое устройство, предназначенное для выполнения операций арифметического сложения чисел, представленных в виде двоичных кодов.



УГО полусумматора



УГО одноразрядного сумматора



УГО двухразрядного полусумматора

Сумматоры подразделяются на: полусумматоры, одноразрядные сумматоры, многоразрядные сумматоры.

Полусумматором называется устройство, предназначенное для сложения двух одноразрядных кодов, имеющее два входа и два выхода и формирующее из сигналов входных слагаемых сигналы суммы и переноса в старший разряд.

Одноразрядным сумматором называется устройство, предназначенное для сложения двух одноразрядных кодов, имеющее три входа и два выхода, и формирующее из сигналов входных слагаемых и сигнала переноса из младших разрядов сигналы суммы и переноса в старший разряд.

Многоразрядным сумматором называется устройство, предназначенное для сложения двух многоразрядных кодов, формирующее на выходе код суммы и сигнал переноса в случае, если результат сложения не может быть представлен кодом, разрядность которого совпадает с разрядностью кодов слагаемых.

В свою очередь, многоразрядные сумматоры подразделяются на последовательные и параллельные. В последовательных сумматорах операция сложения выполняется последовательно разряд за разрядом, начиная с младшего. В параллельных сумматорах все разряды входных кодов суммируются одновременно. Частным случаем многоразрядного сумматора является двухразрядный сумматор.

Таблица истинности полусумматора

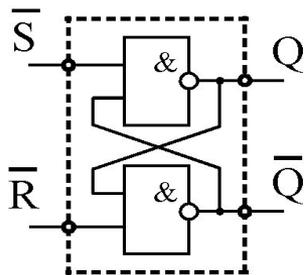
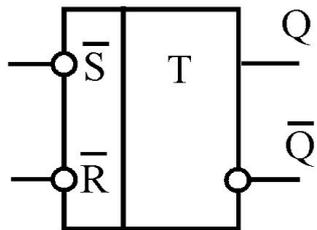
Вход		Выход	
A	B	Сумма $\Sigma$	Перенос $C_{n+1}$
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1



# ТРИГГЕРЫ

Триггер – это схема, имеющая два устойчивых состояния, в которых она может находиться сколь угодно долго до прихода управляющего воздействия, т.е. триггер можно использовать как элементарную ячейку памяти.

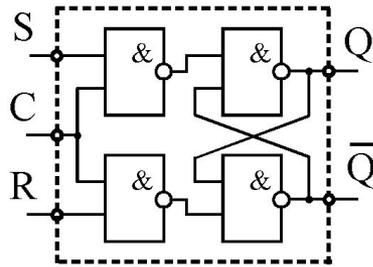
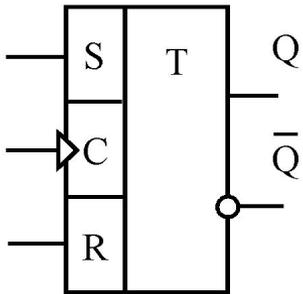
Асинхронный *RS*-триггер реализован на двух элемента И — НЕ, снабжен только двумя информационными входами.



Режимы работы асинхронного *RS*-триггера

Вход		Выход		Режим работы
$\bar{R}$	$\bar{S}$	$Q$	$\bar{Q}$	
0	0	$Q$	$\bar{Q}$	Хранение
0	1	0	1	Сброс
1	0	1	0	Установка единицы
1	1	-	-	Запрещенное состояние

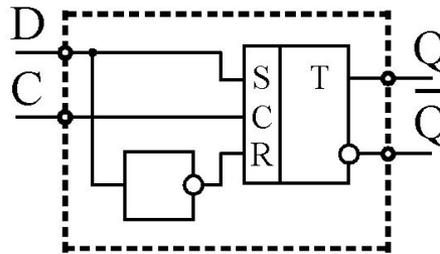
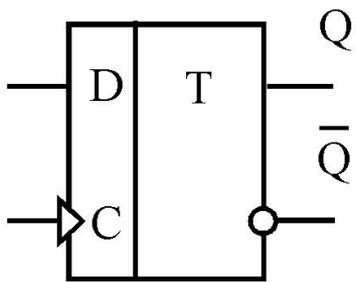
Синхронный *RS*-триггер может быть получен на базе асинхронного *RS*-триггера. В большинстве схем необходимо переключение всех составляющих в определенный момент времени по сигналам тактового генератора. При этом добавляется третий синхронизирующий вход.



Режимы работы синхронного *RS*-триггера

<i>C</i>	<i>S</i>	<i>R</i>	<i>Q</i>	$\bar{Q}$	Режим работы
↑	0	0	<i>Q</i>	$\bar{Q}$	Хранение
↑	0	1	0	1	Сброс
↑	1	0	1	0	Установка единицы
↑	1	1	-	-	Запрещенное состояние

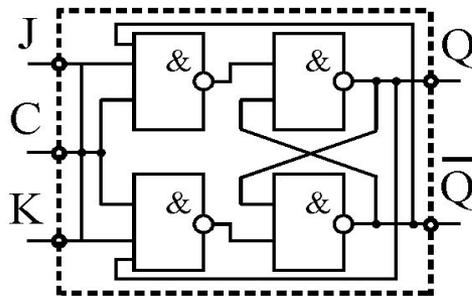
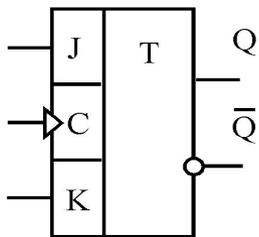
*D-триггер* соответствует RS-триггеру, работающему только в режимах установки.



Режимы работы *D*-триггера

Вход		Выход		Режим работы
<i>D</i>	<i>C</i>	<i>Q</i>	$\bar{Q}$	
0	↑	0	1	Синхронный сброс
1	↑	1	0	Синхронная установка единицы

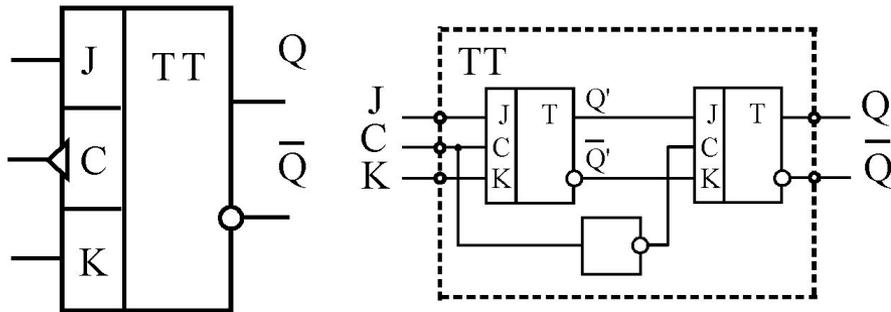
Однотактный  $JK$ -триггер является наиболее универсальным. Входы  $J$  и  $K$  соответствуют входам  $S$  и  $R$   $RS$ -триггера. Главное отличие  $JK$ -триггера от  $RS$ -триггера состоит в том, что в  $JK$ -триггере нет запрещенного состояния входов.



Режимы работы однотактного  $JK$ -триггера

$C$	$J$	$K$	$Q$	$\bar{Q}$	Режим работы
$\uparrow$	0	0	$Q$	$\bar{Q}$	Хранение
$\uparrow$	0	1	0	1	Сброс
$\uparrow$	1	0	1	0	Установка единицы
$\uparrow$	1	1	$Q$	$\bar{Q}$	Переключение

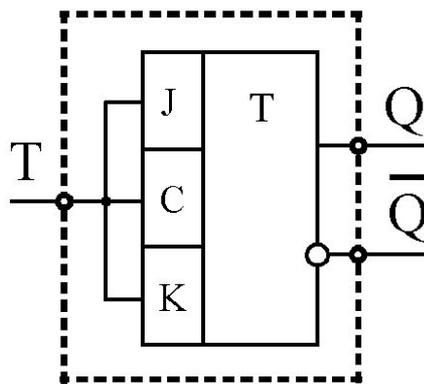
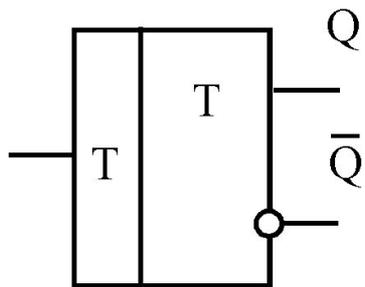
*Двухтактный JK-триггер.* Главная особенность триггера состоит в том, что переключение происходит по спаду тактовых импульсов, благодаря чему появляется возможность создавать более сложные схемы, счетчики и регистры.



Режимы работы двухтактного JK-триггера

$C$	$J$	$K$	$Q$	$\bar{Q}$	Режим работы
↓	0	0	$Q$	$\bar{Q}$	Хранение
↓	0	1	0	1	Сброс
↓	1	0	1	0	Установка единицы
↓	1	1	$Q$	$\bar{Q}$	Переключение

*T-триггер.* Это устройство с двумя устойчивыми состояниями и одним информационным входом. Реализуется на базе *JK*-триггера соединением всех входов в один вход *T*. Триггер изменяет свое состояние на противоположное всякий раз, когда на вход *T* поступают управляющие сигналы.



Режимы работы *T*-триггера

$T$	$Q$	$\bar{Q}$
0	0	1
1	1	0