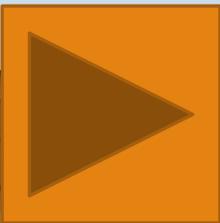


ТЕМА 2.4.3

ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

КОМПЬЮТЕРОВ

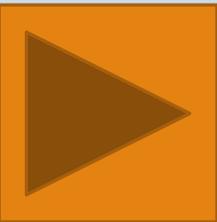
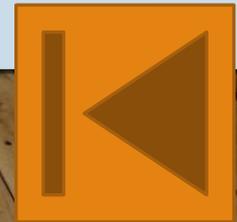


Знания из области математической логики можно использовать для **конструирования электронных устройств.**

Нам известно, что **0** и **1** в логике не просто цифры, а обозначение состояний какого-то предмета нашего мира, условно называемых **«ложь»** и **«истина»**. Таким предметом, имеющим два фиксированных состояния, может быть электрический ток.

Логические элементы имеют один или несколько входов и один выход, через которые проходят электрические сигналы, обозначаемые условно **0**, если **«отсутствует»** электрический сигнал, и **1**, если **«имеется»** электрический сигнал.

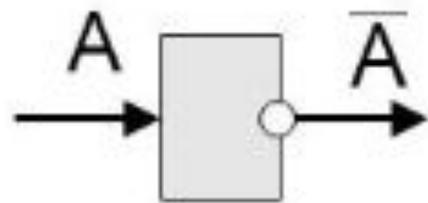
Базовые логические элементы реализуют три основные логические операции: **«И»**, **«ИЛИ»**, **«НЕ»**.



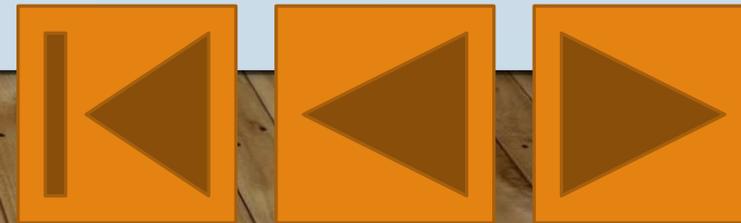
Логический элемент «НЕ» (инвертор)

Простейшим логическим элементом является *инвертор*, выполняющий функцию отрицания. Если на вход поступает сигнал, соответствующий 1, то на выходе будет 0. И наоборот.

У этого элемента один вход и один выход. На функциональных схемах он обозначается:



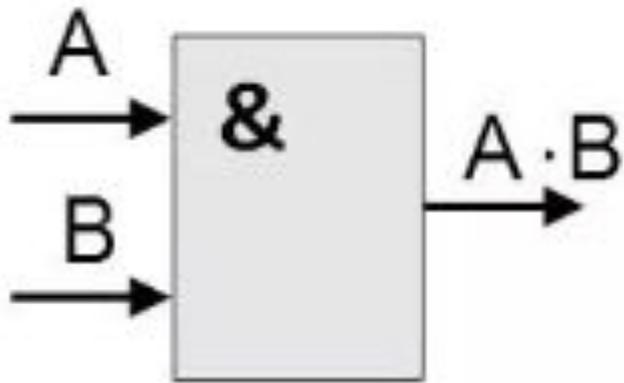
НЕ



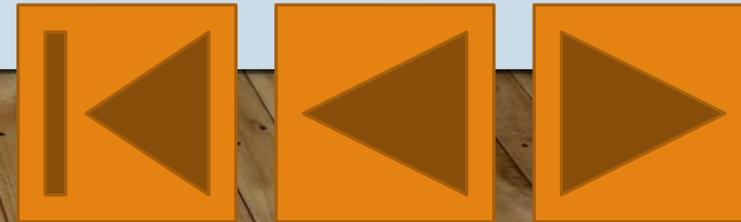
Логический элемент «И» (конъюнктор)

Логический элемент «И» (конъюнктор) выдает на выходе значение логического произведения входных сигналов.

Он имеет один выход и не менее двух входов. На функциональных схемах он обозначается:



И

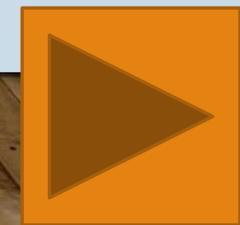
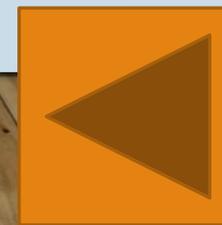
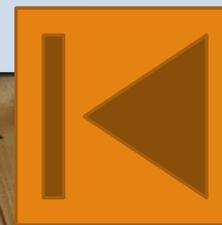


Логический элемент «И» (конъюнктор)

Сигнал на выходе **конъюнктора** появляется тогда и только тогда, когда поданы сигналы на все входы.

На элементарном уровне конъюнкцию можно представить себе в виде последовательно соединенных выключателей.

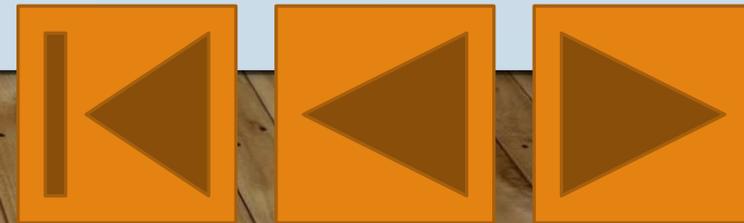
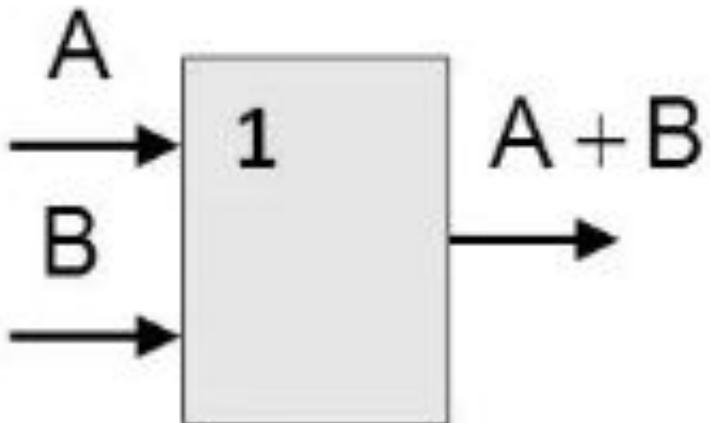
Известным примером последовательного соединения проводников является **елочная гирлянда**: она горит, когда все лампочки исправны. Если же хотя бы одна из лампочек перегорела, то гирлянда не работает.



Логический элемент «ИЛИ» (дизъюнктор)

Логический элемент «ИЛИ» (дизъюнктор) выдает на выходе значение логической суммы входных сигналов.

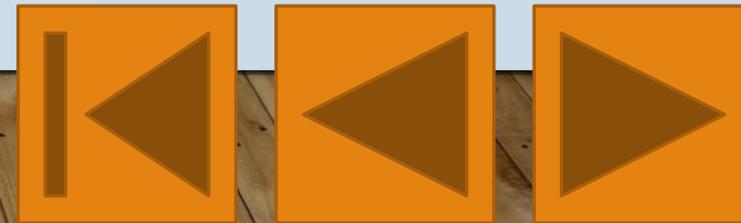
Он имеет один выход и не менее двух входов. На функциональных схемах он обозначается:



Логический элемент «ИЛИ» (дизъюнктор)

На элементарном уровне дизъюнкцию можно представить себе в виде **параллельно соединенных выключателей**.

Примером параллельного соединения проводников является **многорожковая люстра**: она не работает только в том случае, если перегорели все лампочки сразу.



Полусумматор

Вспомним, что при сложении двоичных чисел образуется сумма в данном разряде, при этом возможен перенос в старший разряд.

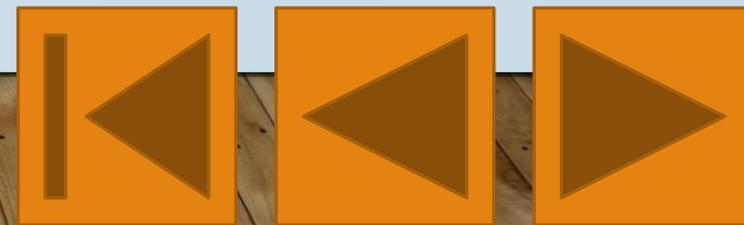
Обозначим слагаемые **A**, **B**, перенос **P** и сумму **S**.

Таблица сложения одноразрядных двоичных чисел с учетом переноса в старший разряд выглядит следующим образом:

Слагаемые		Перенос	Сумма
A	B	P	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Из этой таблицы сразу видно, что перенос можно реализовать с помощью операции конъюнкции (логического умножения):

$$P = A \& B.$$



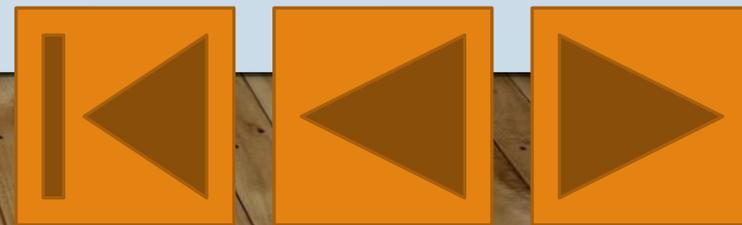
Полусумматор

Получим теперь формулу для вычисления суммы. Значения суммы более всего совпадают с результатом операции **дизъюнкции (логического сложения)** (кроме случая, когда на входы подаются две единицы, а на выходе должен получиться 0).

Слагаемые		Перенос	Сумма
A	B	P	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Нужный результат достигается, если результат **логического сложения** умножить на **инвертированный перенос**. Таким образом, для определения суммы можно применить следующее логическое выражение:

$$S = (A \vee B) \& (\overline{A \& B})$$

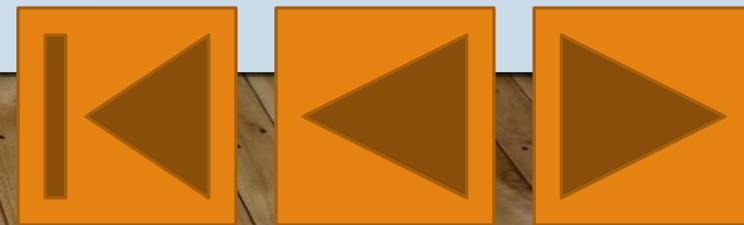


Полусумматор

$$S = (A \vee B) \& \overline{(A \& B)}$$

A	B	$A \vee B$	$A \& B$	$\overline{(A \& B)}$	$(A \vee B) \& \overline{(A \& B)}$
0	0	0	0	1	0
0	1	1	0	1	1
1	0	1	0	1	1
1	1	1	1	0	0

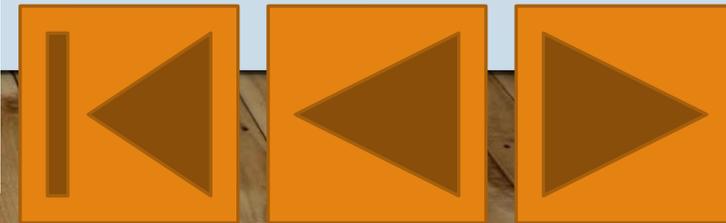
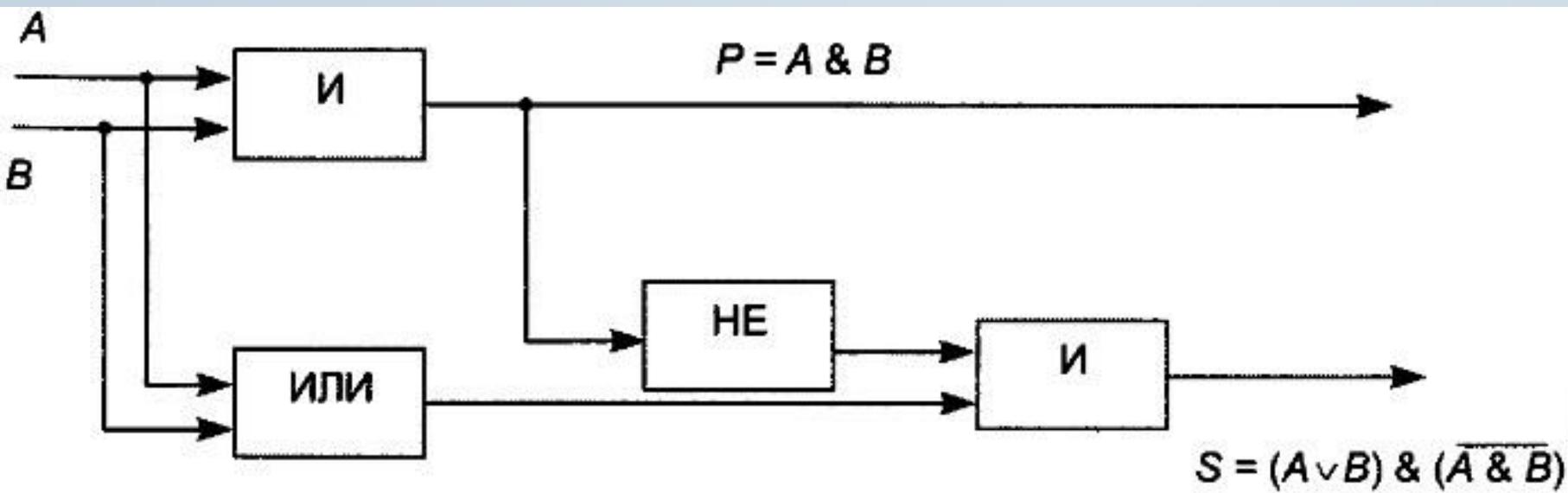
Теперь на основе полученных логических выражений можно построить из базовых логических элементов схему полусумматора. Данная схема называется полусумматором, так как реализует суммирование одноразрядных двоичных чисел **A** и **B** без учета переноса из младшего разряда.



По логической формуле переноса легко определить, что для получения переноса необходимо использовать логический элемент **И**.

Анализ логической формулы для суммы показывает, что на выходе должен стоять элемент логического умножения **И**, который имеет два входа. На один из входов подается результат логического сложения исходных величин $A \vee B$, т. е. на него должен подаваться сигнал с элемента логического сложения **ИЛИ**.

На второй вход требуется подать результат инвертированного логического умножения исходных сигналов $A \& B$, т. е. на второй вход подается сигнал с элемента **НЕ**, на вход которого, в свою очередь, поступает сигнал с элемента логического умножения **И**



Триггер— это устройство, которое позволяет записывать, хранить и считывать информацию (каждый триггер может хранить 1 бит информации).

В обычном состоянии на входы триггера подан сигнал **0**, и триггер хранит **0**. Для записи **1** на вход **S (установочный)** подается сигнал **1**. Последовательно рассмотрев прохождение сигнала по схеме, увидим, что триггер переходит в это состояние и будет устойчиво находиться в нем и после того, как сигнал на входе **S** исчезнет. Триггер запомнил **1**, т. е. с выхода триггера **Q** можно считать **1**.

Для того чтобы сбросить информацию и подготовиться к приему новой информации, подается сигнал **1** на вход **R (сброс)**, после чего триггер возвратится к исходному «нулевому» состоянию.

