Все эти элементы в интегральных микросхемах могут объединяться в различных сочетаниях. Это элементы: И–НЕ, ИЛИ–НЕ, и более сложные конфигурации. Пришло время поговорить и о них.

### Логический элемент 2И-НЕ.

Рассмотрим несколько реальных логических элементов на примере серии транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) К155 с малой степенью интеграции. На рисунке когда-то очень популярная микросхема К155ЛА3, которая содержит четыре независимых элемента **2И – НЕ**. Кстати, с помощью её можно собрать простейший [маячок на микросхеме](https://go-radio.ru/mayachok-na-mikrocxeme.html).



Цифра всегда обозначает число входов логического элемента. В данном случае это двухвходовой элемент «И» выходной сигнал которого инвертируется. Инвертируется, это значит "0" превращается в "1", а "1" превращается в "0". Обратим внимание на **кружочек на выходах – это символ инверсии**. В той же серии существуют элементы 3И–НЕ, 4И–НЕ, что означает элементы «И» с различным числом входов (3, 4 и т.д.).

Как вы уже поняли, один элемент 2И-НЕ изображается вот так.



По сути это упрощённое изображение двух объёдинённых элементов: элемента 2И и элемента НЕ на выходе.

Зарубежное обозначение элемента И-НЕ (в данном случае 2И-НЕ). Называется **NAND**.



Таблица истинности для элемента 2И-НЕ.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вход X1** | **Вход X2** | **Выход Y** |
| **0** | **0** | **1** |
| **1** | **0** | **1** |
| **0** | **1** | **1** |
| **1** | **1** | **0** |

В таблице истинности элемента 2И – НЕ мы видим, что благодаря инвертору получается картина противоположная элементу «И». В отличие от трёх нулей и одной единицы мы имеем три единицы и ноль. Элемент «И – НЕ» часто называют элементом Шеффера.

### Логический элемент 2ИЛИ-НЕ.

Логический элемент **2ИЛИ – НЕ** представлен в серии К155 микросхемой 155ЛЕ1. Она содержит в одном корпусе четыре независимых элемента. Таблица истинности так же отличается от схемы "ИЛИ" применением инвертирования выходного сигнала.



Таблица истинности для логического элемента 2ИЛИ-НЕ.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вход X1** | **Вход X2** | **Выход Y** |
| **0** | **0** | **1** |
| **1** | **0** | **0** |
| **0** | **1** | **0** |
| **1** | **1** | **0** |

Изображение на схеме.



На зарубежный лад изображается так. Называют как **NOR**.



Мы имеем только один высокий потенциал на выходе, обусловленный подачей на оба входа одновременно низкого потенциала. Здесь, как и на любых других принципиальных схемах, кружочек на выходе подразумевает инвертирование сигнала. Так как  схемы И – НЕ и ИЛИ – НЕ встречаются очень часто, то для каждой функции имеется своё условное обозначение. Функция И – НЕ обозначается значком "**&**", а функция ИЛИ – НЕ значком "**1**".

Для отдельного инвертора таблица истинности уже приведена выше. Можно добавить, что количество инверторов в одном корпусе может достигать шести.

### Логический элемент "исключающее ИЛИ".

К числу базовых логических элементов принято относить элемент реализующий функцию «исключающее ИЛИ». Иначе эта функция называется «неравнозначность».

Высокий потенциал на выходе возникает только в том случае, если входные сигналы не равны. То есть на одном из входов должна быть единица, а на другом ноль. Если на выходе логического элемента имеется инвертор, то функция выполняется противоположная – «равнозначность». Высокий потенциал на выходе будет появляться при одинаковых сигналах на обоих входах.

Таблица истинности.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вход X1** | **Вход X2** | **Выход Y** |
| **0** | **0** | **0** |
| **1** | **0** | **1** |
| **0** | **1** | **1** |
| **1** | **1** | **0** |

Эти логические элементы находят своё применение в сумматорах. «Исключающее  ИЛИ» изображается на схемах знаком равенства перед единицей "**=1**".



На зарубежный манер "исключающее ИЛИ" называют **XOR** и на схемах рисуют вот так.



Кроме вышеперечисленных логических элементов, которые выполняют базовые логические функции очень часто, используются элементы, объединённые в различных сочетаниях. Вот, например, К555ЛР4. Она называется очень серьёзно 2-4И-2ИЛИ-НЕ.



Её таблица истинности не приводится, так как микросхема не является базовым логическим элементом. Такие микросхемы выполняют специальные функции и бывают намного сложнее, чем приведённый пример. Так же в логический базис входят и простые элементы "И" и "ИЛИ". Но они используются гораздо реже. Может возникнуть вопрос, почему эта логика называется транзисторно-транзисторной.

Если посмотреть в справочной литературе схему, допустим, элемента 2И – НЕ из микросхемы К155ЛА3, то там можно увидеть несколько транзисторов и резисторов**. На самом деле ни резисторов, ни диодов в этих микросхемах нет. На кристалл кремния через трафарет напыляются только транзисторы, а функции резисторов и диодов выполняют эмиттерные переходы транзисторов. Кроме того в ТТЛ логике широко используются многоэмиттерные транзисторы. Например, на входе элемента 4И стоит четырёхэмиттерный**[**транзистор**](https://go-radio.ru/transistor.html)