

УАЖАЕМЫЕ СТУДЕНТЫ!

- Изучите теорию, посмотреть видео:
<https://www.youtube.com/watch?v=5vHd6ggZTYU>;
- Составить план;
- Написать краткий конспект;

Результаты работы, фотоотчет, предоставить преподавателю на e-mail: v.vika2014@mail.ru

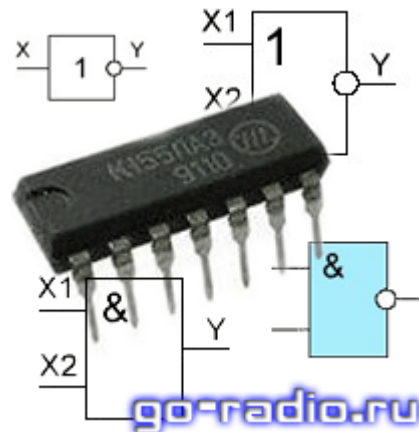
При возникновении вопросов по приведенному материалу обращаться по следующему номеру телефона: 0721744922

ВНИМАНИЕ!!! При отправке работы, не забывайте указывать ФИО студента, наименование дисциплины, дата проведения занятия (по расписанию).

Лекция 7

Тема: Логические элементы (И, ИЛИ, НЕ). Системы логических элементов.

Цель: Рассмотреть базовые логические элементы И, ИЛИ, НЕ и их комбинации



В Булевой алгебре, на которой базируется вся цифровая техника, электронные элементы должны выполнять ряд определённых действий. Это так называемый логический базис. Вот три основных действия:

- ИЛИ – логическое сложение (дизъюнкция) – **OR**;
- И – логическое умножение (конъюнкция) – **AND**;
- НЕ – логическое отрицание (инверсия) – **NOT**.

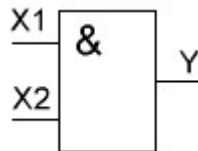
Примем за основу позитивную логику, где высокий уровень будет "1", а низкий уровень примем за "0". Чтобы можно было более наглядно рассмотреть выполнение логических операций, существуют таблицы истинности для каждой логической функции. Сразу нетрудно понять, что выполнение логических функций «и» и «или» подразумевают количество входных сигналов не менее двух, но их может быть и больше.

Логический элемент И.

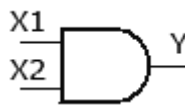
На рисунке представлена таблица истинности элемента "И" с двумя входами. Хорошо видно, что логическая единица появляется на выходе элемента только при наличии единицы на первом входе **и** на втором. В трёх остальных случаях на выходе будут нули.

X1	Вход	X2	Вход	Y	Выход
	0		0		0
	1		0		0
	0		1		0
	1		1		1

На принципиальных схемах логический элемент "И" обозначают так.



На зарубежных схемах обозначение элемента "И" имеет другое начертание. Его кратко называют **AND**.

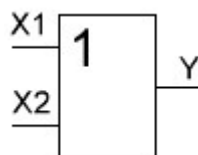


Логический элемент ИЛИ.

Элемент "ИЛИ" с двумя входами работает несколько по-другому. Достаточно логической единицы на первом входе **или** на втором как на выходе будет логическая единица. Две единицы так же дадут единицу на выходе.

Вход X1	Вход X2	Выход Y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

На схемах элемент "ИЛИ" изображают так.



На зарубежных схемах его изображают чуть по-другому и называют элементом **OR**.

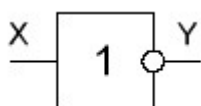


Логический элемент НЕ.

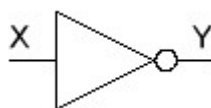
Элемент, выполняющий функцию инверсии «НЕ» имеет один вход и один выход. Он меняет уровень сигнала на противоположный. Низкий потенциал на входе даёт высокий потенциал на выходе и наоборот.

Вход X	Выход Y
0	1
1	0

Вот таким образом его показывают на схемах.



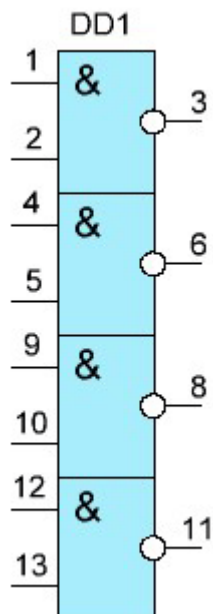
В зарубежной документации элемент "НЕ" изображают следующим образом. Сокращённо называют его **NOT**.



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.

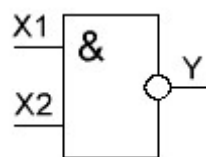
Логический элемент 2И-НЕ.

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](#).



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 объединённых 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.

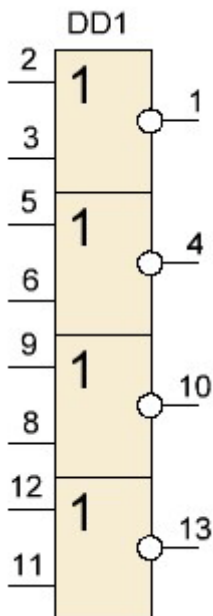
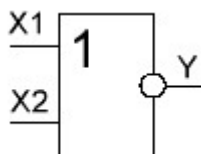


Таблица истинности для логического элемента 2ИЛИ-НЕ.

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".

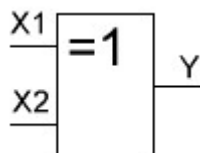
К числу базовых логических элементов принято относить элемент реализующий функцию «исключающее ИЛИ». Иначе эта функция называется «неравнозначность».

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".

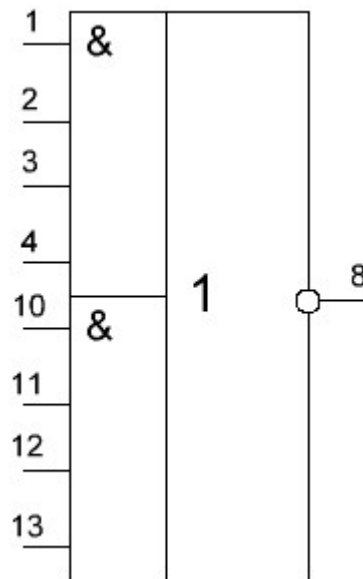


На зарубежный манер "исключающее ИЛИ" называют **XOR** и на схемах рисуют вот так.



Кроме вышперечисленных 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](#).