

СхТУ

Вводный семинар

# На зачет:


---

| МОДУЛЬ 1 | МОДУЛЬ 2 |
|----------|----------|
| ЛР1      | ЛР4      |
| ЛР2      | ЛР5      |
| ЛР3      | РК2      |
| РК1      | КОНСП    |
| КОНСП    |          |
|          |          |

НА ЛР:

1. РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ С ШАБЛОНОМ ОТЧЕТА (ФОРМАТ А4)
2. НОУТБУК (ОДИН НА ДВОИХ) С MULTISIM 12.0 ИЛИ ВЫШЕ



- 
- Опр. (БСЭ) Схемотехника — научно-техническое направление, охватывающее проблемы проектирования и исследования схем электронных устройств радиотехники и связи, вычислительной техники, автоматики и др. областей техники.
  - Опр. (Науч.-техн. Словарь) Схемотехника - научно-техническое направление, охватывающее проблемы анализа и синтеза электронных устройств радиотехники, связи, автоматики, вычислит. техники с целью обеспечения оптимального выполнения ими заданных функций.
- 
- 

- 
- Основная задача: синтез (определение структуры) электронных схем, обеспечивающих выполнение определенных функций и расчет параметров, входящих в них элементов



# Взаимное соответствие функций алгебры логики и логических схем

---

## **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ**

В отличие от аналоговых электронных устройств, в цифровых устройствах (ЦУ) входные и выходные сигналы могут принимать ограниченное количество состояний. В соответствии с логическим соглашением (ГОСТ 2.743-82), в зависимости от конкретной физической реализации элементов ЦУ, более положительному значению физической величины, "H" - уровень, соответствует состояние "**логическая 1**", а менее положительному значению, "L - уровень" - "**логический 0**". Такое соглашение называется положительной логикой. Обратное соотношение называется отрицательной логикой. В ГОСТ'е 19480 - 89 даны наименования, определения и условные обозначения основных параметров и характеристик цифровых микросхем.

---



# Взаимное соответствие функций алгебры логики и логических схем

---

Теоретической основой проектирования ЦУ является **алгебра-логики** или булева алгебра, оперирующая логическими переменными. Для логических переменных, принимающих только два значения, существуют 4 основных операции. Операция логическое **"И"** (**AND**) конъюнкция или логическое умножение, обозначается \* или  $\wedge$ . Операция логическое **"ИЛИ"** (**OR**), дизъюнкция или логическое сложение, обозначается + или  $\vee$ . Операция логическое **"НЕ"** (**NOT**), изменение значения, **инверсия** или отрицание, обозначается чертой над логическим выражением. Инверсия иногда будет в тексте обозначаться знаком " ~ ". Операция эквивалентности обозначается " = ".

---



# АКСИОМЫ

|     |                     |  |                     |      |
|-----|---------------------|--|---------------------|------|
| (1) | $0 + 0 = 0$         |  | $1 * 1 = 1$         | (1') |
| (2) | $1 + 1 = 1$         |  | $0 * 0 = 0$         | (2') |
| (3) | $1 + 0 = 0 + 1 = 1$ |  | $0 * 1 = 1 * 0 = 0$ | (3') |
| (4) | $\sim 1 = 0$        |  | $\sim 0 = 1$        | (4') |
| (1) | $0 + 0 = 0$         |  | $1 * 1 = 1$         | (1') |
| (2) | $1 + 1 = 1$         |  | $0 * 0 = 0$         | (2') |

□ Из (1, 2) и (1', 2') следует:  $x + x = x$  и  $x * x = x$ .

(5)

□ Из (1, 3) и (2', 3') следует:  $x + 0 = x$  и  $0 * x = 0$ .

(6)

□ Из (2, 3) и (1', 3') следует:  $1 + x = 1$  и  $x * 1 = x$ .

(7)

▶ Из (3) и (3') следует:  $x + \sim x = 1$  и  $\sim x * x = 0$ .

(8)

# Взаимное соответствие функций алгебры логики и логических схем

---

из  $(1,1')$ ,  $(2,2')$ ,  $(3,3')$  и  $(4,4')$  следует:

$$\square \sim(x_0 + x_1) = \sim x_0 * \sim x_1 \text{ и } \sim(x_0 * x_1) = \sim x_0 + \sim x_1 .$$

(10)

Последние выражения (10) называют **принципом двойственности или теоремой**

**Де Моргана** (инверсия логической суммы равна логическому произведению инверсий и наоборот). Соотношения двойственности для  $n$  переменных, часто записывают в виде:

$$\square \sim(x_1 + \dots + x_n) = \sim x_1 * \dots * \sim x_n \text{ и}$$

$$\square \sim(x_1 * \dots * x_n) = \sim x_1 + \dots +$$

$\sim x_n$

(11)


---





# Взаимное соответствие функций алгебры логики и логических схем

---

- На функции И и ИЛИ распространяются обычные алгебраические законы - **переместительный, сочетательный и распределительный**, которые легко доказываются методом перебора:
  - $x1 \text{ ор } x0 = x0 \text{ ор } x1$  - переместительный,
  - $x2 \text{ ор } x1 \text{ ор } x0 = (x2 \text{ ор } x1) \text{ ор } x0$  - сочетательный
  - $x2*(x1+x0) = (x2*x1) + (x2*x0)$  и  $x2 + (x1*x0) = (x2+x1) * (x2+x0)$  – распределительный
  - , где операция **ор** может быть, либо И, либо ИЛИ. Наряду с тремя основными логическими функциями, называемыми также переключательными, существуют и другие.
- 
- 

# Взаимное соответствие функций алгебры логики и логических схем

---

## **ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ**

Для  $n$  - логических переменных (аргументов) существует  $2^n$  их комбинаций или двоичных наборов. На каждом таком наборе может быть определено значение функции 0 или 1. Если значения функции отличаются хотя бы на одном наборе, функции - разные. Общее число переключательных функций (ПФ) от  $n$  аргументов равно  $N=2^{2^n}$ . Для  $n=2$ ,  $N=16$ . При  $n=3$ ,  $N=256$  и далее очень быстро растет. Практическое значение имеют 16 функций от 2-х переменных, т.к. любое сложное выражение можно рассматривать как композицию из простейших.

---



# Взаимное соответствие функций алгебры логики и логических схем

Таблица 1.

| i   | 0 | 1 | 2 | 3 | ОБОЗНАЧЕНИЕ<br>ФУНКЦИИ                    |
|-----|---|---|---|---|---|
| x0  | 0 | 1 | 0 | 1 |   |
| x1  | 0 | 0 | 1 | 1 |   |
| F0  | 0 | 0 | 0 | 0 | $F0 = 0$ , константа "0"                  |
| F1  | 0 | 0 | 0 | 1 | $F1 = x1 * x0$ , "И"                      |
| F6  | 0 | 1 | 1 | 0 | $F6 = x1 (+) x0$ , "ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ"      |
| F7  | 0 | 1 | 1 | 1 | $F7 = x1 + x0$ , "ИЛИ"                    |
| F8  | 1 | 0 | 0 | 0 | $F8 = \sim(x1 + x0)$ , "ИЛИ - НЕ"         |
| F9  | 1 | 0 | 0 | 1 | $F9 = \sim(x1 (+) x0)$ , "ИСКЛ. ИЛИ - НЕ" |
| F12 | 1 | 1 | 0 | 0 | $F12 = \sim x1$ , "НЕ"                    |
| F14 | 1 | 1 | 1 | 0 | $F14 = \sim(x1 * x0)$ , "И - НЕ"          |
| F15 | 1 | 1 | 1 | 1 | $F15 = 1$ , константа "1"                 |



# Взаимное соответствие функций алгебры логики и логических схем

---

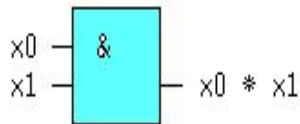
**ЗАПОМНИТЕ СЛЕДУЮЩИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ.**  
Функция "И" равна единице, если равны единице **ВСЕ** ее аргументы. Функция "ИЛИ" равна единице, если равен единице **ХОТЯ БЫ** один аргумент. Функция "ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ" (**XOR**) равна единице, если равен единице **ТОЛЬКО** один ее аргумент.



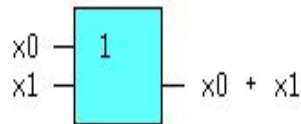
# Взаимное соответствие функций алгебры логики и логических схем

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ НА СХЕМАХ

Функция F1 "И" (конъюнкция)

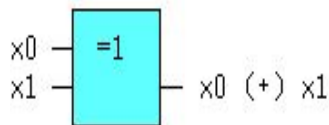


Функция F7 "ИЛИ" (дизъюнкция)

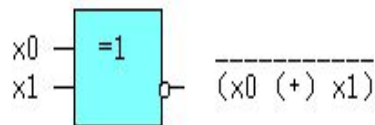


Функция F6 "ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ", называемая также для двух аргументов ф-ей "НЕРАВНОЗНАЧНОСТИ" или "СУММА ПО МОДУЛЮ ДВА", имеет следующее схемное обозначение. Логическая операция (+) называется суммой по модулю два.

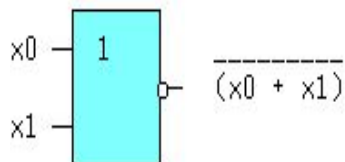
Функция F6 "ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ"



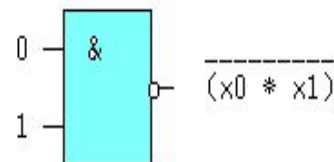
Функция F9 "ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ - НЕ"



Функция F8 "ИЛИ - НЕ"



Функция F14 "И - НЕ" и



Функция F12 "НЕ" (инверсия)

