ЛЕКЦИЯ №16

По дисциплине: **«Электроника и электротехника»**

Тема №:10 **Основы цифровой электроники**

Занятие №:10 **Основы цифровой электроники**

Учебные вопросы:

1. Элементная база цифровых устройств
2. Логические элементы
3. Основные элементы алгебры логики.
4. Цифровые устройства

Литература для самостоятельной работы обучающихся:

1. Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники: учебник. – 9-е изд., стер/ И.И. Иванов, Г.И. Соловьев, В.Я Фролов. – СПб: Лань, 2017. – 736 с.

2. **Касаткин, А.С.** Электротехника: учебник/ А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 12-е изд. стер. – Москва.: Академия, 2008. – 544 с. – и предыдущие издания.

б) дополнительная литература:

3. **Немцов, М. В.** Электротехника и электроника: учебник/ М. В. Немцов. – Москва: КноРус, 2016. – 560 с. – и предыдущие издания.

Логическая операция — это преобразование по правилам алгебры логики (булевой алгебры) входной цифровой информации в выходную информацию.

Логическое устройство, выполняющее одну определенную логическую операцию над входными сигналами, называют *логическим элементом.*

В алгебре логики истинность суждения или высказывания о результатах той или иной логической операции обозначают символом 1, ложность — 0,

Если сигналы подают в виде высокого (положительной или отрицательной полярности) и низкого (близкого к нулю) уровня напряжения, то такой способ подачи сигнала называют *потенциальным.* Если высокому уровню напряжения присваивают значение «единица», а низкому «ноль», то логику называют *положительной,* в обратном случае — *отрицательной.* Разность уровней единицы и нуля называют *логическим перепадом.* Чтобы четко отделить один уровень от другого, он должен быть значительным.

1**. Логические элементы**

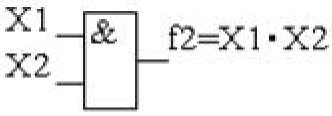
В зависимости от схемотехнической реализации логических элементов сигналы на их входах и выходах имеют либо отличное от нуля напряжение (положительное или отрицательное), либо напряжение, близкое к нулю, которые принято условно отождествлять с логической единицей и нулем. При этом работу логического элемента можно описать зависимостью логического значения выходного сигнала F от совокупности логических значений входных сигналов x. Такую зависимость принято представлять **таблицей истинности**. Можно доказать, что для любых логических преобразований достаточно иметь три элементарных логических элемента, выполняющих операции: логическое отрицание (логическое **НЕ)**, логическое сложение (логическое **ИЛИ**) и логическое умножение (логическое **И**).

Функция логического умножения (конъюнкции). Функция логического умножения записывается в виде f2=X1·X2. Символы логического умножения &, L, <?>, ?. Функция конъюнкции читается так: f2 есть (эквивалентна) X1 и X2, поскольку функция истинна тогда, когда истинны 1-й и 2-й аргументы (переменные). Конъюнкцию называют функцией И, элемент, реализующий эту функцию, элементом И.

Таблица истинности элемента И на два входа имеет следующие состояния

X1	X2	f2
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

На функциональных и принципиальных схемах элемент И изображается так:



В общем случае функцию логического умножения от n переменных записывают так:

$$f3(X_1, X_2, \dots, Xn) = X_1 + X_2 + \dots + Xn = \bigvee_{i=2}^{n} X_i$$

Количество переменных (аргументов), участвующих в одной конъюнкции, соответствует количеству входов элемента И.

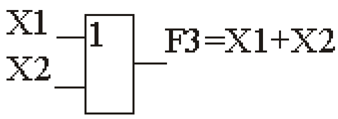
3. Логическое сложение (дизъюнкция). Функция логического сложения записывается в виде f3=X1 + X2, и читается так: f3 есть X1 или X2, поскольку функция истинна, когда истинна одна или другая переменная (хотя бы одна). Поэтому функцию дизъюнкции часто называют функцией ИЛИ. Символы логического сложения +,V.

В общем случае функция ИЛИ записывается:

Таблица истинности элемента ИЛИ на два входа имеет следующие состояния

X1	X2	f2
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

На функциональных и принципиальных схемах элемент ИЛИ изображается так:



Используя операции (функции) И, ИЛИ, НЕ можно описать поведение любого комбинационного устройства, задав сколь угодно сложное булево выражение. Любое булево выражение состоит из булевых констант и переменных, связанных операциями И, ИЛИ, НЕ.

Пример булева выражения:

$$f(X1, X2) = X1 + X1 \cdot \overline{X2} + (\overline{X1} + \overline{X2})\,X1$$

Основные законы алгебры логики. Основные законы Алгебра логики позволяют проводить эквивалентные преобразования функций, записанных с помощью операций И, ИЛИ, НЕ, приводить их к удобному для дальнейшего использования виду и упрощать запись.

ЗАКОНЫ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ

Таблица 1.1

N	а	б	Примечание
1 2 3 4 5	$\bar{0}$=1 X+0=X X+1=1 X+X=X X+ $\bar{X}$ =1	$\bar{1}$ =0 X*1=X X*0=0 X*X=X X* $\bar{X}$ =0	Аксиомы (тождества)
6	$\left[\overline{\overline{X}}\right]$=X		Закон двойного отрицания
7	X+Y=Y+X	X*Y=Y*X	Закон коммутативности
8	X+X*Y=X	X $\left[X+Y\right]$=X	Закон поглощения
9	$\left[\overline{X+Y}\right]$= $\bar{X}$ * $\bar{Y}$	$\left[\overline{X*Y}\right]=\bar{X}+\bar{Y}$	Правило де-Моргана (закон дуальности)
10	$\left[X+Y\right]$ +Z=X+Y+Z	$\left[X*Y\right]Z=XY+XZ$	Закон ассоциативности
11	X+Y*Z= $\left[X+Y\right]$ $\left[X+Z\right]$	$X\left[Y+Z\right]=XY+XZ$	Закон дистрибутивности

Булевой алгебре свойственен принцип двойственности, что наглядно иллюстрирован в табл. 1.1. Как следует из табл. 1.1, только закон двойного отрицания не подчиняется этому принципу.

Используя законы алгебры логики, можно упростить булевы выражения, в частности, правило склеивания позволяет упростить выражение типа $X_1X_2+\bar{X}_1X_2$.

Действительно, используя законы 2, 5 и 11 можно записать исходное выражение в виде X2(X1 +`X1) =X2. Так как логическая операция X1

+`X1 = 1 (см. з-н 5), а X2?1 = X2 (см. з-н 2б), полученное выражение истинно.

Элементарные функции алгебры-логики. Среди всех функций алгебры логики особое место занимают функции одной и двух переменных, называемые элементарными. В качестве логических операций над переменными, эти функции позволяют реализовать различные функции от любого числа переменных.

Общее количество функций АЛ от m переменных R=2k, где k=2m.

Рассмотрим элементарные функции от двух переменных

Переменные и их состояния					Обозначение функции	Назначение Функции
X1 X2	0 0	0 1	1 0	1 1		
f0	0	0	0	0	f0=0	Генератор 0
f1	0	0	0	1	f1=X1·X2	«И»
f2	0	0	1	0	f2=X1· $\overline{X2}$	
f3	0	0	1	1	f3=X1	
f4	0	1	0	0	f4= $\overline{X1}$ ·X2	
f5	0	1	0	1	f5=X2	
f6	0	1	1	0	f6=X1 $\oplus$X2	Сумматор по модулю два
f7	0	1	1	1	f7=X1+X2	«ИЛИ»
f8	1	0	0	0	f8= $\overline{X1 + X2}$	«ИЛИ-НЕ»
f9	1	0	0	1	f9=X1~X2	Функция равнозначности
f10	1	0	1	0	f10= $\overline{X2}$	«НЕ» X2
f11	1	0	1	1	f11=X1+ $\overline{X2}$	

f12	1	1	0	0	f12= $\overline{X1}$	«НЕ» X1
f13	1	1	0	1	f13= $\overline{X1}$ +X2	
14	1	1	1	0	f14= $\overline{X1 \cdot X2}$	«И-НЕ»
f15	1	1	1	1	f15=1	Генератор 1