

Тема 9

Шифраторы и дешифраторы

Сумматоры и полусумматоры

Шифраторы, дешифраторы и преобразователи кодов

Шифратор — это комбинационное устройство, преобразующее десятичные числа в двоичную систему счисления, причем каждому входу может быть поставлено в соответствие десятичное число, а набор выходных логических сигналов соответствует определенному двоичному коду.

Шифратор иногда называют «кодером» (от англ. coder) и используют, например, для перевода десятичных чисел, набранных на клавиатуре кнопочного пульта управления, в двоичные числа.

Если количество входов настолько велико, что в шифраторе используются все возможные комбинации сигналов на выходе, то такой шифратор называется полным, если не все, то неполным.

Число входов и выходов в полном шифраторе связано соотношением $n = 2^m$, где n — число входов, m — число выходов. Так, для преобразования кода кнопочного пульта в четырехразрядное двоичное число достаточно использовать лишь 10 входов, в то время как полное число возможных входов будет равно

$16 (n = 2^4 = 16)$,

поэтому шифратор 10x4 (из 10 в 4) будет неполным.

Рассмотрим пример построения шифратора для преобразования десятиразрядного единичного кода (десятичных чисел от 0 до 9) в двоичный код.

При этом предполагается, что сигнал, соответствующий логической единице, в каждый момент времени подается только на один вход. Условное обозначение такого шифратора и таблица соответствия кода приведены на рис. 9.1. Используя данную таблицу соответствия, запишем логические выражения, включая в логическую сумму те входные переменные, которые соответствуют единице некоторой выходной переменной. Так, на выходе y , будет логическая «1» тогда, когда логическая «1» будет или на входе X_1 , или X_3 , или X_5 , или X_7 , или X_9 , т. е.

$$y_1 = X_1 + X_3 + X_5 + X_7 + X_9.$$

Аналогично получаем

$$y_2 = X_2 + X_3 + X_6 + X_7$$

$$y_3 = X_4 + X_5 + X_6 + X_7, \quad y_4 = X_8 + X_9.$$

Представим на рис. 9.1 схему такого шифратора, используя элементы ИЛИ.

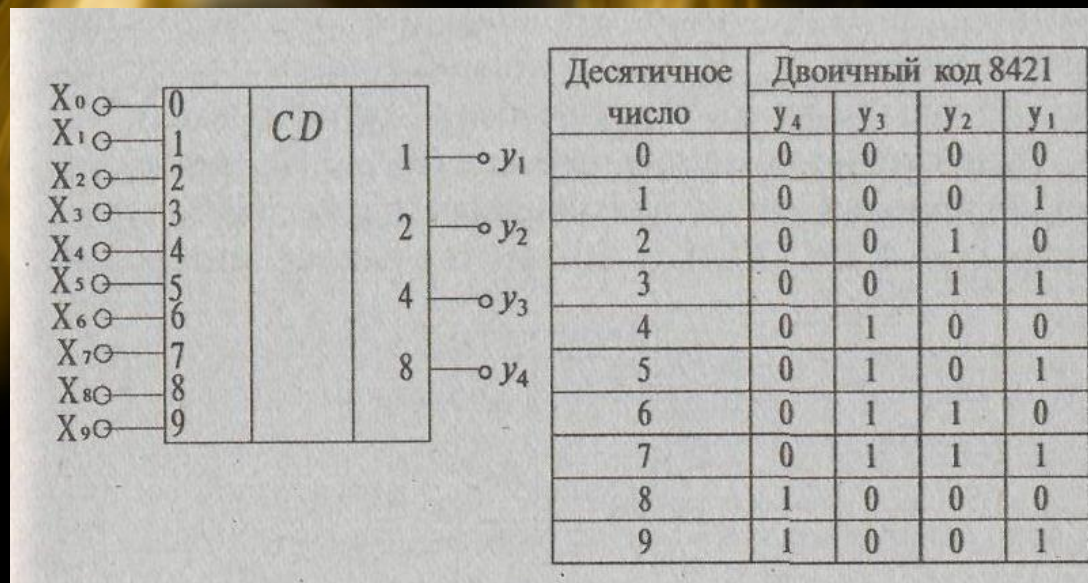


Рисунок 9.1

На практике часто используют шифратор с приоритетом. В таких шифраторах код двоичного числа соответствует наивысшему номеру входа, на который подан сигнал «1», т. е. на приоритетный шифратор допускается подавать сигналы на несколько входов, а он выставляет на выходе код числа, соответствующего старшему входу.

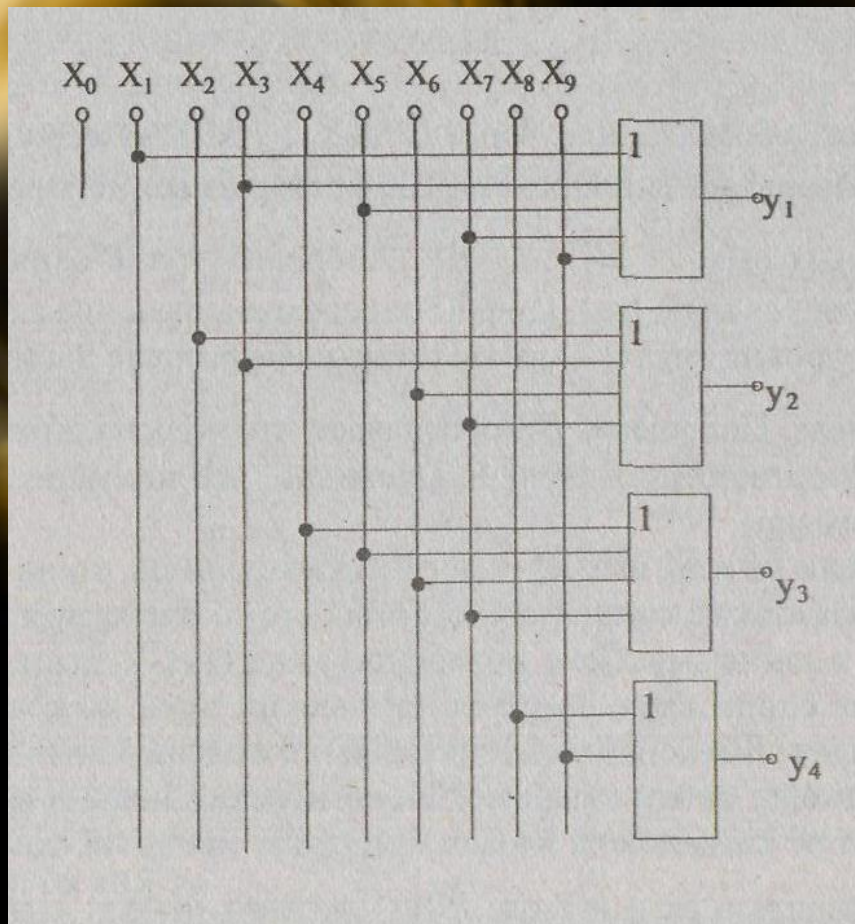


Рисунок 9.2

Рассмотрим в качестве примера (рис. 9.3) шифратор с приоритетом (приоритетный шифратор) К555ИВ3 серии микросхем К555 (ТТЛШ).

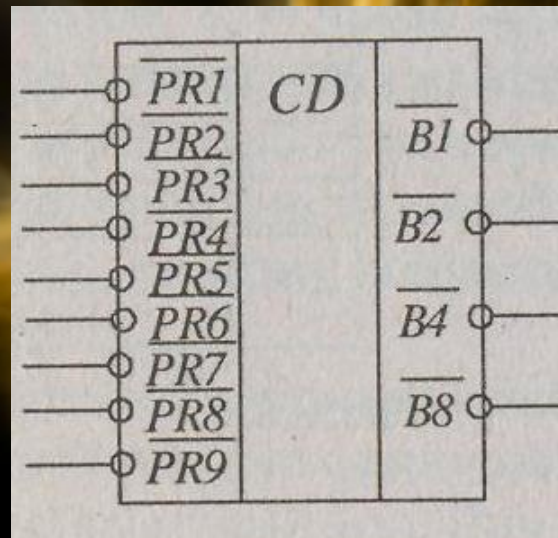


Рисунок 9.3

**Шифратор имеет 9 инверсных входов,
обозначенных через**

PR1, ... , PR9.

Аббревиатура *PR* обозначает «приоритет».

Шифратор имеет четыре инверсных выхода

V1, ... , V8.

Аббревиатура *V* означает «шина» (от англ. *bus*).

**Цифры определяют значение активного уровня
(нуля) в соответствующем разряде двоичного
числа.**

**Например, *V8* обозначает, что ноль на этом
выходе соответствует числу 8.**

Очевидно, что это неполный шифратор.

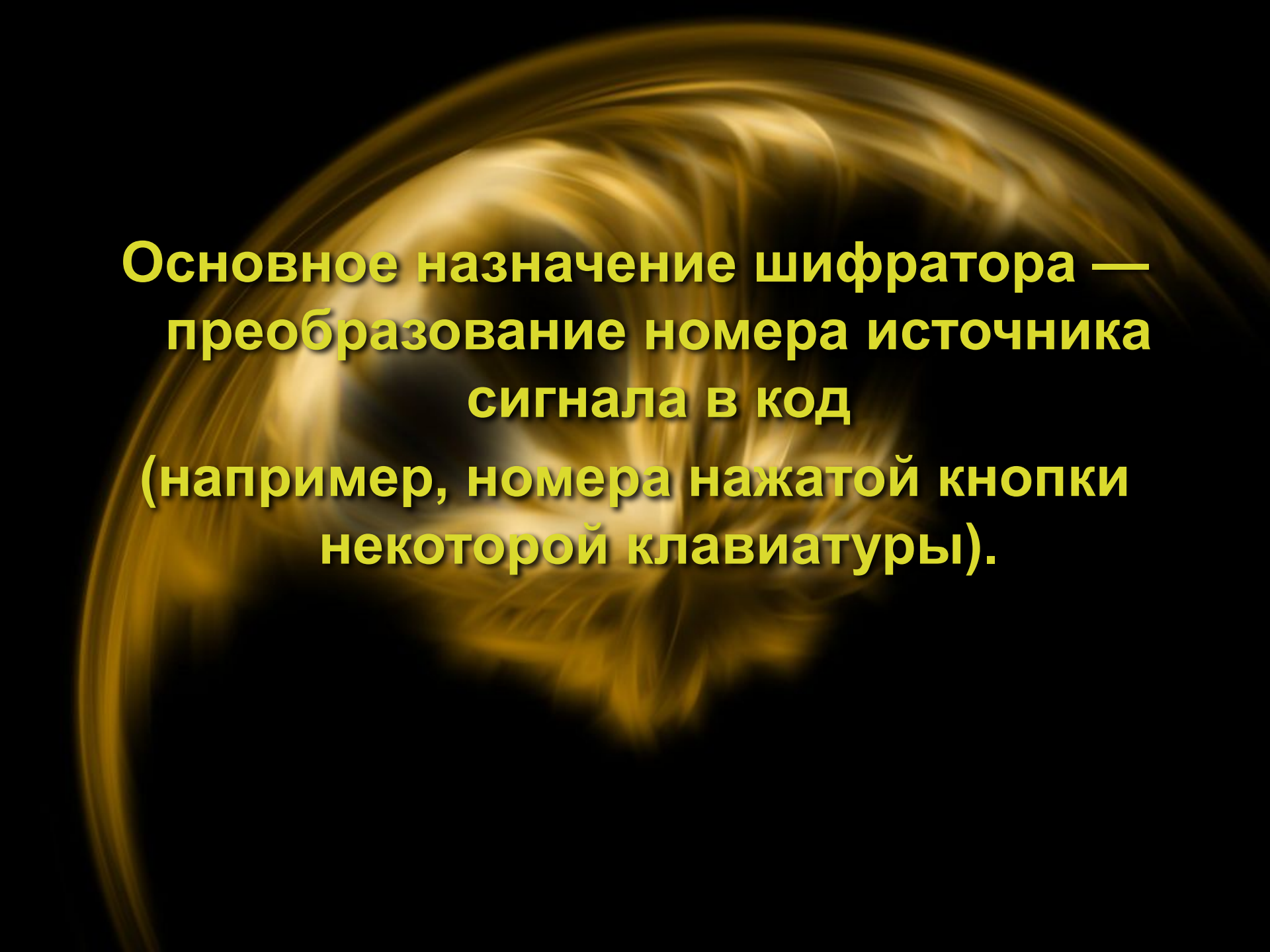
Если на всех входах — логическая единица, то на всех выходах также логическая единица, что соответствует числу 0 в так называемом инверсном коде (1111). Если хотя бы на одном входе имеется логический ноль, то состояние выходных сигналов определяется наибольшим номером входа, на котором имеется логический ноль, и не зависит от сигналов на входах, имеющих меньший номер.

Например, если на входе $PR1$ — логический ноль, а на всех остальных входах — логическая единица, то на выходах имеются следующие сигналы:

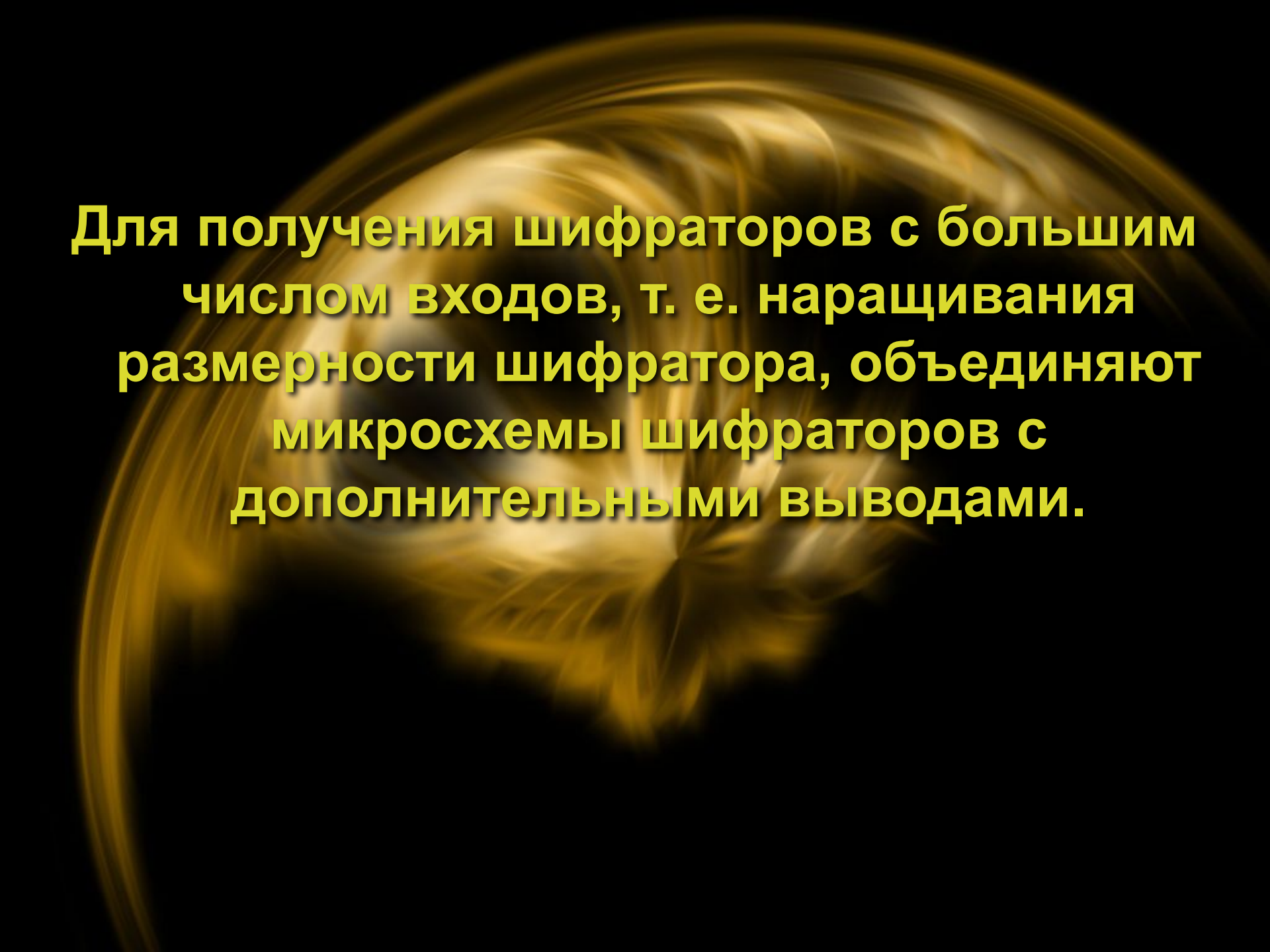
$V1 - 0, V2 - 1, V4 - 1, V8 - 1,$

что соответствует числу 1 в инверсном коде (1110).

Если на входе $PR9$ логический ноль, то независимо от других входных сигналов на выходах имеются следующие сигналы: $V1 — 0, V2-1, V4-1, V8-0$, что соответствует числу 9 в инверсном коде (0110).

The background of the slide features a complex, abstract pattern of golden-yellow light trails and swirls, resembling a nebula or a dynamic energy field, set against a solid black background. The light trails are most prominent in the upper and central regions, creating a sense of motion and depth.

**Основное назначение шифратора —
преобразование номера источника
сигнала в код
(например, номера нажатой кнопки
некоторой клавиатуры).**

The background of the slide is a dark, almost black, space filled with intricate, glowing golden patterns. These patterns consist of numerous overlapping, curved lines and swirls that create a sense of depth and movement, resembling a complex, organic structure or perhaps a microscopic view of a material. The light is concentrated in the center and fades towards the edges, giving the overall appearance of a shimmering, ethereal sphere or a nebula.

**Для получения шифраторов с большим
числом входов, т. е. наращивания
размерности шифратора, объединяют
микросхемы шифраторов с
дополнительными выводами.**

Так микросхема К555ИВ1 (рис. 9.4) представляет собой приоритетный шифратор 8 x 3, т. е. имеет 8 инверсных входов и 3 инверсных выхода. Помимо этого она имеет вход разрешения EI, выход переноса E0 и выход G, определяющий признак входного информационного сигнала.

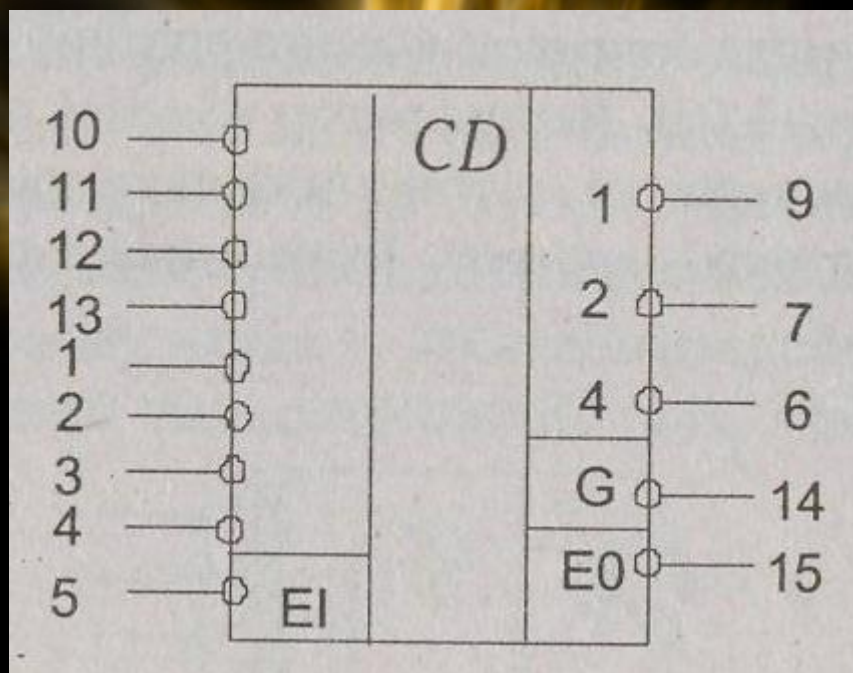
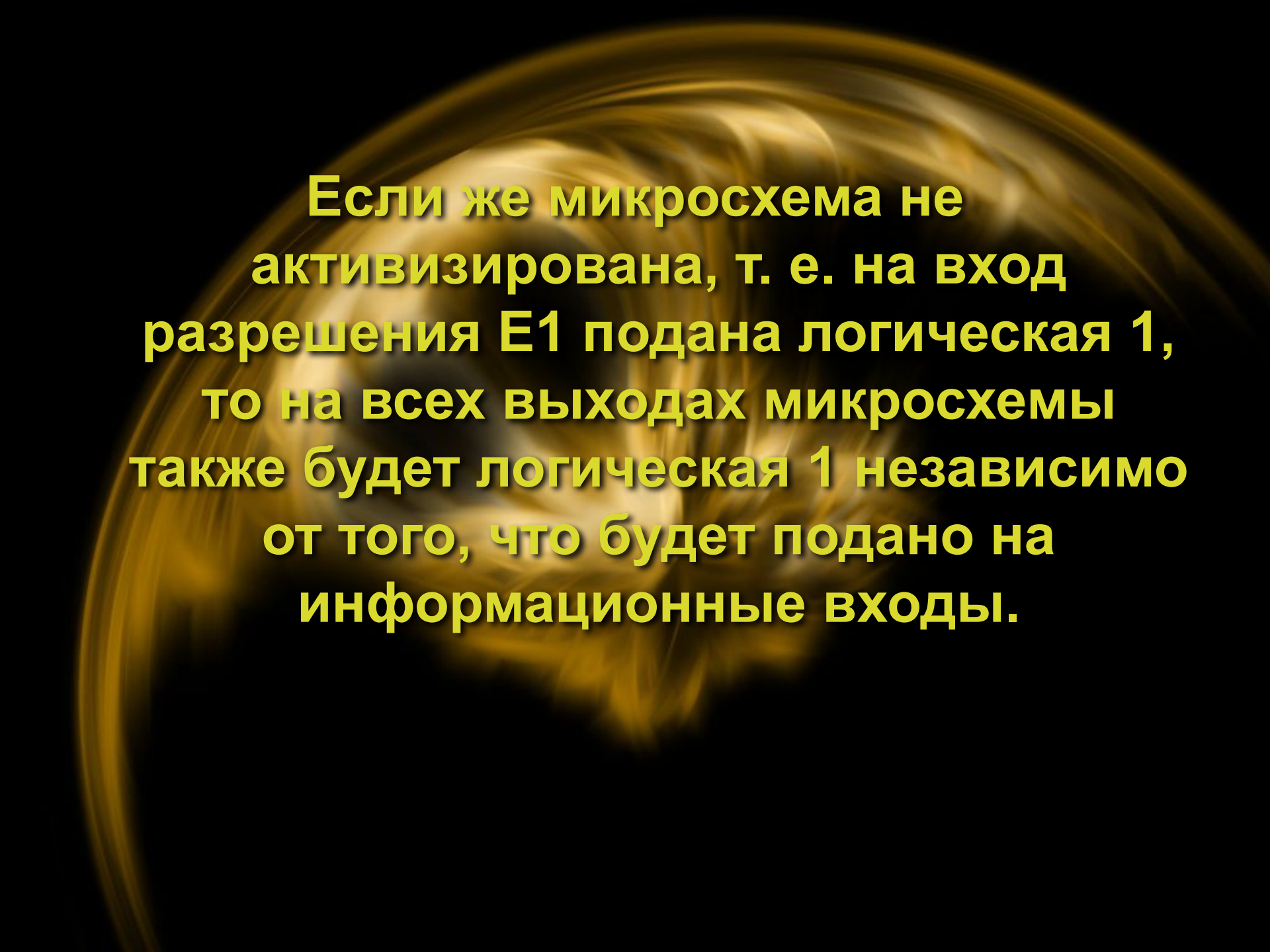


Рисунок 9.4

Если на всех информационных входах логическая 1, то при подаче на вход E1 логического 0, на выходах 1—2—4 и G будут такие логические 1, а на выходе переноса EO — логический 0.

Если активизировать один из информационных входов (подать на него логический 0), то на выходах 1—2—4 появится инверсный код, соответствующий номеру активизированного входа, на входе G — логический 0, являющийся признаком подачи входного сигнала, а на выходе EO — логическая 1.



Если же микросхема не активизирована, т. е. на вход разрешения E1 подана логическая 1, то на всех выходах микросхемы также будет логическая 1 независимо от того, что будет подано на информационные входы.

Дешифратором называется комбинационное устройство, преобразующее n -разрядный двоичный код в логический сигнал, появляющийся на том выходе, десятичный номер которого соответствует двоичному коду.

Число входов и выходов в так называемом полном дешифраторе связано соотношением

$$m = 2^n,$$

**где n — число входов,
а m — число выходов.**

Если в работе дешифратора используется неполное число выходов, то такой дешифратор называется неполным.

Так, например, дешифратор, имеющий 4 входа и 16 выходов, будет полным, а если бы выходов было только 10, то он являлся бы неполным.

Обратимся для примера к дешифратору К555ИД6 серии К555 (рис. 9.5).

Дешифратор имеет 4 прямых входа, обозначенных через $A1, \dots, A8$. Аббревиатура A обозначает «адрес» (от англ. *address*). Указанные входы называют адресными. Цифры определяют значения активного уровня (единицы) в соответствующем разряде двоичного числа.

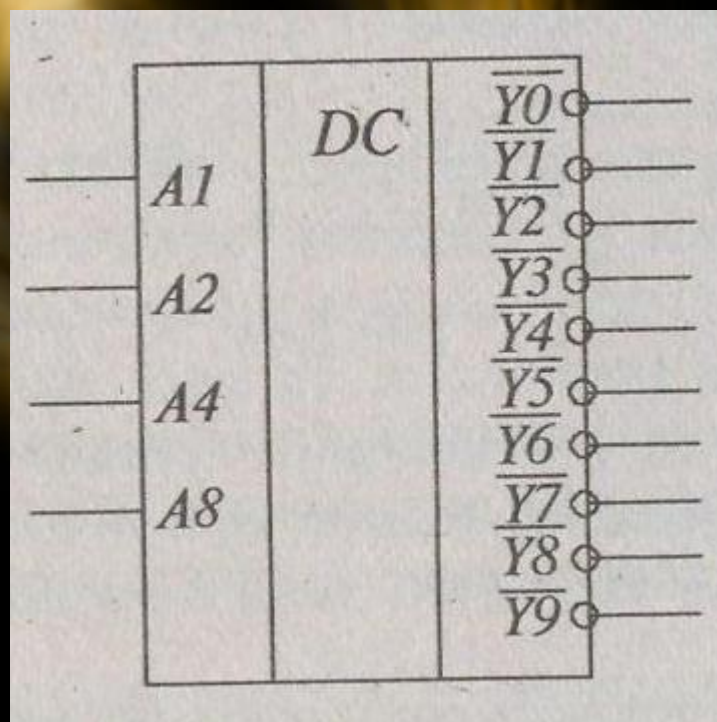



Рисунок 9.5

**Дешифратор имеет 10 инверсных выходов
 $У_0, \dots, У_9$.**

**Цифры определяют десятичное число,
соответствующее заданному двоичному
числу на входах.**

Очевидно, что этот дешифратор неполный.

**Значение активного уровня (нуля) имеет тот
выход, номер которого равен десятичному
числу, определяемому двоичным числом на
входе.**

The background of the slide features a series of flowing, golden-yellow light trails that create a sense of motion and depth against a solid black background. The trails are most prominent in the upper half of the image, curving and swirling around the text.

**Например, если на всех входах —
логические нули, то на выходе
У0 — логический ноль, а на остальных
выходах — логическая единица.**

Если на входе A_2 — логическая единица, а на остальных входах — логический ноль, то на выходе Y_2 — логический ноль, а на остальных выходах — логическая единица.

**Если на входе — двоичное число,
превышающее 9
(например, на всех входах единицы,
что соответствует двоичному числу
1111 и десятичному числу 15),
то на всех выходах — логическая
единица.**

Помимо информационных имеется один или более входов, называемых входами разрешения, или адресными входами. Так, микросхема КР531ИД14 представляет собой два дешифратора 2 x 4, т. е. каждый дешифратор имеет два информационных входа и четыре инверсных выхода, а также инверсный вход разрешения (рис. 9.6).

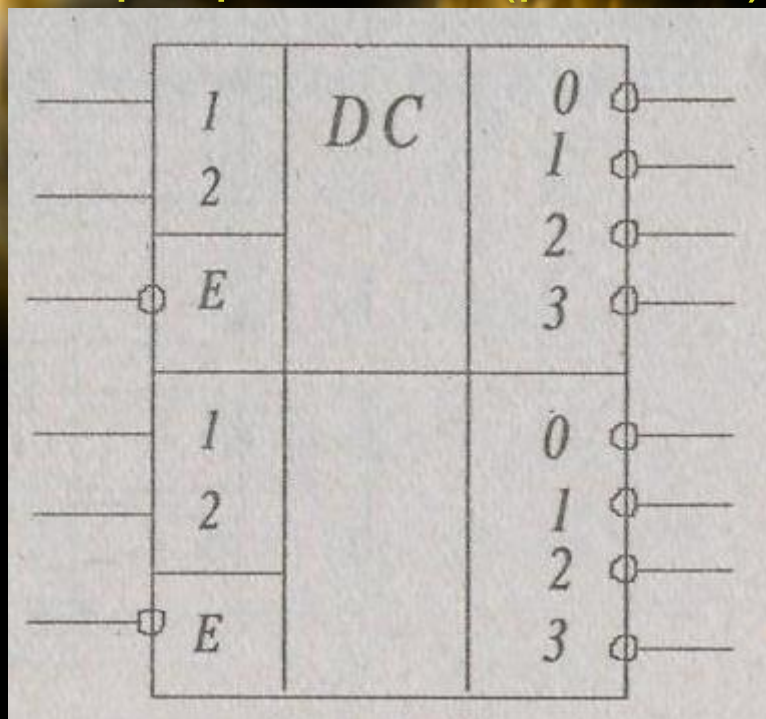


Рисунок 9.6

The background features a complex, abstract pattern of golden-yellow, glowing, and blurred lines that swirl and curve across a solid black field. The lines vary in thickness and intensity, creating a sense of motion and depth. The overall effect is reminiscent of a nebula or a high-speed light trail.

***Сумматоры и
полусумматоры***

Сумматоры

Сумматор – устройство, осуществляющее операцию сложения двоичных кодов по правилам:

$$0+0 = 0,$$

$$0+1 = 1,$$

$$1+0 = 1,$$

$$1+1 = 0 \text{ и } 1\text{-перенос}$$

Для сложения младших разрядов кода применяется полусумматор.

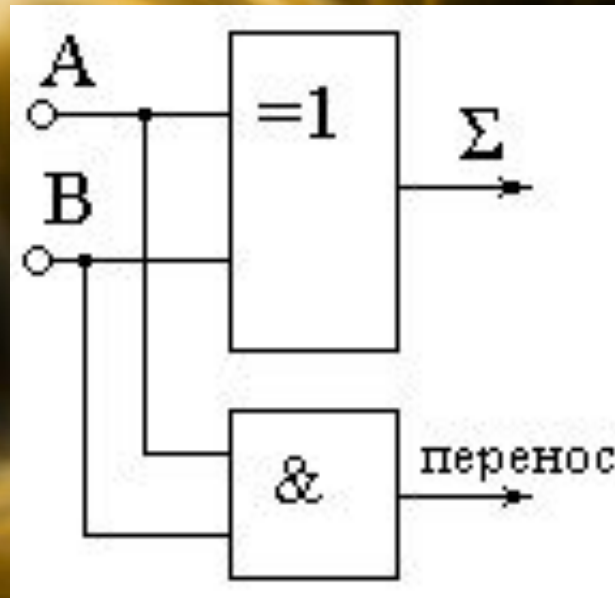
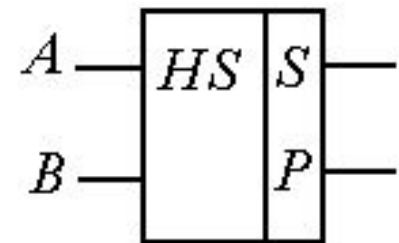
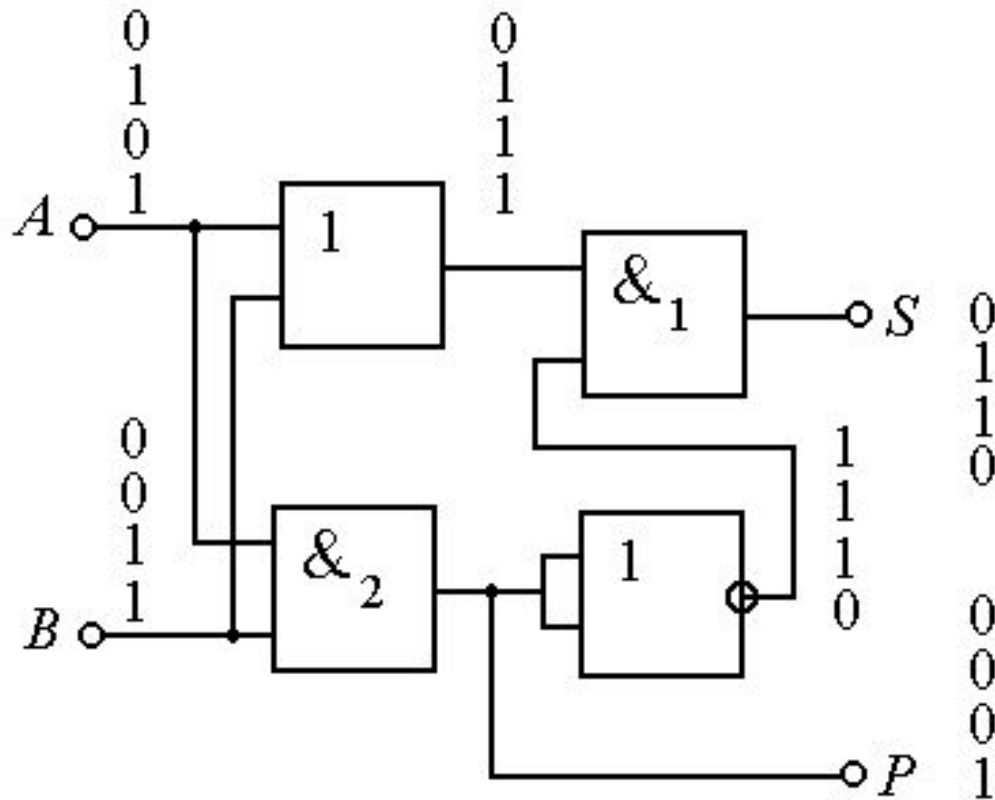


Рисунок 9.7

Для сложения младших разрядов кода применяется полусумматор.



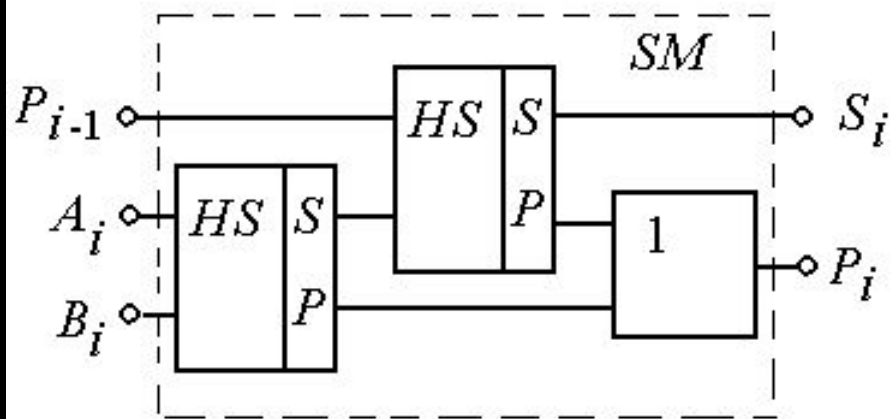
P	S
0	0
0	1
0	1
1	0

Во всех последующих разрядах может появиться перенос из предыдущих разрядов, который должен быть учтен. Его работа описывается таблицей 6. Здесь C_n – предыдущий перенос, C_{n+1} – последующий перенос

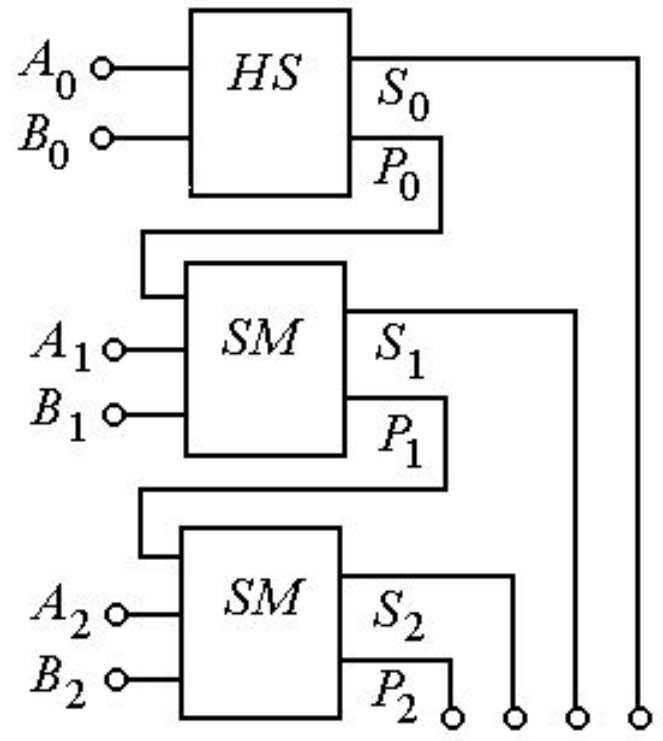
C_n	A_n	B_n	$\underline{\Sigma}$	C_{n+1}
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Таблица 1 Алгоритм суммирования

Таблица 1 реализуется в виде более сложной комбинации логических элементов, которые образуют полный сумматор, содержащий 3 входа и 2 выхода.

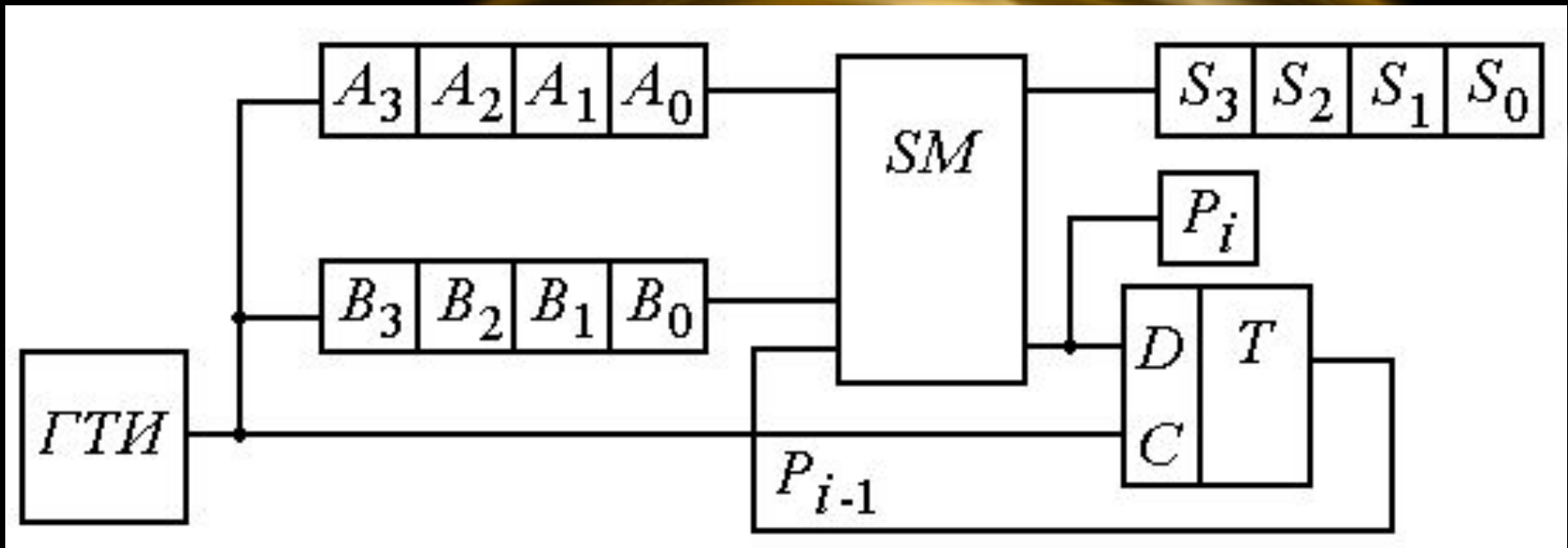


Полный сумматор



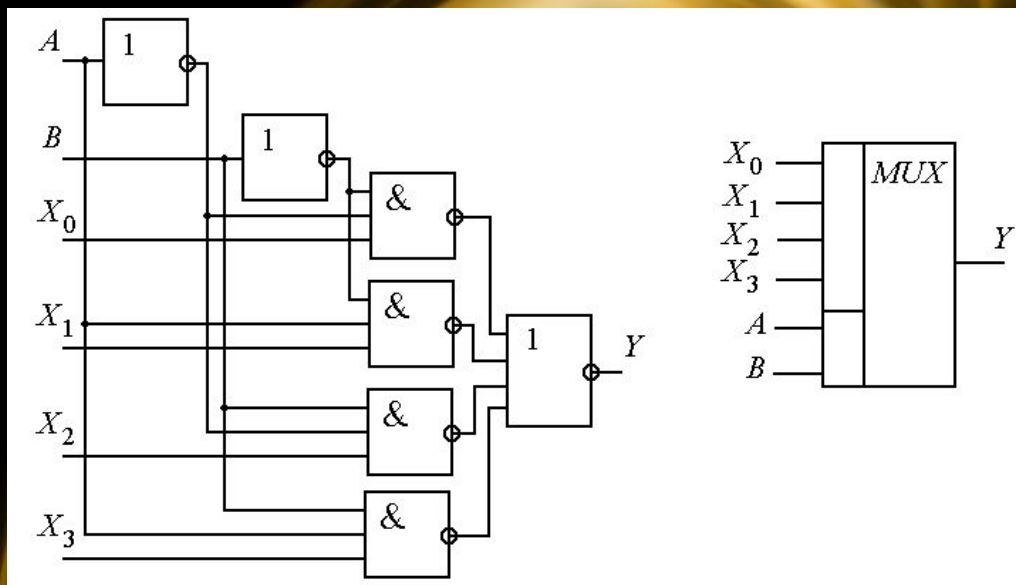
Трехразрядный сумматор

Сумматор последовательного типа



Сумматор последовательного действия. Состоит из одноразрядного сумматора, выход p_i которого соединен с входом p_{i-1} через элемент задержки, параметры которого согласованы со скоростью поступления разрядов слагаемых на входы сумматора. Операция суммирования во всех разрядах слагаемых осуществляется с помощью одного и того же одноразрядного сумматора, но последовательно во времени, начиная с младших разрядов. Такое построение сумматора возможно за счет того, что слагаемые поступают в последовательной форме.

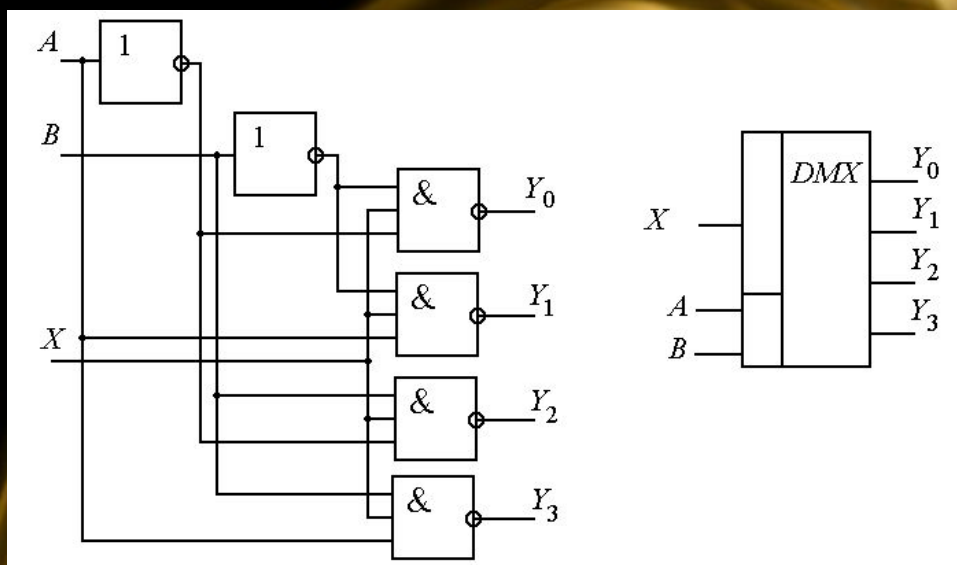
Мультиплексы и демультиплексы



A	B	Y
0	0	X ₀
0	1	X ₁
1	0	X ₂
1	1	X ₃

Мультиплексор - это устройство, которое осуществляет выборку одного из нескольких входов и подключает его к своему выходу, в зависимости от состояния двоичного кода. Другими словами, мультиплексор - переключатель сигналов, управляемый двоичным кодом и имеющий несколько входов и один выход. К выходу подключается тот вход, чей номер соответствует двоичному коду.

Мультиплексоры и демультиплексоры



Демультиплексор - устройство, обратное мультиплексору. Двоичный код определяет, какой выход будет подключен ко входу. Другими словами, демультиплексор - это устройство, которое осуществляет выборку одного из нескольких выходов и подключает его к своему входу или, это переключатель сигналов, управляемый двоичным кодом и имеющий один вход и несколько выходов. Ко входу подключается тот выход, чей номер соответствует состоянию двоичного кода.