

# ЛЕКЦИЯ № 4

*Тема: Устройства кодирования, коммутации и сравнения*

*Текст лекции по дисциплине «Цифровые устройства и микропроцессоры»*

# УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Преобразователи кодов (Шифраторы и дешифраторы)
2. Мультипроцессоры, демультимплексоры.
3. Устройства сравнения.

## ЛИТЕРАТУРА:

### **Основная**

Л.1. А.К.Нарышкин «Цифровые устройств и микропроцессоры»: учеб. пособие для студ. Высш. Учебн. Заведений/ А. К. Нарышкин, 2 – е изд. - Издательский центр «Академия», 2008г. с. 89-100, 125-131

Л.2. Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров «Аналоговая и цифровая электроника», М.–Горячая линия- Телеком, 2000г. с. 543-550

### Дополнительная литература

Л.5. Е.П. Угрюмов «Цифровая схемотехника», Санкт-Петербург, 2000г. с. 46-54

Л6. Ю.А. Браммер. И.Н.Пашук «Импульсные и цифровые устройства», М.- Высшая школа, 1999г. с. 260-265

# Контрольные вопросы

Нарисовать условно-графическое обозначение логического элемента, реализующего логическую функцию.

1 вариант

**И-НЕ**

2 вариант

**ИЛИ-НЕ**

3 вариант

**ИЛИ**

4 вариант

**И**

# 1. Преобразователи кодов (Шифраторы и дешифраторы)

## определения

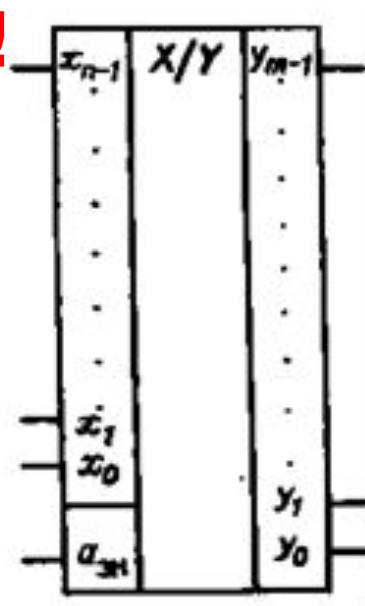
Преобразователь кода – это цифровое устройство, преобразующее код числа из одной системы кодирования в другую.

## Преобразователи прямого кода числа в обратный и дополнительный коды

В вычислительных устройствах арифметические операции выполняются в обратном  $[A]_{ок}$  и дополнительном  $[A]_{дк}$  кодах. Однако хранение такой информации удобно осуществлять в прямом коде  $[A]_{пк}$ . Поэтому такие преобразователи служат для преобразования прямых кодов чисел в обратные и дополнительные коды

# обозначение преобразователя

код зел



Здесь  $x_i$  — разряды числа на входе;  $y_i$  — разряды числа на выходе; при преобразовании ПК в ОК или ДК добавляется один вход  $a_{зн}$  для обозначения знака числа. Если преобразователь осуществляет преобразование ПК числа в ОК, то при поступлении на его входы числа  $[A]_{ПК}$  с его выходов снимается число  $[A]_{ОК}$ . Если  $a_{зн} = 0$ , то ОК числа на выходе преобразователя совпадает с его ПК.

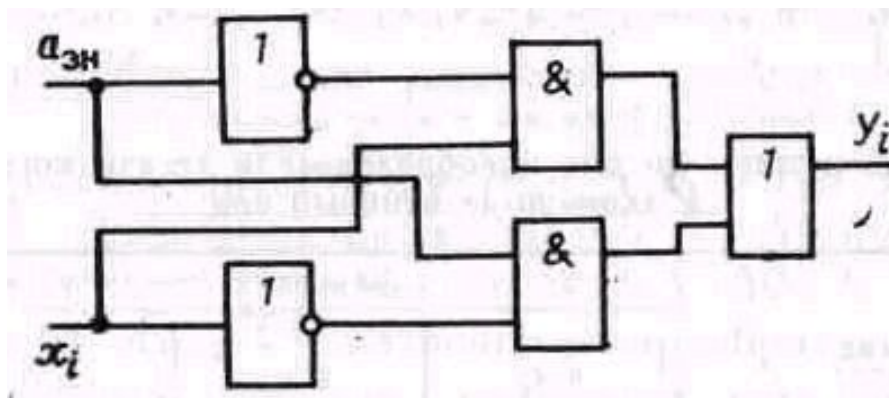
# Работа преобразователя кодов

## чисел

$\alpha$	$x_i$	$a_{3H}$	$y_i$
0	0	0	0
1	0	1	1
2	1	0	1
3	1	1	0

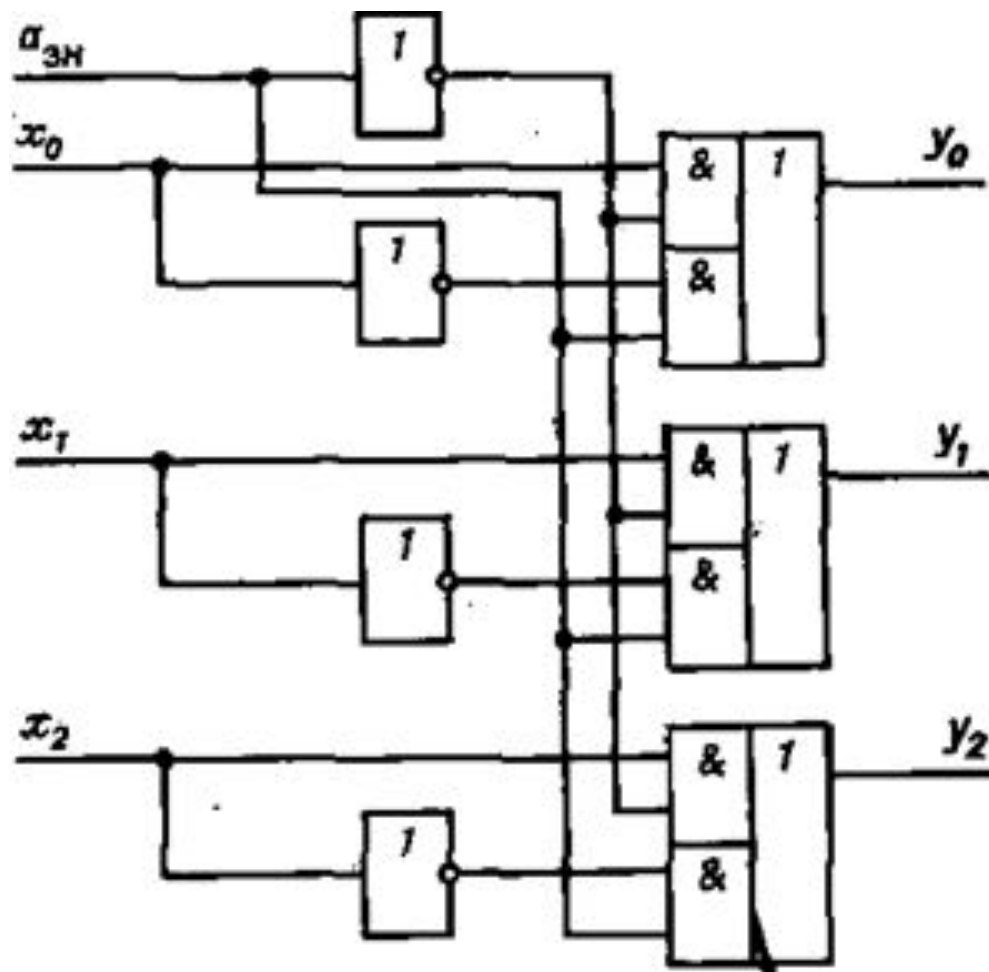
Запишем выражение ПФ, описывающей функционирование одного разряда преобразователя ПК числа в ОК, используя данные приведённой таблицы истинности.

$$y_i = \overline{x_i} a_{3H} + x_i \overline{a_{3H}}$$



# Схема преобразователя кодов чисел

Вариант реализации трехразрядного преобразователя ПК числа в ОК





# ШИФРАТОРЫ

## определения

**Шифратор** - функциональное цифровое устройство предназначенное для преобразования кода сигнала одного вида в другой. Данное название образовано от английского CODER (CD).

## Классификация шифраторов.

1. По числу разрядов:

трёх разрядные шифраторы;

четырёх разрядные шифраторы и т.д.

2. По виду преобразуемых кодов:

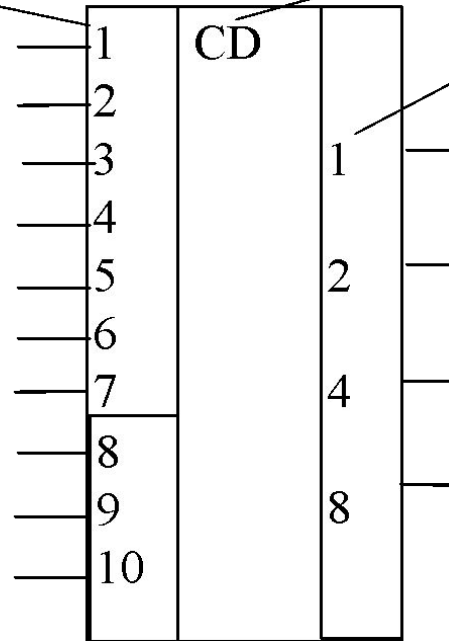
например, шифраторы, преобразующие код десятичного числа в двоично-десятичное.

# Условное графическое

## обозначение

Номер входа

Код шифратора



Вес  
разряда

Маркировка

К155ИВ1.

“И” - элемент дискретных и арифметических устройств,  
“В” - шифратор.

# Устройство шифраторов

Шифратор содержит логические элементы, через которые ВХОДНЫЕ шины соединены с ВЫХОДОМ.

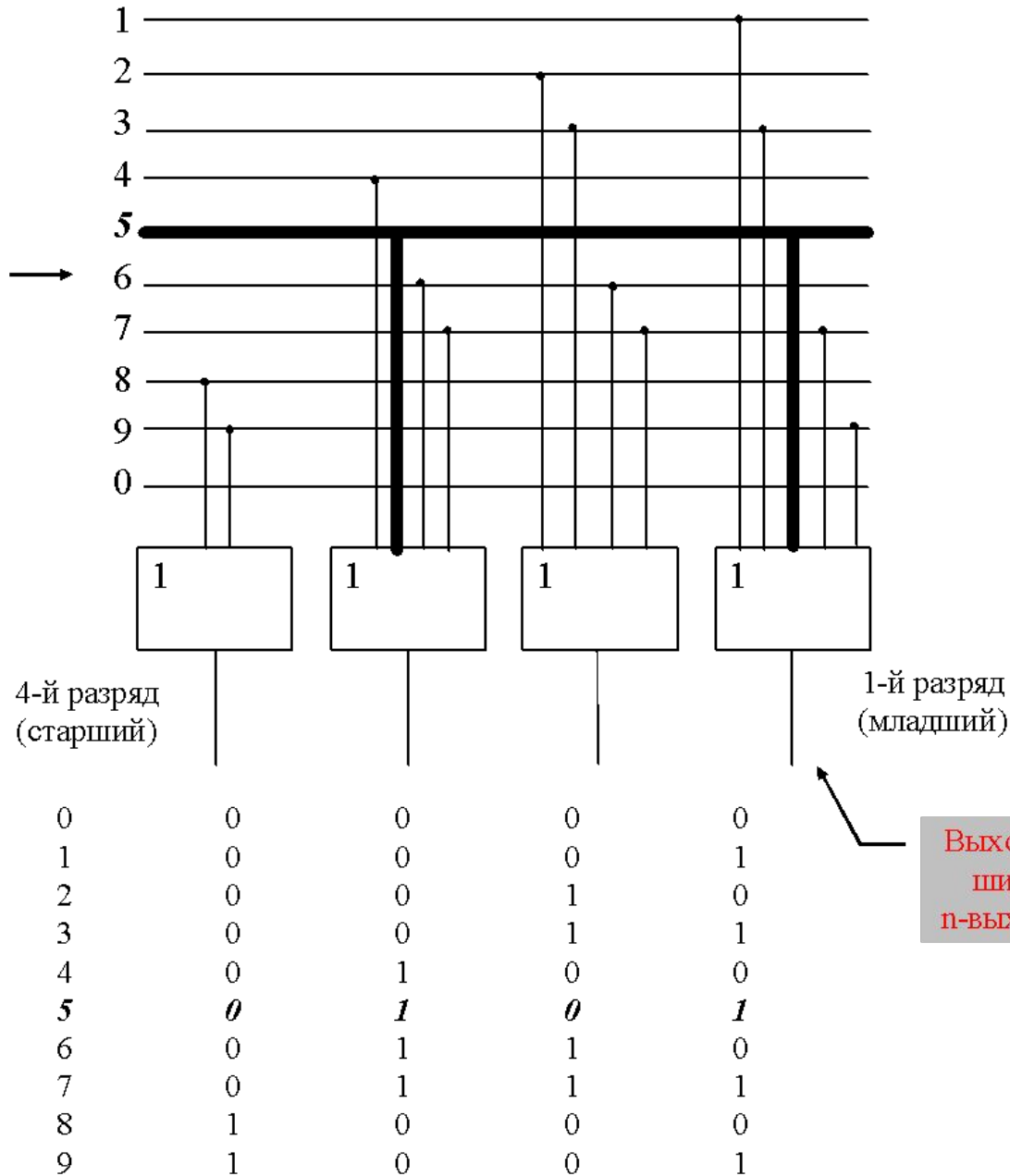
## Принцип действия шифраторов.

Основан на преобразовании управляющих сигналов в двоичное число.

На выходе шифратора устанавливается код, соответствующий номеру входа на котором появилась логическая единица.

# Схема шифратора

Входные  
шины.  
 $2^n$  - входов.



# Работа шифратора

Кодирование числа в схеме осуществляется путём определённой распайки между входной шиной и входами схем “ИЛИ”.

Получим двоично-десятичный код цифры “5”.

1. На входную шину под номером 5 подаётся логическая единица. ( $5_{10} = 0101_2$  - “1” в младшем разряде и “1” в третьем разряде).

2. Входную шину 5 соединяем со входами первой и третьей схем “ИЛИ”. Тогда на входах этих схем “ИЛИ” будут «1». На входах второй и четвёртой схем “ИЛИ” будет «0». В итоге, имеем 0101.

# Применение шифраторов

1. В системах целеуказаний (техника четвёртого поколения). Шифраторы служат для преобразования простого кода информации о характере и местоположении целей в помехозащищённый. Затем такой код передаётся к получателю данной информации.

# ДЕШИФРАТОРЫ



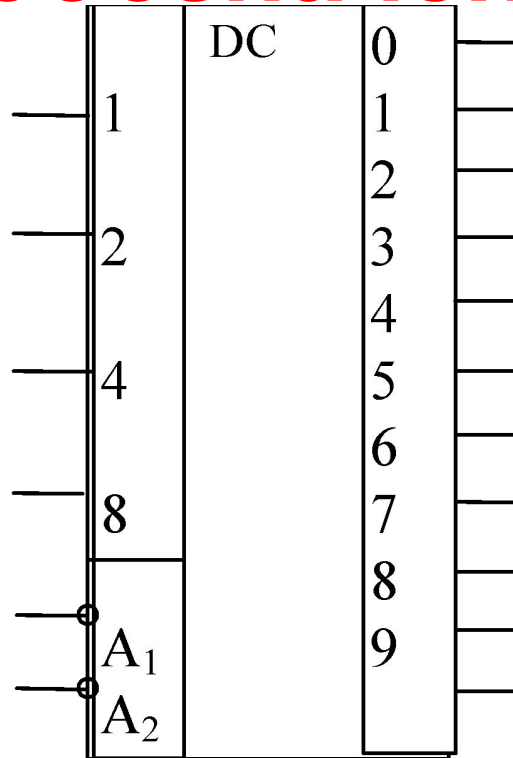
## определения

Дешифратор - функциональное цифровое устройство, предназначенное для преобразования кодов из одного вида в другой. Дешифратор это перевод с английского слова DECODER (DC).

## Классификация дешифраторов.

1. По числу разрядов.
2. В зависимости от преобразованных кодов:  
двоично-десятичный код в семисегментный;  
двоичный код в десятичное число.
3. По принципу действия:  
линейный (матричный, или одноступенчатый);  
пирамидальный (многоступенчатый).

## обозначение



Маркировка

К155ИД1

“И” - элемент дискретных и арифметических устройств,  
“Д” - дешифратор.

# Устройство дешифраторов

Дешифратор - комбинационная логическая схема с включенными соответствующим образом логическими элементами.

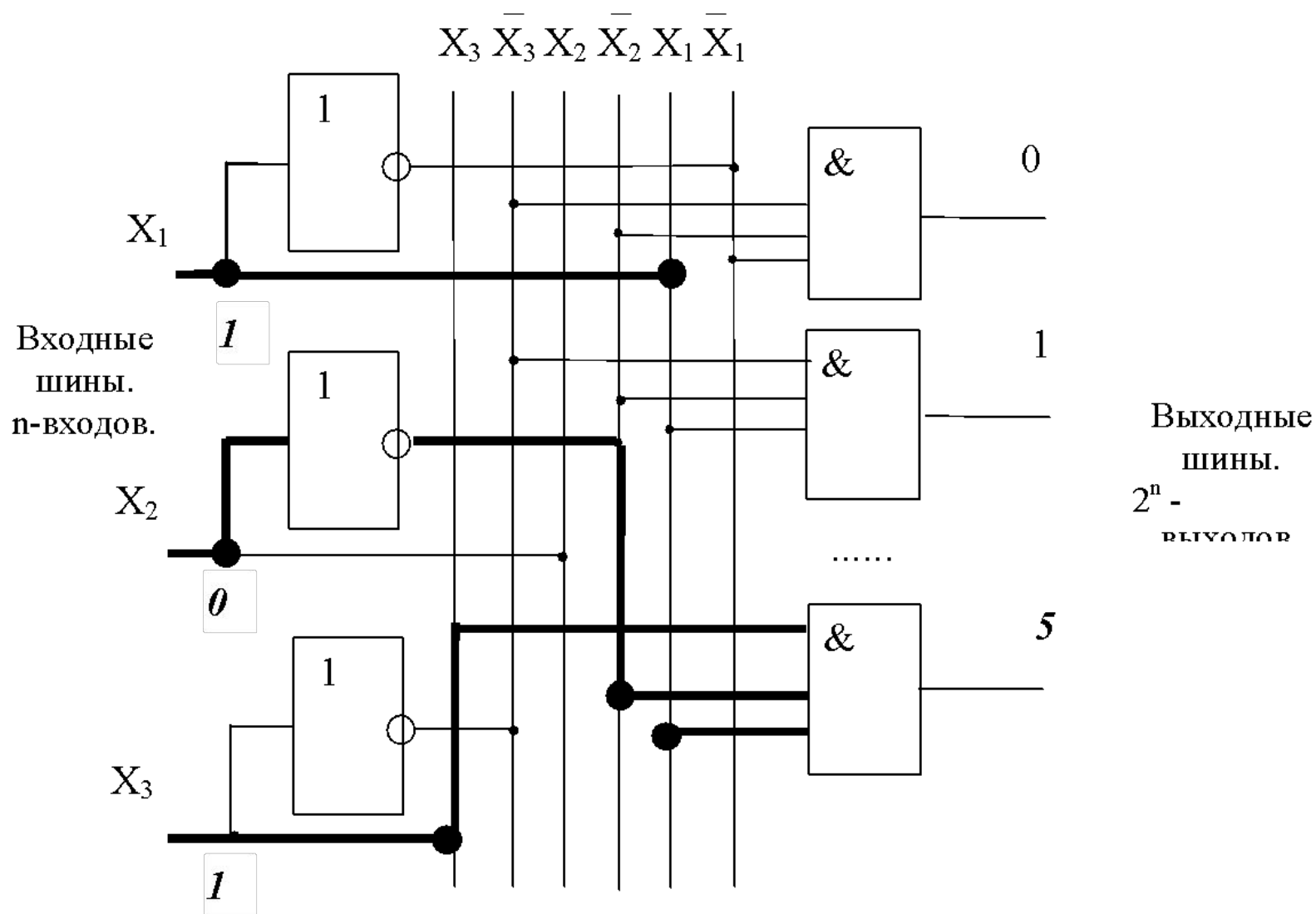
Число входов равно числу разрядов двоичного числа.

Число выходов определяется количеством двоичных чисел этого разряда.

## Принцип действия дешифраторов.

Каждому цифровому сигналу на входе дешифратора соответствует логическая 1 (0) на определенном входе

# Линейный (матричный или одноступенчатый) дешифратор



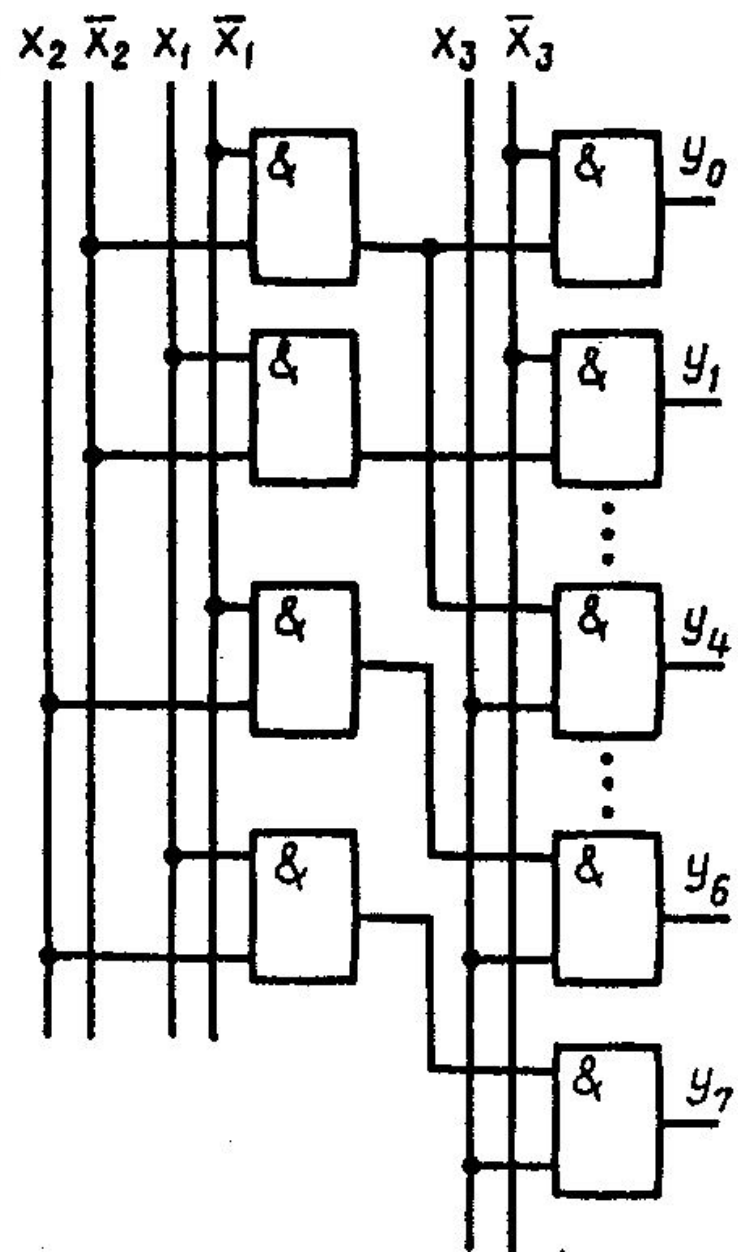
# Работа шифратора

Каждая схема сработает только тогда, когда на её входы будут поданы все логические единицы. Тогда, например, для получения цифры 5 необходимо чтобы логические единицы подавались на входы X1 и X3, а на инверсный второй вход цифра 0, которая затем инвертируется в 1. (Смотри жирный цвет).

Недостатком схемы является наличие в ней разнотипных логических элементов. Это экономически не выгодно.

Данный недостаток устраняется в пирамидальных дешифраторах.

# Пирамидальный дешифратор



# Работа пирамидального дешифратора

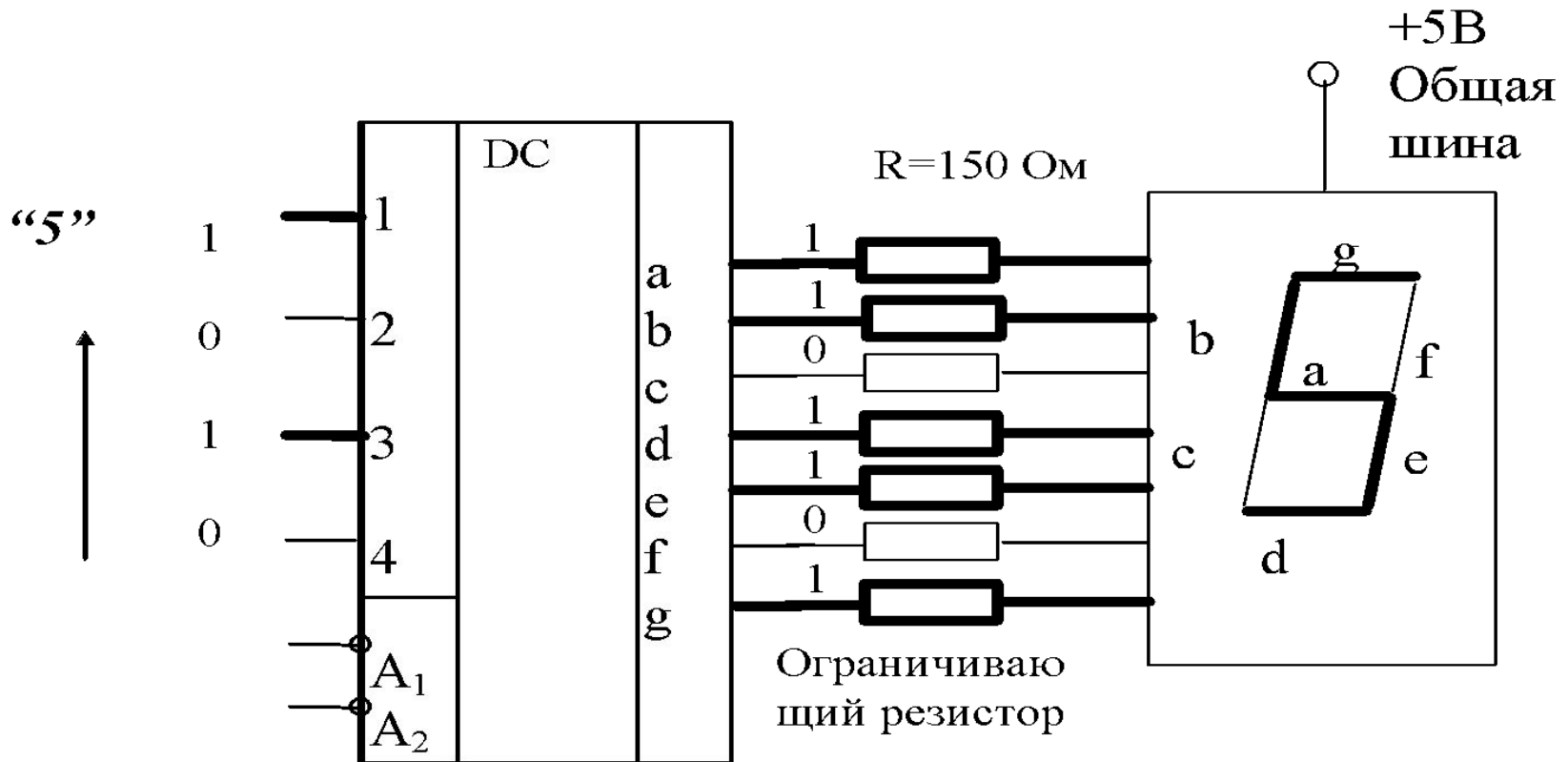
Младшие разряды двоичного числа декодируются левыми схемами «И».

На входы правых схем «И» подаются сигналы с прямой и инверсной шин старшего разряда и с выходов левых схем «И».

Построение пирамидального дешифратора позволяет экономить логические элементы входящие в состав схемы.

# Применение дешифраторов

Дешифраторы применяются для преобразования различных кодов для отображения необходимой информации на индикаторах.





# Применение дешифраторов

1. В системах целеуказаний (техника четвёртого поколения). Шифраторы служат для преобразования простого кода информации о характере и местоположении целей в помехозащищённый. Затем такой код передаётся к получателю данной информации.

# Вывод по 1 вопросу

1. В ЦУ различного назначения применяются разнообразные способы кодирования и для обеспечения совместной работы таких устройств используют преобразователи кодов чисел.

2. Шифратор - устройство, предназначенное для преобразования управляющих сигналов в двоичное число.

3. Дешифратор осуществляет обратное преобразование.

4. В общем смысле, дешифратор - цифровое устройство, предназначенное для преобразования кодов из одного вида в другой

## 2. Мультиплексоры. Демультимплексоры.

## определения

**Мультиплексор** - селектор цифровых сигналов, коммутирующий сигналы с нескольких входов к одному выходу.

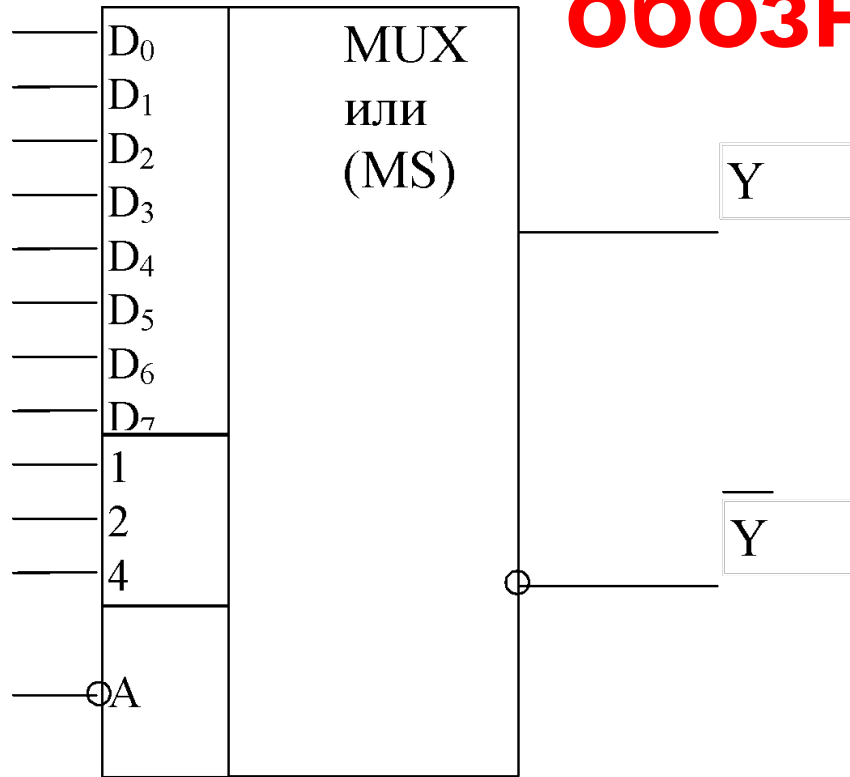
Мультиплексор обеспечивает одновременное обслуживание многих медленнодействующих внешних устройств.

## Классификация мультиплексоров.

1. По числу разрядов:
  - 8-ми разрядные;
  - 16-ти разрядные.

# Условное графическое

## обозначение



$D_i$  - информационные  
ВХОДЫ;

1,2,4 - адресные входы

$A$  - вход стробирования

Маркировка

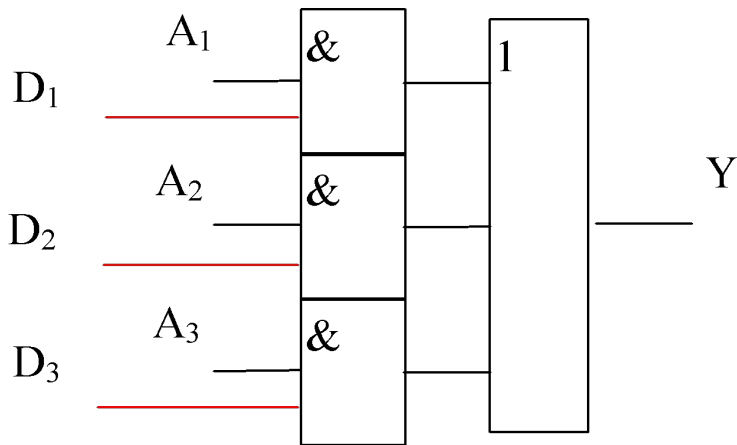
К155КП7.

К - коммутаторы и ключи.

П - прочие

# Устройство мультиплексоров

Мультиплексор - комбинационное логическое устройство, содержащее конъюнктор, подключающий информационные шины и адресные шины к выходу



На рисунке обозначено:

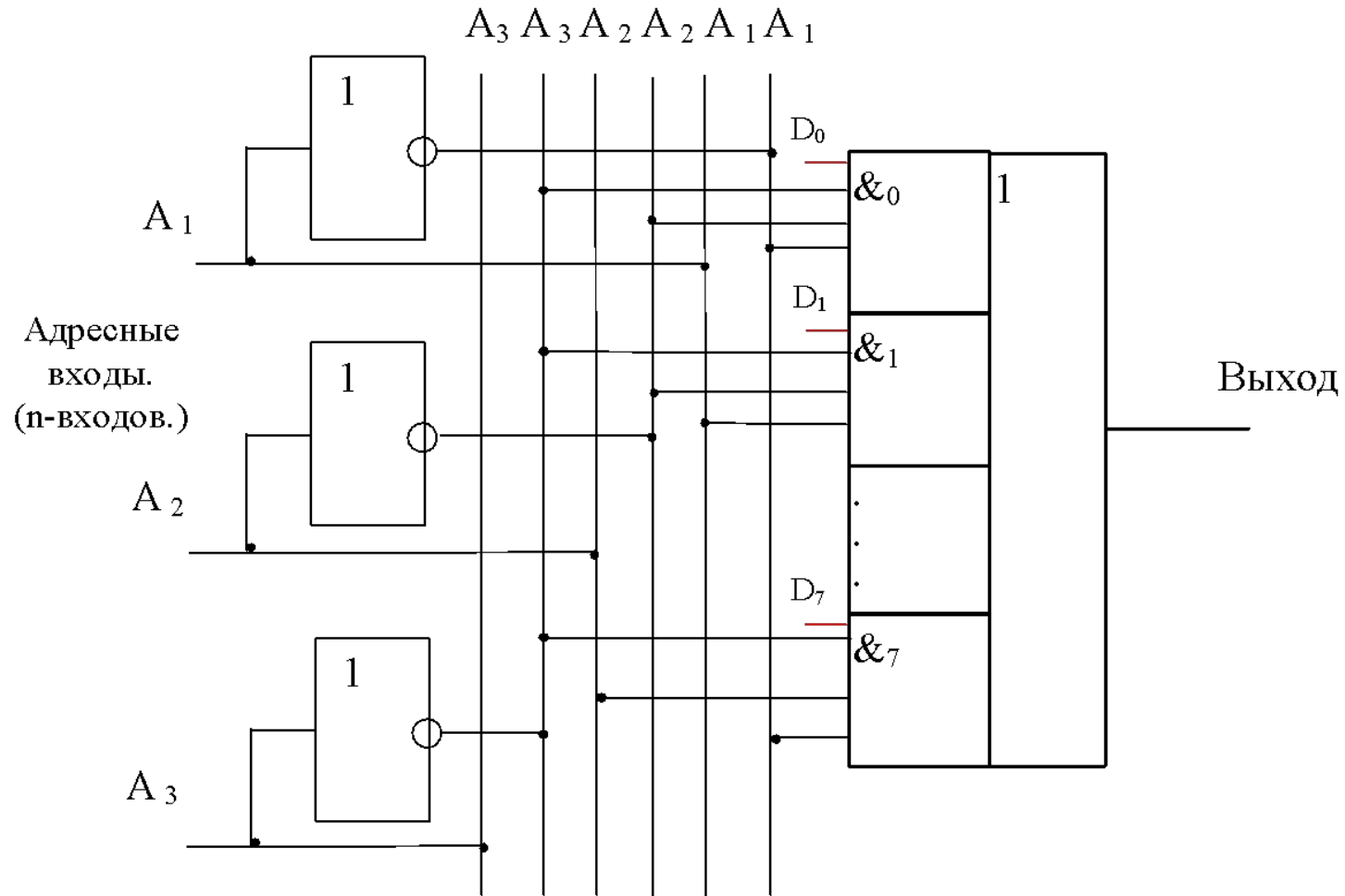
$D_i$  - информационный  
ВХОД

$A_i$  - разрешающий  
ВХОД.

## Принцип действия мультиплексоров.

Мультиплексор работает по тому же принципу, что и поворотный переключатель, положение которого определяется цифровым кодом адреса входа

# Схема мультиплексора



На рисунке:

$A_1$ - $A_3$  - адресные входы (их количество -  $n$ ).

$D_0$ - $D_7$  - информационные входы (их количество -  $2^n$ ).

# Работа мультиплексора

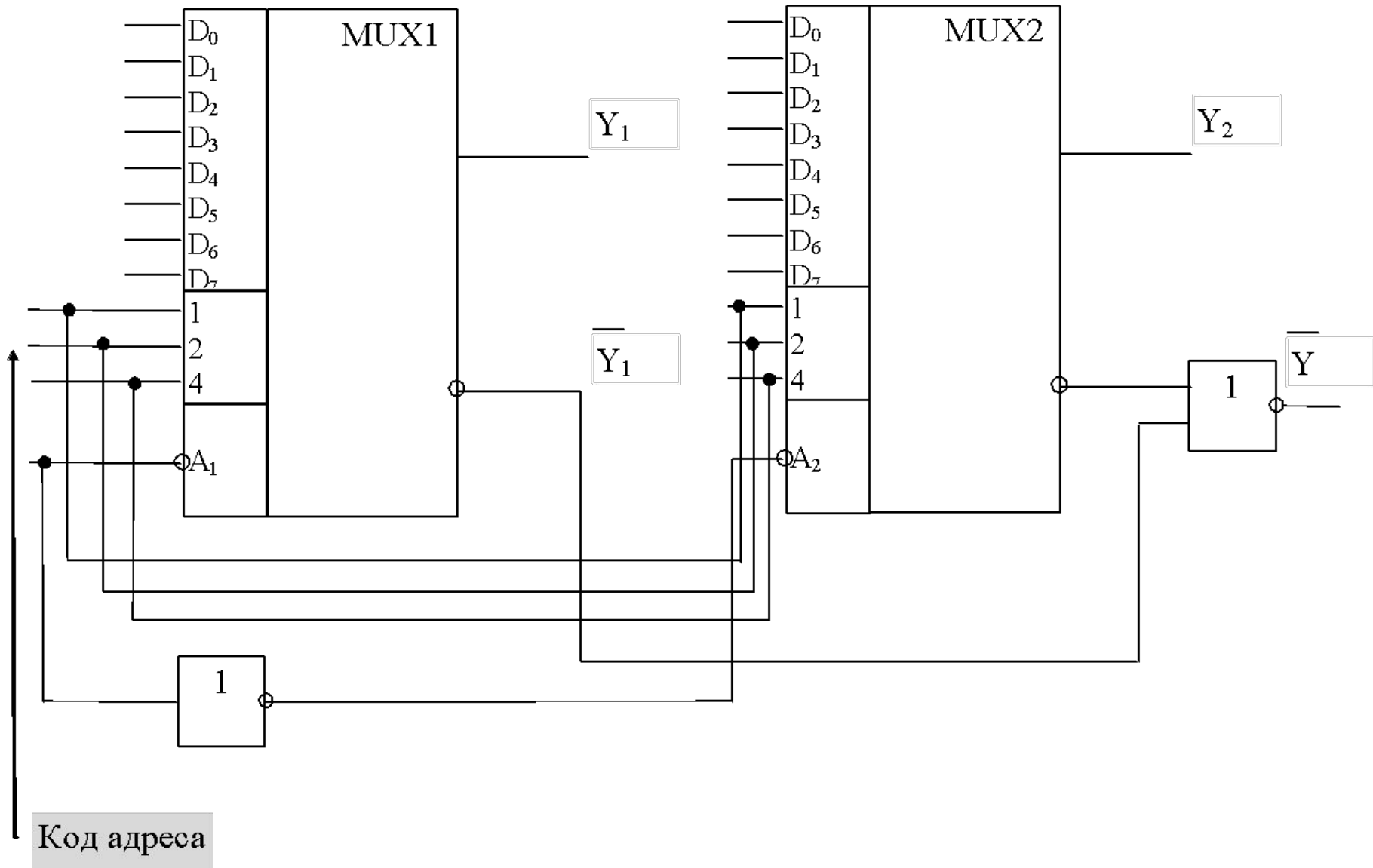
На адресные входы поступает трёхэлементный цифровой код, полное число комбинаций которых равно 8.

Код 111 обеспечивает соединение выходов со входом  $D_7$ , код 110- со входом  $D_6$  и т.д.

Наличие входов стробирования  $A$  позволяет увеличить число информационных входов до 16, как это реализовано в составном мультиплексоре



# Схема составного мультиплексора



# Схема составного мультиплексора

Старший разряд 4-х разрядного кода адреса подаётся на вход А MUX1 и, через инвертор, на вход А MUX2.

Коды первых 8 адресов от 0000 до 0111 с «0» в старшем разряде блокируют MUX2. В результате осуществляется коммутация первых восьми каналов к выходу Y1.

Коды 1000 и 1111 с «1» в старшем разряде блокируют мультиплексор MUX1 и осуществляют коммутацию каналов 8-15 к выходу Y2. На общий выход  $Y=Y1+Y2$  поступают сигналы с инвертирующих выходов мультиплексоров MUX1 и MUX 2.

# Основные понятия и определения

Демультимплексор - цифровое функциональное устройство, коммутирующее информационные сигналы со входа на выходы (аналогично дешифратору).

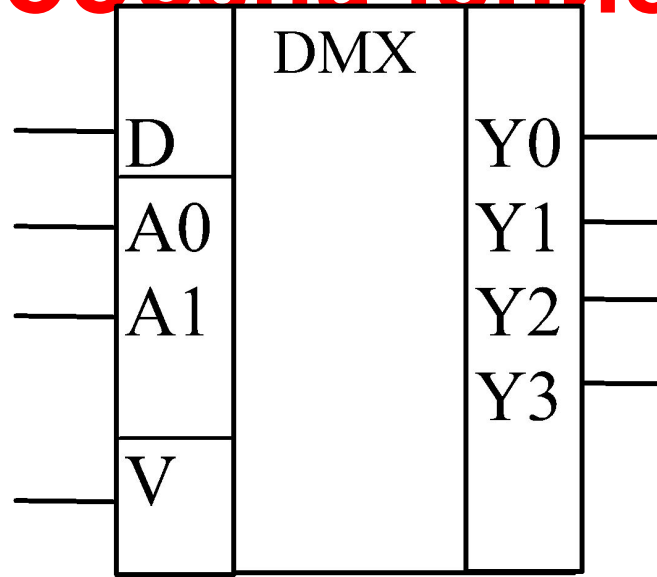
Демультимплексоры предназначены для последовательного распределения по выходу сигналов, поступающих на его вход.

## Классификация демультимплексоров.

1. По числу разрядов:
  1. 8-разрядные;
  2. 16-разрядные.

# Условное графическое

## обозначение



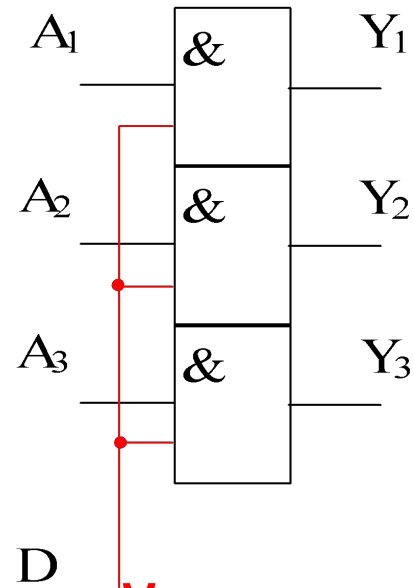
Как демультиплексор используют дешифратор, если на один из его разрешающих входов подавать 1 или 0.

(К155ИД3: Д - дешифратор 4\*16.

КР 531 ИД 7 - Д - дешифратор 3\*8)

# Устройство демультимплексора

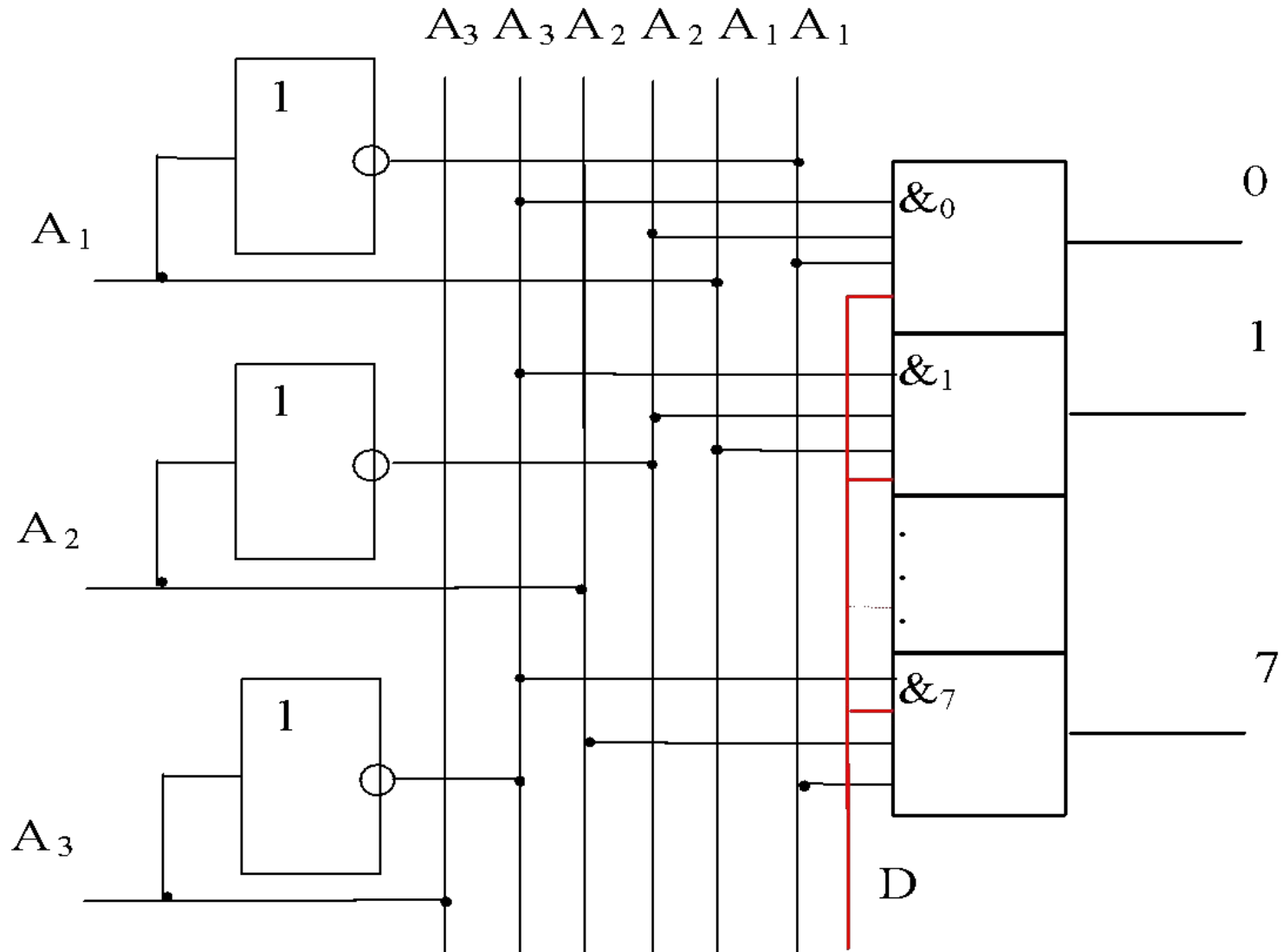
В основе построения лежит коммутатор, который распределяет входные сигналы на выход 1, затем на выход 2 и т.д.



## Принцип действия демультимплексора.

Демультимплексоры работают аналогично переключателю поворотного типа, положение которого определяется кодом адреса выхода

# Схема демультиплексора



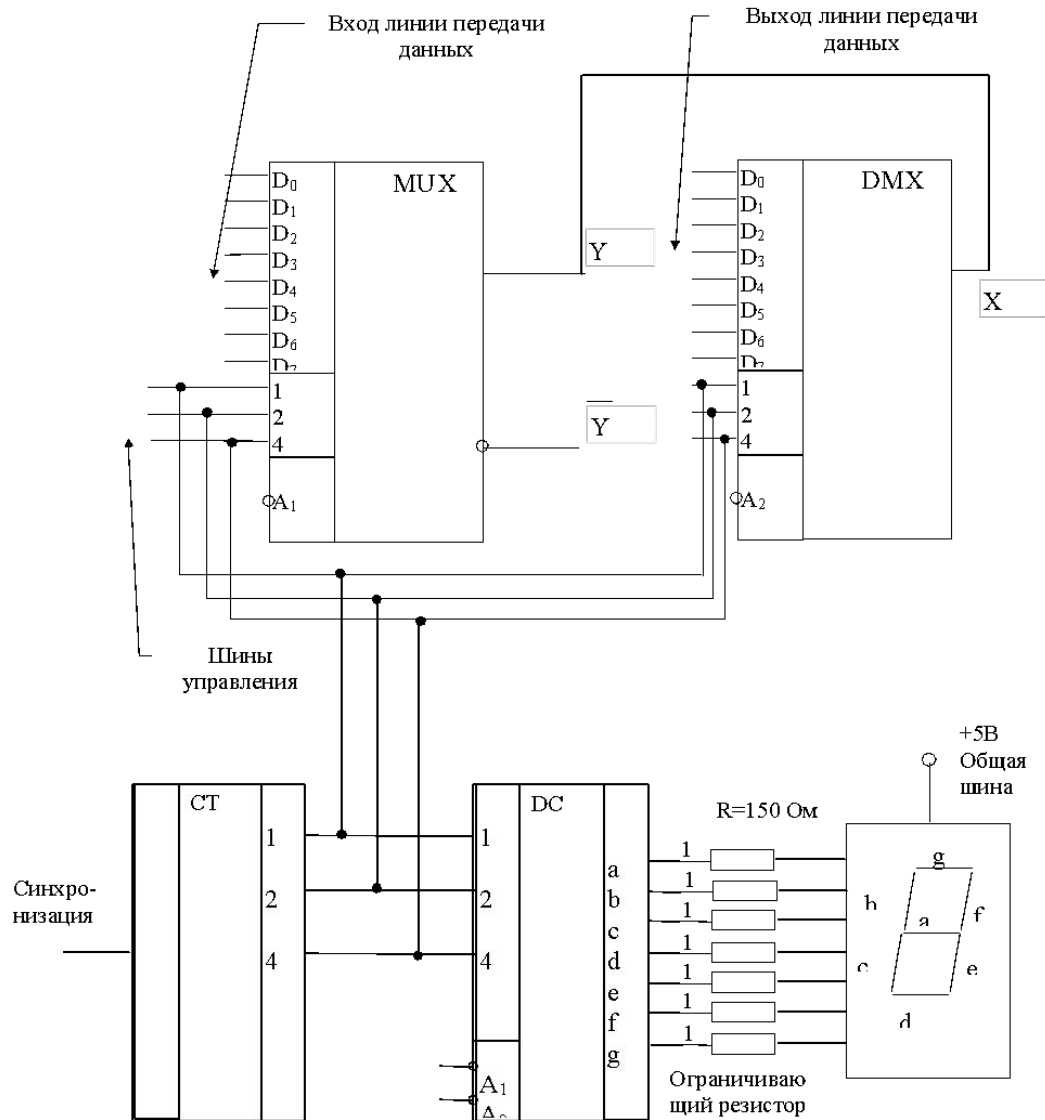
# Работа демультимплексора

При подаче на адресные шины кода адреса сработает тот элемент “И”, на который подаётся "1" соответствующего разряда. Элемент, на вход которого подаётся “0”, выдаёт на выходе "0".

# Мультиплексоры и демультиплексоры

## демультиплексоров

Мультиплексоры и демультиплексоры применяются в линиях передачи данных по телефонным линиям и кабелям.





# Вывод по 2 вопросу

1. Для согласования линий связи и передачи много разрядных чисел по одному каналу служат мультиплексоры. Обратную функцию выполняют демультиплексоры.

# 3. Устройства сравнения

## определения

Компаратор сигналов (устройство сравнения) – это устройство предназначенное для сравнения между собой двух или нескольких сигналов по значениям тех или иных сигнальных параметров

## Классификация компараторов.

1. По форме обрабатываемого сигнала:

аналоговые компараторы;

цифровые компараторы.

2. По принципу действия:

для сравнения однополярных сигналов;

для сравнения разнополярных сигналов;

помехоустойчивые (регенеративные).

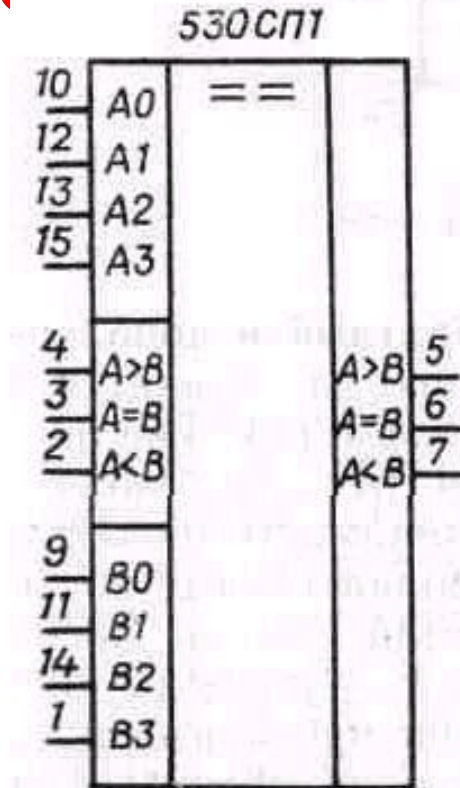
3. По виду обрабатываемого сигнала:

амплитудные компараторы напряжений;

частотные компараторы;

фазовые компараторы.

# Условное графическое обозначение



Цифровые компараторы выпускаются промышленностью в сериях ИС. К таковым относят 134СП1, 530СП1, К155СП1 и др.

С – компаратор

П - прочее

# Принцип действия компаратора.

Принцип действия основан на следующем: в момент равенства входных сигналов выходной сигнал компаратора изменяется скачком. При этом формируется перепад от одного уровня выходного напряжения к другому.

Критерием равенства чисел является совпадение их по всем разрядам. На выходе компаратора устанавливается единица, если оба числа равны, и 0 – в противном случае.

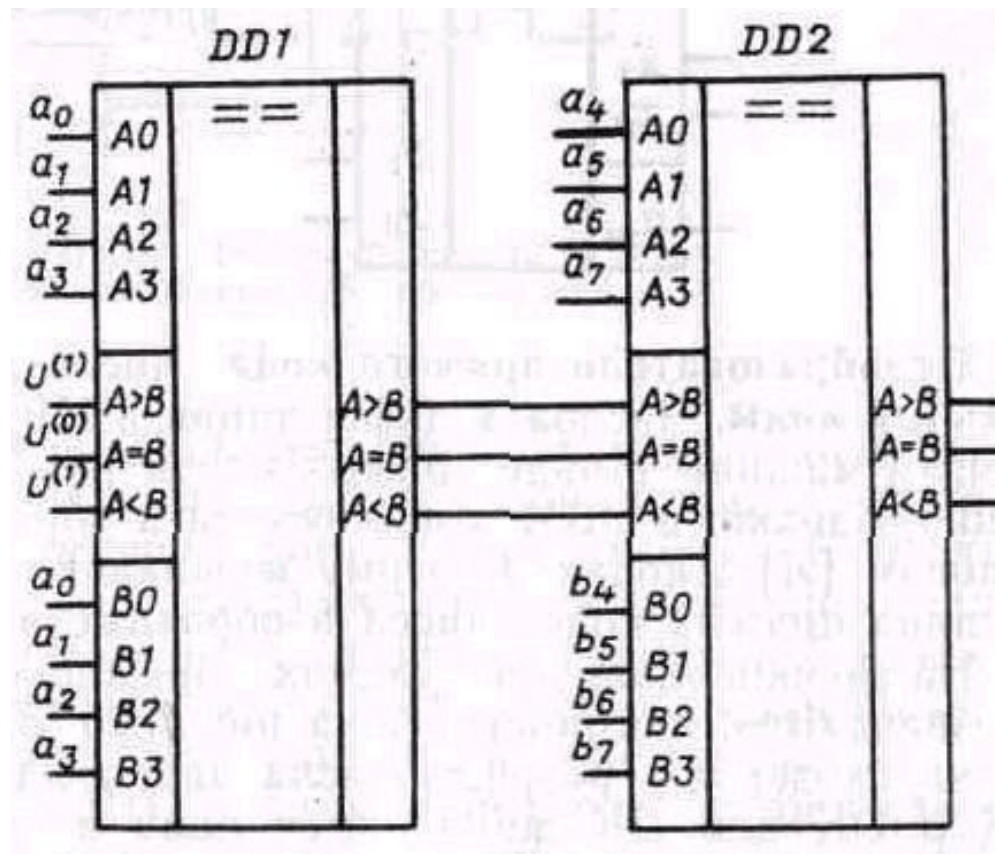
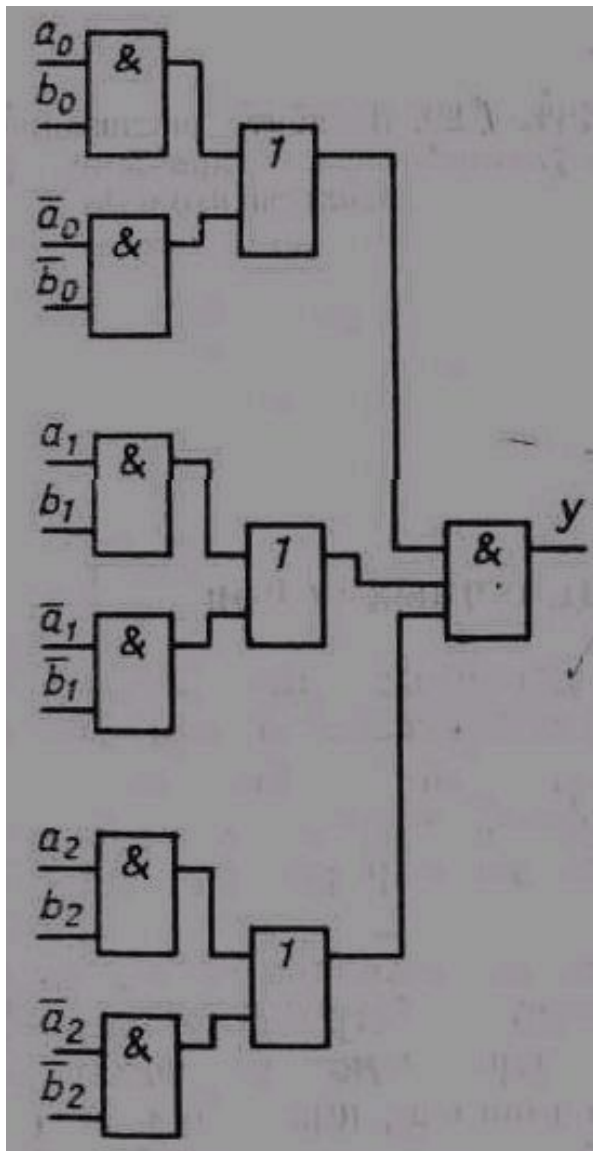
# Схема компаратора

$a_n$	$b_n$	$y$
1	1	1
0	0	1
0	1	0
1	0	0

Согласно таблицы истинности, можно записать ПФ, описывающую функционирование схемы сравнения двух трехразрядных двоичных кодов в виде:

$$y = (a_2 b_2 + \overline{a_2} \overline{b_2}) (a_1 b_1 + \overline{a_1} \overline{b_1}) (a_0 b_0 + \overline{a_0} \overline{b_0})$$

# Схема цифрового компаратора



# Применение компараторов

Цифровые компараторы применяются для сравнения двоичных кодов чисел в специальной аппаратуре: радиоприемных устройствах, в аппаратуре засекречивания, в аппаратуре анализа сигналов и т.п.



# Вывод по 3 вопросу

1. Устройства сравнения (компараторы) сравнивают уровни напряжений, при этом, выходной сигнал изменяется скачком

# Заключение

1. Шифратор - устройство, предназначенное для преобразования управляющих сигналов в двоичное число.
2. Дешифратор - функциональное цифровое устройство, предназначенное для преобразования кодов из одного вида в другой
3. Для согласования линий связи и передачи много разрядных чисел по одному каналу служат мультиплексоры. Обратную функцию выполняют демultipлексоры.
4. Устройства сравнения (компараторы) сравнивают уровни напряжений, при этом, выходной сигнал изменяется скачком