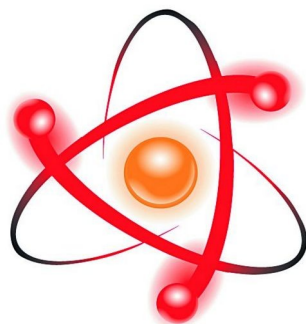


НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»

МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ



РТЦУЛ-16

**ИЗУЧЕНИЕ ДЕШИФРАТОРА И ШИФРАТОРА КОДА.
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС (С
ВЫВОДОМ ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЙ ПЭВМ)**

Тула, 2011 г

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА.

ИЗУЧЕНИЕ ДЕШИФРАТОРА И ШИФРАТОРА КОДА. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС (С ВЫВОДОМ ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЙ ПЭВМ)

Цель работы: изучить назначение, принципы построения и структуры шифраторов и дешифраторов.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ.

Цифровые устройства последовательного типа.

В повседневной жизни для представления чисел мы пользуемся исключительно десятичным кодом. В цифровых электронных схемах микрокалькуляторов или ЭВМ для представления чисел по большей части применяется двоичный код. В цифровой электронике применяется, кроме того, много других специальных кодов для представления чисел и даже букв алфавита. В цифровой электронике находят широкое применение электронные преобразователи одних кодов в другие.

Практически все цифровые схемы (в микрокалькуляторах и ЭВМ) «понимают» только двоичные числа. Большинство людей, однако, понимают лишь десятичную систему счисления. Таким образом, необходимо иметь специальные электронные устройства, которые могли бы преобразовывать десятичные числа в двоичные и обратно.

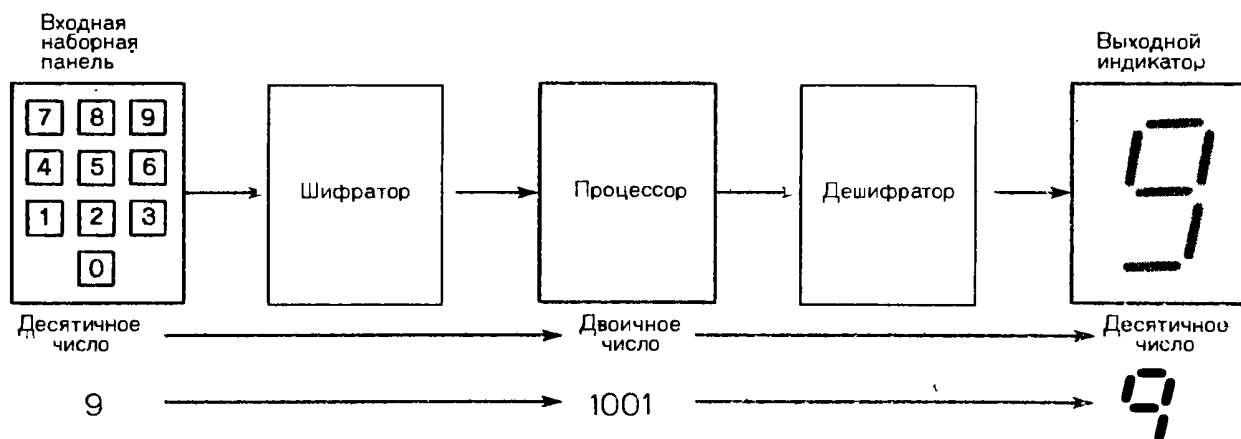


Рис.1.1. Система, в которой используются шифратор и дешифратор.

На рис. 1.1 показана типичная система,, которая реализует перевод десятичных чисел в двоичные и двоичных чисел в десятичные. **Устройство, переводящее десятичные числа, набранные на клавиатуре, в двоичные числа, называется шифратором, а устройство, преобразующее двоичные числа в десятичные, называется дешифратором.**

В нижней части рис. 1.1 проиллюстрирована операция преобразования

конкретного числа. Когда вы нажмете на клавиатуре кнопку с десятичным числом 9, шифратор переведет это число в двоичное число 1001. Дешифратор переведет двоичное число 1001 обратно в десятичное число 9 и передаст его на выходной индикатор.

Электронные схемы шифраторов и дешифраторов широко используются во всех цифровых устройствах. В каждом карманном микрокалькуляторе, например, должны быть шифраторы и дешифраторы для автоматического перевода десятичных чисел в двоичные и наоборот. На рис. 1.1, следовательно, отображена в самом общем виде блок-схема карманного микрокалькулятора. Когда вы нажимаете на его клавиатуре кнопку с числом 9, оно тут же высвечивается на выходном индикаторе.

В настоящее время в продаже имеются шифраторы и дешифраторы, способные преобразовывать данные, представленные в любых общепотребительных кодах. Большинство шифраторов и дешифраторов, которые вам придется использовать, выполнены в виде отдельных интегральных схем.

Двоично-десятичный код 8421.

Каким образом можно представить десятичное число 926 в двоичной форме? Другими словами, как вы преобразовали бы число 926 в двоичное число 1110011110? Преобразование этого числа из десятичной системы в двоичную можно осуществить следующим способом:

$926 \div 2 = 463$ с остатком	0	разряд с весом 1
$463 \div 2 = 231$ с остатком	1	разряд с весом 2
$231 \div 2 = 115$ с остатком	1	разряд с весом 4
$115 \div 2 = 57$ с остатком	1	разряд с весом 8
$57 \div 2 = 28$ с остатком	1	разряд с весом 16
$28 \div 2 = 14$ с остатком	0	разряд с весом 32
$14 \div 2 = 7$ с остатком	0	разряд с весом 64
$7 \div 2 = 3$ с остатком	1	разряд с весом 128
$3 \div 2 = 1$ с остатком	1	разряд с весом 256
$1 \div 2 = 0$ с остатком	1	разряд с весом 512

Полученное двоичное число 1110011110 большинству из нас мало что говорит. Код, в котором двоичная система счисления используется несколько иным образом, чем в предыдущем примере, называется двоично-десятичным кодом 8421. Именно этот код часто имеют в виду, когда говорят просто о двоично-десятичном коде. Преобразование десятичного числа 926 в этот код проиллюстрировано на рис. 1.2. В результате получено число 1001 0010 0110 в коде 8421.

Обратите внимание на то, что на рис. 1.2 каждая группа из четырех двоичных цифр (тетрада) представляет соответствующую десятичную цифру. Правая группа 0110 соответствует значению разряда с весом 1 в десятичном числе, средняя группа 0010 дает значение разряда с весом 10, а расположенная слева тетрада 1001 представляет значение разряда с весом 100 в том же самом десятичном числе.

Рис. 1.2 Преобразование десятичного числа в код 8421.

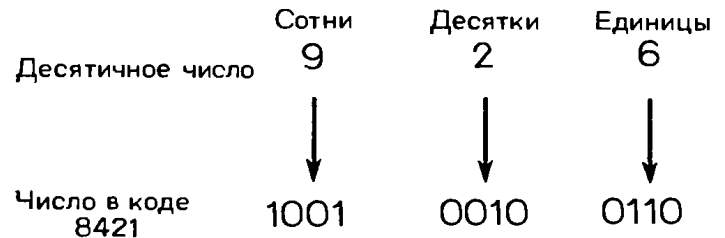
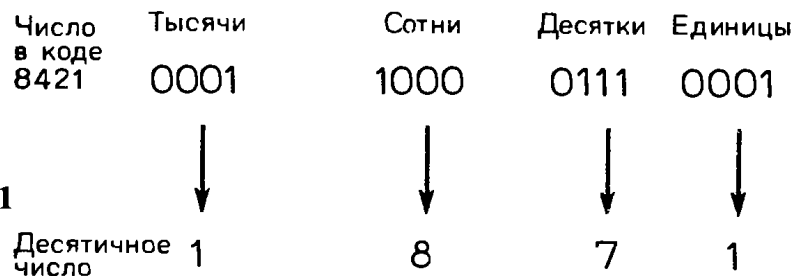


Рис. 1.3 Преобразование чисел из кода 8421 в десятичные.



Представьте, что вам дано число 0001 1000 0111 0001, записанное в коде 8421. Какому десятичному числу оно соответствует? На рис. 1.3 показано, каким образом перевести число из двоично-десятичного кода в десятичный. Согласно правилам такого преобразования, находим, что число 0001 1000 0111 0001 эквивалентно десятичному числу 1871. В коде 8421 никогда не используются следующие группы из четырех двоичных цифр: 1010, 1011, 1100, 1101 1110, 1111. Эти числа в указанном коде запрещены. Код 8421 очень широко применяется в цифровых системах. Как мы уже отмечали, его часто называют просто двоично-десятичным кодом. Здесь, однако, следует соблюдать определенную осторожность, поскольку существуют двоично-десятичные коды и с другими весами числовых разрядов, например код 4221 и так называемый код с избытком 3.

Шифратор.

Шифратором (кодером) называется устройство, преобразующее сигнал логической 1 на одном из входов в соответствующую кодовую комбинацию на выходах (фактически шифратор осуществляет преобразование кода из десятичного в двоичный). Шифраторы используют, например, для ввода информации в цифровые системы. В таких устройствах при нажатии выбранной клавиши подается сигнал на определенный вход шифратора, и на его выходе появляется двоичное число, соответствующее данной клавише.

Для синтеза шифратора строится таблица истинности (ТИ), на основании которой получают аналитические зависимости выходов от входов. Затем выражения преобразовывают (если надо) к требуемому базису и строят схему.

П р и м е р. Необходимо построить шифратор (Ш) для перевода десятичных чисел от 3 до 9 в двоичный код 8421 (таблица 1.1) в базисе ИЛИ-НЕ.

Таблица 1.1. Примеры различных двоичных кодов.

Десятич- ные цифры	Двоичные коды					
	8421	2421	2 из 5	с избытком 3	3a+2	7421
0	0000	0000	11000	0011	00010	0000
1	0001	0001	01100	0100	00101	0001
2	0010	0010	00110	0101	01000	0010
3	0011	0011	00011	0110	01011	0011
4	0100	0100	10001	0111	01110	0100
5	0101	1011	10100	1000	10001	0101
6	0110	1100	01010	1001	10100	0110
7	0111	1101	00101	1010	10111	1000
8	1000	1110	10010	1011	11010	1001
9	1001	1111	01001	1100	11101	1010

Для этого построим таблицу истинности:

Таблица 1.2. Таблица истинности шифратора

Входы	Выходы (код 8421)			
	X4	X3	X2	X1
Y=3	0	0	1	1
Y=4	0	1	0	0
Y=5	0	1	0	1
Y=6	0	1	1	0
Y=7	0	1	1	1
Y=8	1	0	0	0
Y=9	1	0	0	1

Записываем выражения дизъюнктивно нормальной формы (ДНФ) каждого из выходов путем сложения тех аргументов, на которых выход будет находиться в состоянии 1:

$$X4 = Y8 \vee Y9; \quad X3 = Y4 \vee Y5 \vee Y6 \vee Y7; \quad X2 = Y3 \vee Y6 \vee Y7; \quad X1 = Y3 \vee Y5 \vee Y7 \vee Y9.$$

Затем преобразуем выражения к базису ИЛИ-НЕ по закону двойного отрицания:

$$X4 = \overline{\overline{Y8 \vee Y9}} = \overline{Y8 \downarrow Y9}; \quad X3 = \overline{\overline{Y4 \vee Y5 \vee Y6 \vee Y7}} = \overline{Y4 \downarrow Y5 \downarrow Y6 \downarrow Y7};$$

$$X2 = \overline{\overline{Y3 \vee Y6 \vee Y7}} = \overline{Y3 \downarrow Y6 \downarrow Y7}; \quad X1 = \overline{\overline{Y3 \vee Y5 \vee Y7 \vee Y9}} = \overline{Y3 \downarrow Y5 \downarrow Y7 \downarrow Y9}$$

и строим схему (рисунок 1.4).

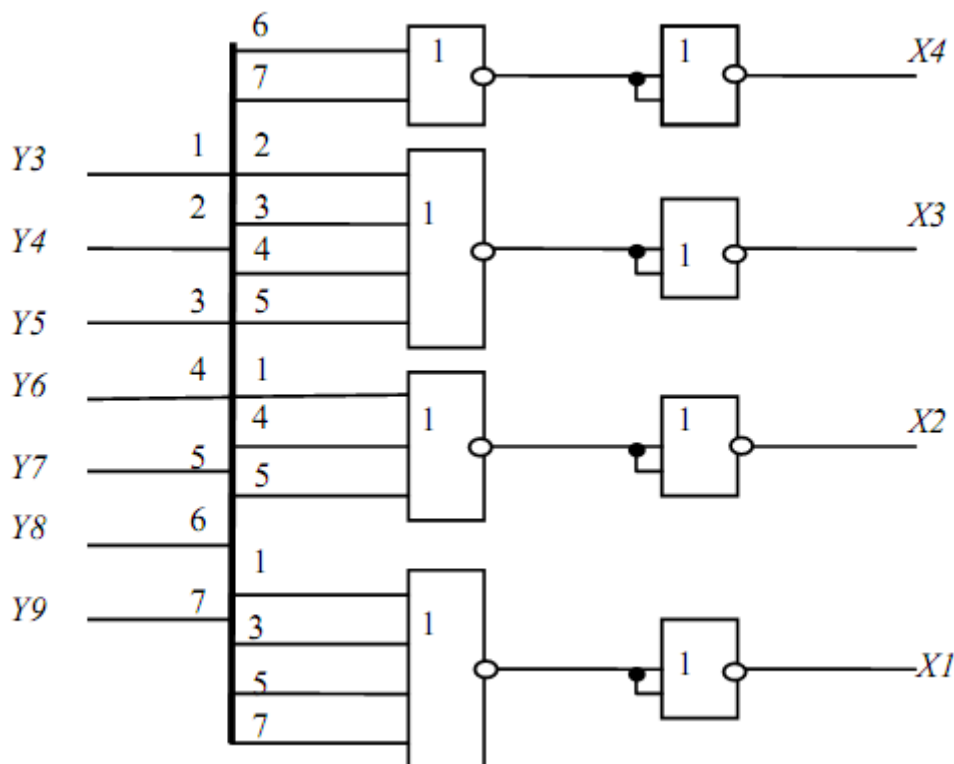


Рис.1.4. Схема шифратора в базисе ИЛИ-НЕ

При подаче сигнала на один из n входов (обязательно на один, не более) на выходе появляется двоичный код номера активного входа. Шифратор обычно изображается на схемах так, как это представлено на рисунке 1.5. В качестве примера шифраторов можно назвать такие микросхемы отечественного производства как К555ИВ1 и К555ИВ3.

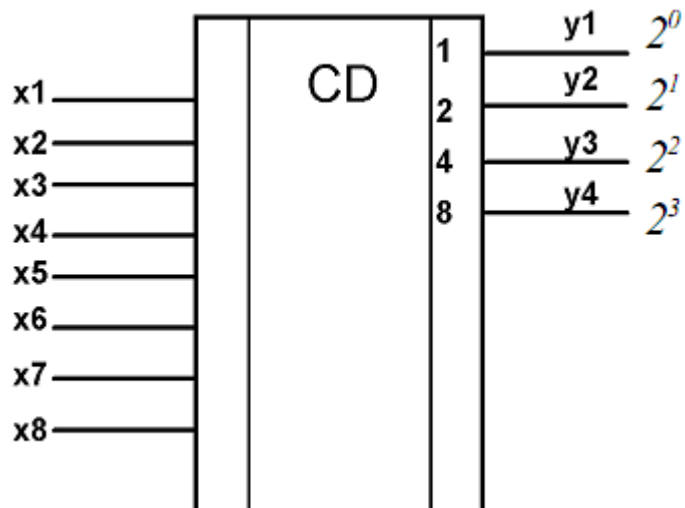


Рис. 1.5 Шифратор трехразрядный.

Шифратор, исследуемый в данной работе представляет собой близкий аналог микросхемы К555ИВ1, имеет восемь информационных входов и четыре выхода.

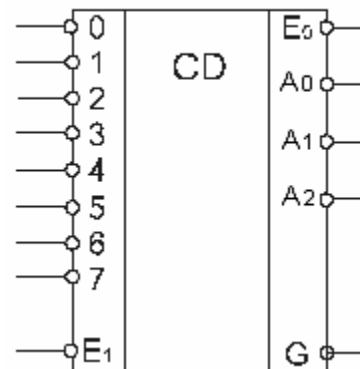


Рис. 1.6. Шифратор К555ИВ1.

Дешифратором (декодером) называется устройство, распознающее различные кодовые комбинации, т. е. преобразующее двоичное число в сигнал логической единицы на одном из выходов, соответствующем десятичной цифре поданной на вход двоичной комбинации. Число входов дешифратора определяется числом символов кодовой комбинации n , а число выходов $m = 2^n$.

Дешифраторы, подобно шифраторам, являются комбинационными логическими схемами с несколькими входами и выходами. Большинство дешифраторов содержит от 20 до 50 логических элементов. В большинстве случаев шифраторы и дешифраторы выполняются в корпусах ИС отдельно.

Данный элемент обычно изображается на схемах так, как это представлено на рисунке 1.7. На вход дешифратора подается двоичное число, имеющее N двоичных разрядов (не менее двух). Для этого дешифратор имеет N специальных входов. Дешифратор так же имеет несколько выходов. Их количество никогда не превышает **2 в степени N**. Выходной сигнал появляется лишь на том выходе дешифратора, номер которого соответствует двоичному числу на его входе. Рассмотрим это подробнее на примере. На рис. 1.8. приведена внутренняя схема дешифратора формата 2/4 (то есть два входа, четыре выхода).

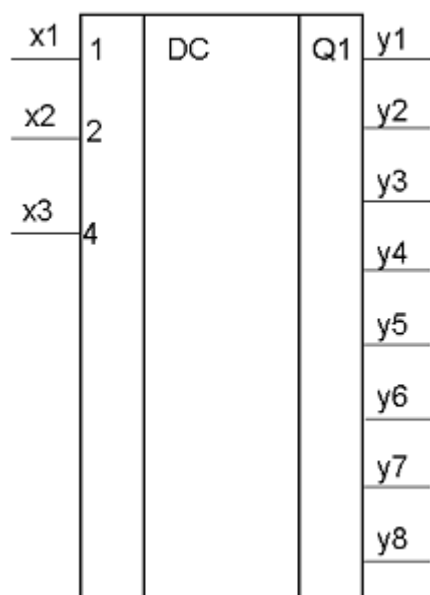


Рис. 1.7. Дешифратор трехразрядный.

Это минимальный дешифратор (меньше двух входов быть не может). На вход **D0** подается младший разряд двух разрядного двоичного числа, а на вход **D1** - старший разряд. Внутри дешифратора каждый из входных сигналов инвертируется. В результате получаются четыре сигнала: два прямых и два инвертированных. Затем эти сигналы подаются на выходные элементы "2И-НЕ" (**D3 - D6**). На каждый выходной элемент приходит один сигнал от **D0**, и один от **D1**, но каждый из них либо прямой, либо инверсный. Разводка сигналов сделана так, что при нужном сочетании сигналов на входе дешифратора на обоих входах соответствующего выходного элемента присутствуют логические

единицы.

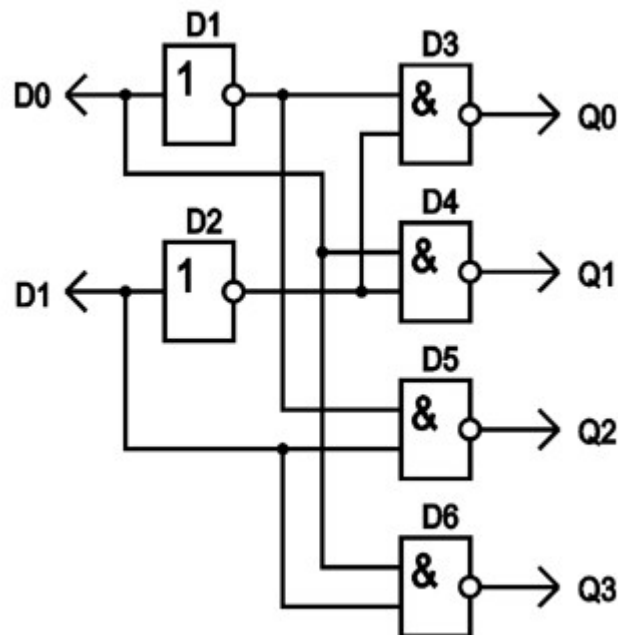


Рис. 1.8. Внутренняя схема дешифратора 2/4

Результат работы такого дешифратора хорошо понятен из его таблицы истинности:

D1	D0	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	1	1	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1

Посмотрим внимательно на таблицу.

1. Сигналы на входах **D0** и **D1** принимают все возможные комбинации значений. Этих комбинаций четыре (**2 в степени 2**). Ровно столько же имеется выходов у дешифратора. Для каждой комбинации - один выход. Такой дешифратор называется полным дешифратором. Если число выходов дешифратора меньше, чем число возможных комбинаций входных сигналов, то такой дешифратор называется неполным.

2. Если на входы дешифратора подано некое двоичное число, то на том его выходе, номер которого соответствует этому числу, появляется сигнал логического нуля. На остальных выходах устанавливается сигнал логической единицы. Это значит, что рассматриваемый дешифратор имеет инверсные выходы. В общем случае возможен дешифратор с прямыми выходами. У них на всех выходах ноль, а на активном выходе единица. Но так уж сложилось, что на практике применяются исключительно дешифраторы с инверсными выходами.

Реальные микросхемы дешифраторов строятся по несколько более сложной схеме. По сложившейся традиции цифровые микросхемы имеют не менее 14 выводов. Делать микросхемы с неиспользуемыми выводами - недопустимое расточительство. Поэтому разработчики дешифраторов стараются максимально рационально использовать все имеющиеся выводы. В случае разработки микросхем, реализующих простые логические элементы, в каждый корпус помещают несколько элементов (обычно однотипных). В случае дешифраторам похожая картина. На рис. 1.9 изображено условное обозначение микросхемы К155ИД4 и схема ее внутреннего устройства.

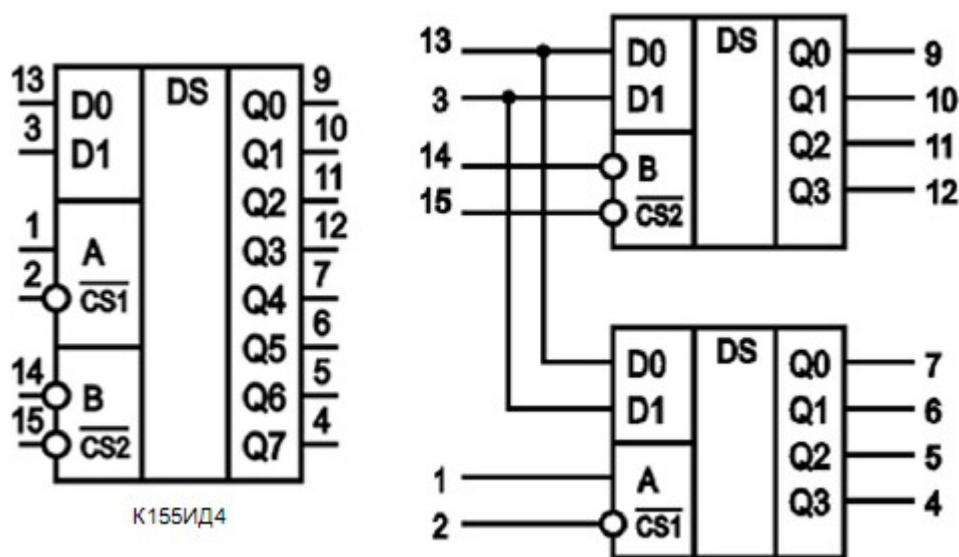


Рис. 1.9. Внутренняя схема дешифратора 2/4

Микросхема содержит два дешифратора формата 2/4. У каждого из них кроме основного входа выбора элемента имеется дополнительный вход выбора. Причем, если у одного из встроенных дешифраторов дополнительный вход выбора прямой а основной инверсный, то у другого оба входа выбора инверсные. Для того, что бы активизировать верхний по схеме дешифратор, нужно на оба входа (выв. 14 и 15) одновременно подать сигнал логического нуля. Для активизации нижнего по схеме дешифратора на вход **A** (выв. 1) нужно подать сигнал логической единицы, а на вход **CS1** (выв. 2) - сигнал логического нуля.

Такое построение микросхемы позволяет использовать входящие в нее два дешифратора не только независимо друг от друга, но и составлять из них более сложный дешифратор формата 3/8. Схема включения в этом режиме показана на рис. 1.10.

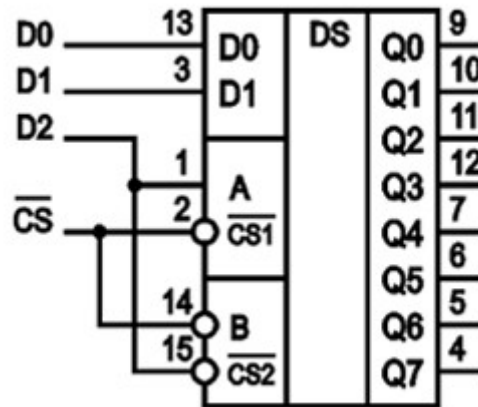


Рис. 1.10. Дешифратор 3/8 на К155ИД4

Сигнал, поступающий на вход D2 схемы всегда включает один из дешифраторов и выключает другой. Поэтому при низком уровне сигнала на входе D2 работают выходы Q0 - Q3, а при высоком уровне на D2 работают выходы Q4 - Q7.

Дешифраторов с более, чем тремя входами данных, выполненных в виде отдельных микросхем, практически не производят, так как они имели бы недопустимо большое количество выводов. Однако наличие входов выбора микросхемы позволяет каскадировать дешифраторы.

Дешифратор, исследуемый в данной работе представляет собой близкий аналог микросхемы К155ИД4, имеет три входа и семь выходов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

Приборы и оборудование.

Эксперимент выполняется на комбинированном лабораторном комплексе РТЦУЛ-16К, имеющим сопряжение с ПЭВМ. Все параметры эксперимента, установленные и измеренные значения параметров выводятся в соответствующие окна программы-оболочки для работы с установкой – LabVisual 2.5 и дублируются на ЖКД LCD дисплее учебной установки.

Эксперимент состоит из двух частей. При помощи кнопок «РЕЖИМ РАБОТЫ», расположенных на передней панели лабораторного модуля имеется возможность выбрать необходимый опыт: 1) ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ДЕШИФРАТОРА 2) ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ШИФРАТОРА.

Остановка эксперимента и выход в главное меню осуществляется с помощью кнопки «ESC» на передней панели лабораторного модуля либо кнопки «ГЛАВНОЕ МЕНЮ» в окне программы-оболочки LabVisual 2.5. Для надежного срабатывания кнопки необходимо удерживать нажатой в течение ~1 – 2 секунд.

Сигнальные светодиоды служат для индикации логического состояния входов и выходов каждой исследуемой микросхемы.

Учебная установка конструктивно состоит из БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ, имеющего выход к USB порту компьютера. Все элементы лабораторного модуля выполнены в виде единого блока и в процессе эксплуатации не требуют вмешательства пользователя.

Принципиальные электрические схемы экспериментов представлены на рис. 2.2 — 2.3.

Программная часть. Подготовка к работе.

Для сопряжения работы учебной установки с персональным компьютером используется специально разработанный протокол передачи данных LabVisual, разделяющий байты управления и байты данных. Для визуализации принятых данных служит программа-оболочка LabVisual для РТЦУЛ-16. Установка подключается к USB порту компьютера при помощи специального соединительного кабеля.

Программа LabVisual может успешно работать как на компьютерах под управлением ОС Windows так и на компьютерах под управлением ОС Linux при помощи эмулятора среды окружения VirtualBox. На прилагаемых дисках в соответствующих папках содержатся сборки программ для установки и работы в этих операционных системах.

Подробная инструкция по установке среды LabVisual 2.5 содержится в прилагаемом руководстве к программе.

В комплекте с лабораторной установкой поставляется ПЭВМ с предустановленным дистрибутивом среды LabVisual 2.5 и установленным и настроенным программным обеспечением (всё предустановленное программное обеспечение поставляется согласно лицензии GNU GPL v2 и является свободным и бесплатным, если не оговорено обратное; подробно см. п. 1.1 и пп. 4 — 5 Руководства к среде LabVisual 2.5).

После загрузки программной среды (~ 1 мин.) автоматически запуститься программа оболочка LabVisual для работы с экспериментальной установкой. Если программа не запустилась автоматически, на виртуальном рабочем столе следует дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на ярлык LabVisual. При этом должно открыться главное окно программы-оболочки LabVisual для работы с экспериментальной установкой (рис. 2.1). Программа LabVisual имеет интуитивно понятный, дружелюбный пользовательский интерфейс.

После включения лабораторной установки в сеть и до выполнения конфигурации USB-передатчика учебного прибора, устройство должно быть отключено от USB – порта ПК до соответствующего приглашения пользователя, высвечиваемого на LCD ЖКД дисплее:

Connecting

После появления данного сообщения на ЖКД LCD дисплее учебного прибора, можно подключить прибор к USB – порту ПК и однократно нажать кнопку «СТАРТ» в программе-оболочке LabVisual (кнопка используется для конфигурации устройства сразу после включения). При этом начнется процесс инициализации прибора. В противном случае, возможна некорректная работа USB протокола и работа устройства.

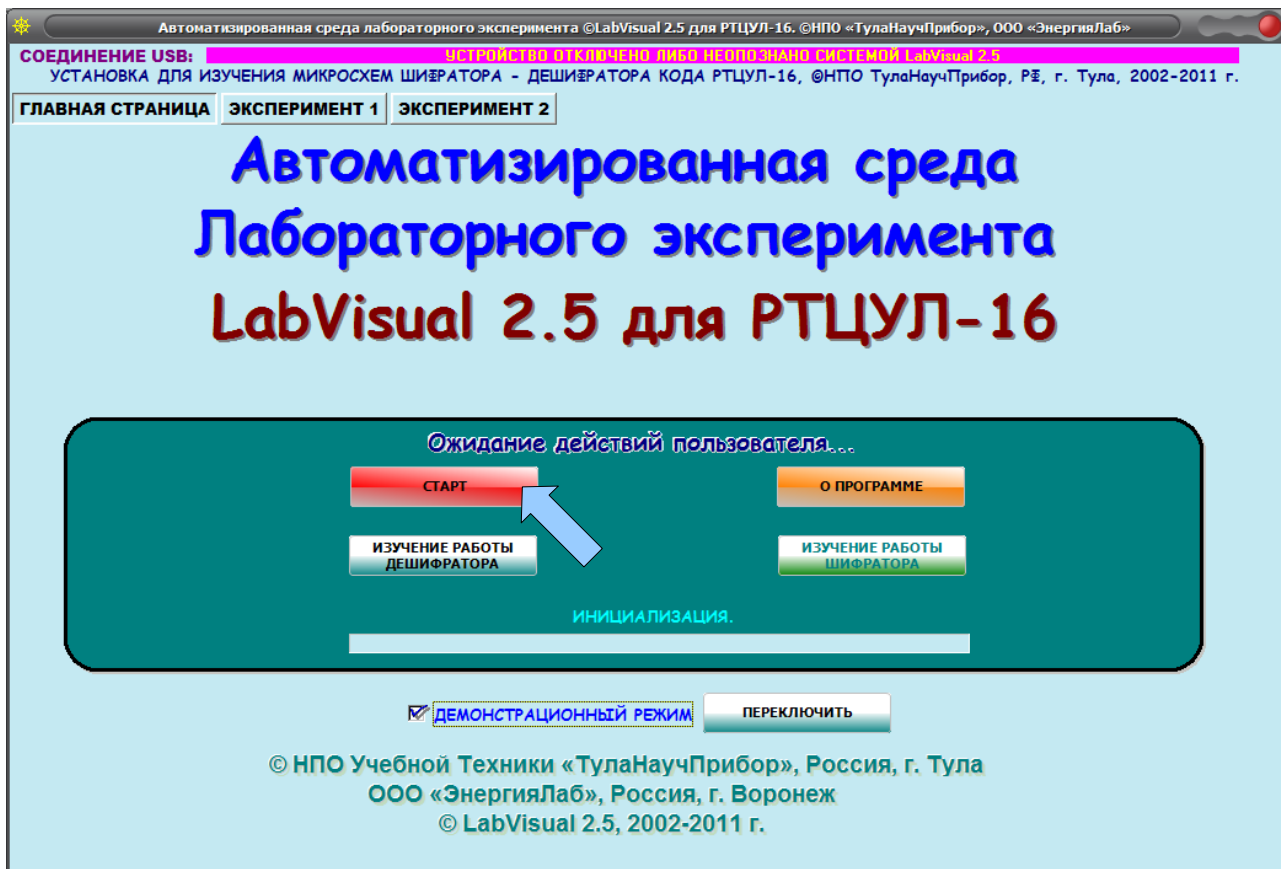


Рис. 2.1. Главное окно программы-оболочки LabVisual для работы с экспериментальной установкой РТЦУЛ-16К.

После соединения прибора с USB – портом ПК и выбора опыта, при запущенной среде LabVisual, необходимая подпрограмма для измерения должна запускаться автоматически. В зависимости от выбранного опыта внешний вид подпрограммы должен соответствовать рис. 2.2 – 2.3.

Для ознакомления с программой в отсутствии учебной установки, можно воспользоваться демонстрационным режимом. Для этого в главном окне программы, **при отключенном от USB-порта ПК приборе**, установите галочку «Демонстрационный режим» и нажмите на кнопку «Переключить». Появится меню, содержащие наименования экспериментов и позволяющее переключаться между ними для ознакомления с интерфейсом программы — оболочки.

Для выхода из демонстрационного режима, в главном окне программы снимите соответствующий флажок и нажмите кнопку «ПЕРЕКЛЮЧИТЬ».

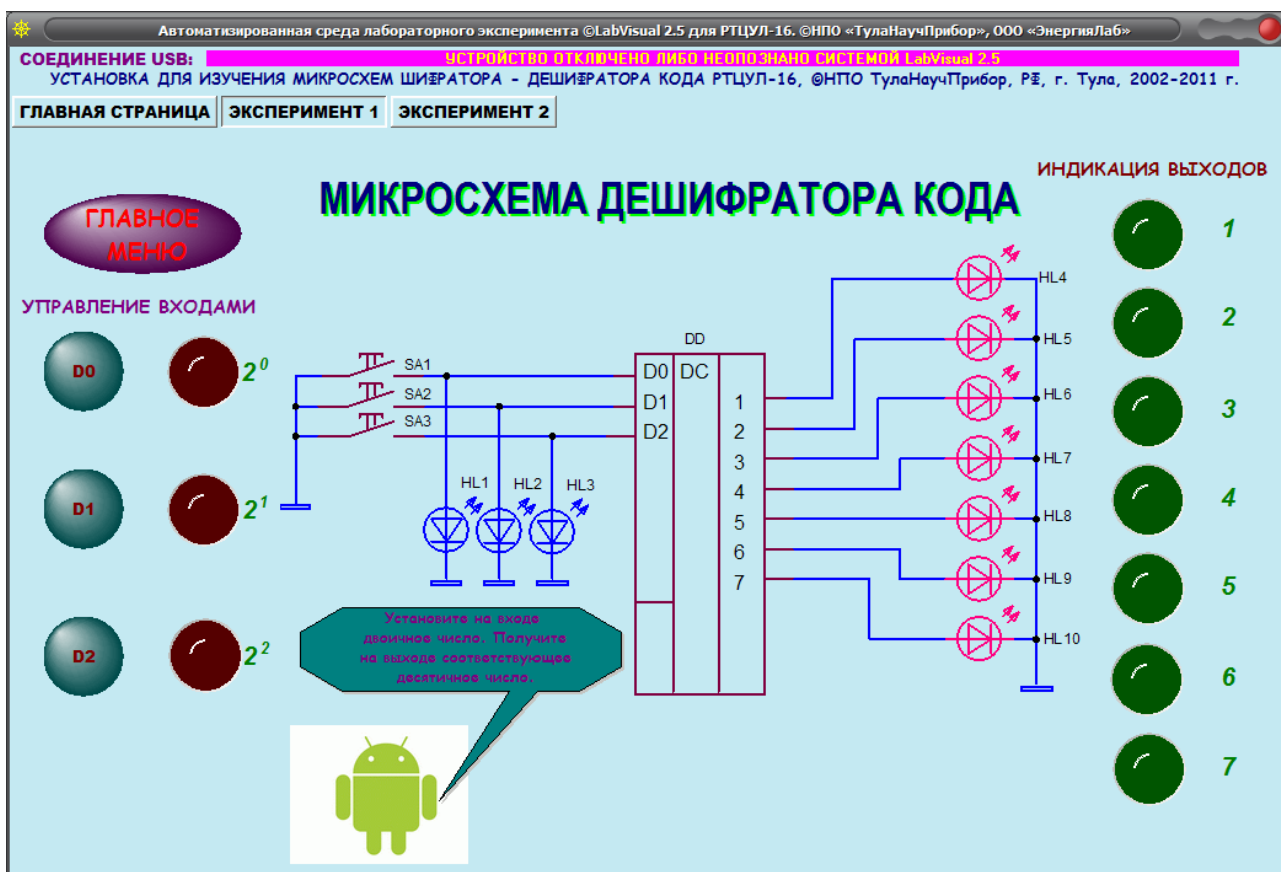


Рис. 2.2. Эксперимент по изучению микросхемы дешифратора кода.

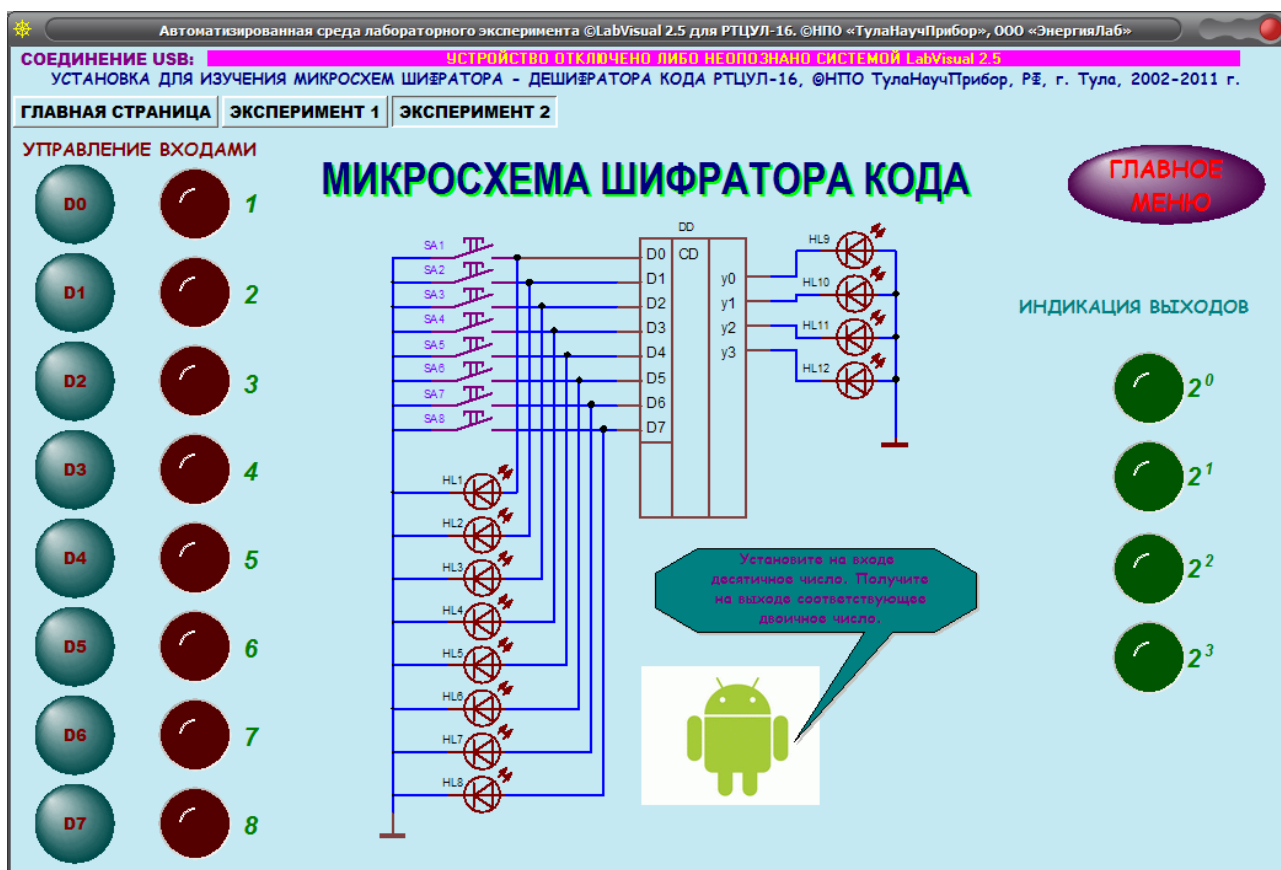


Рис. 2.3. Эксперимент по изучению микросхемы шифратора кода.

Демонстрационный режим доступен только в том случае, если прибор отключен от USB – порта ПК, в противном случае переключение режимов блокируется.

После запуска программы автоматически включается рабочий режим и ожидается подключение к USB-порту ПЭВМ.

В данной версии ПО, среда LabVisual позволяет управлять параметрами эксперимента и учебной установкой непосредственно из окна программы – оболочки рис. 2.2 — 2.3.

Порядок выполнения.

1. Перед включением установки в сеть проверить целостность всех соединительных сигнальных и сетевых проводов. Все работы по подключению комплекса к компьютеру следует выполнять только при отключенных от сети приборах. Разобраться с принципиальными блок-схемами опытов, в назначении кнопок, переключателей и ручек прибора. На данном шаге НЕ подключайте прибор к USB порту ПК.
2. Соединить монитор с системным блоком ПЭВМ, подключить клавиатуру и мышь к системному блоку используя стандартные провода для подключения. Подключить системный блок ПЭВМ и монитор к сети ~220 В.
3. Загрузить операционную систему согласно стандартным процедурам загрузки.
4. При необходимости, настроить компьютер для работы с учебной установкой согласно прилагаемому руководству к среде LabVisual.
5. Запустить программу LabVisual для работы с учебной установкой для данного эксперимента пользуясь ярлыком на рабочем столе либо другим способом, указанным лаборантом.

ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА.

6. Перед началом работы ознакомится с принципиальной схемой учебной установки, разобраться в назначении кнопок и измерительного прибора. Проверить целостность сетевого провода
7. Включить установку в сеть ~220 В с помощью прилагаемого силового сетевого кабеля евро-стандарта. Поставить переключатель «СЕТЬ» на панели учебного модуля в положение «ВКЛ», при этом должен загореться сигнальный индикатор «СЕТЬ».
8. Дождаться появления системного сообщения на ЖКД LCD дисплее прибора, о дальнейшем порядке действий:

Connecting

После появления данного сообщения на ЖКД LCD дисплее учебного прибора, можно подключить прибор к USB – порту ПК и однократно нажать кнопку «СТАРТ» в программе-оболочке LabVisual (кнопка используется для конфигурации устройства сразу после включения). При этом начнется процесс инициализации прибора. В противном случае, возможна некорректная работа USB протокола и работа устройства.

9. Дать установке прогреться в течение трех минут.
10. Приступить к эксперименту по изучению микросхемы дешифратора кода. Для этого нажать на кнопку управления «РЕЖИМ РАБОТЫ. ДЕШИФРАТОР» либо на соответствующую кнопку в главном окне программы LabVisual, при этом на экране ПК должна автоматически запуститься соответствующая подпрограмма для данного эксперимента рис. 2.2.
11. Кнопками управления «УПРАВЛЕНИЕ ВХОДАМИ» подать на входы

D0 – D2 дешифратора двоичное число, и вручную переведя двоичное число на входе в десятичное, убедиться в правильности показания десятичного числа на выходах дешифратора. LCD индикатор на учебной установке показывает десятичные значения двоичного кода числа на входе и выходе (информационно).

12. Составить таблицу истинности дешифратора:

Входы			Выходы							
x1	x2	x3	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8

13. Выйти в главное меню и приступить к эксперименту по изучению микросхемы шифратора кода. Для этого нажать на кнопку управления «РЕЖИМ РАБОТЫ. ШИФРАТОР» либо на соответствующую кнопку в главном окне программы LabVisual, при этом на экране ПК должна автоматически запуститься соответствующая подпрограмма для данного эксперимента рис. 2.3.
14. Кнопками управления «УПРАВЛЕНИЕ ВХОДАМИ» подать на входы D0 – D7 шифратора десятичное число, и вручную переведя это число в двоичный код, убедиться в правильности показания двоичного числа на выходах шифратора. LCD индикатор на учебной установке показывает десятичные значения двоичного кода числа на входе и выходе (информационно).
15. Составить таблицу истинности шифратора.
16. По окончании работы следует закрыть программу-оболочку LabVisual и все открытые подпрограммы, закрыть виртуальную среду VirtualBox (при работе в среде Linux).
17. Выключить компьютер, нажав на кнопку, находящуюся в крайнем нижнем левом углу экрана. Из доступных действий выбрать «ВЫХОД»--> «ВЫКЛЮЧИТЬ КОМПЬЮТЕР».
18. Отключить установку от сети, поставив переключатели «СЕТЬ» на панели установки в положение «выкл» и вынуть сетевые вилки из розеток.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Ефимов И. Е., Козырь И. Я.** Основы микроэлектроники — М-Связь, 1975. — 272 с.
2. **Справочник** по интегральным микросхемам/ Под ред. Б В Та-рабрина. 2-е изд. перераб. и доп. — М.: Энергия, 1980. — 816 с
3. **Банк М. У.** Аналоговые интегральные схемы в радиоаппаратуре. — М.: Радио и связь, 1981. — 136 с.
4. **Полевые** транзисторы и интегральные микросхемы. Технический каталог. — М.: ЦНИИ «Электроника», 1975. — 112 с.
5. **Батушев В. А.** Электронные приборы. 2-е изд. перераб и доп — М.: Высшая школа, 1980. — 383 с.
6. **Бедрековский М. А., Волга В. В., Кручинкин Н. С.** Микропроцессоры. — М.: Радио и связь, 1981. — 94 с.
7. **Бедрековский М. А., Кручинкин Н. С., Подолян В. А.** Микропроцессоры. — М.: Радио и связь, 1981. — 72 с.
8. **Микропроцессорные БИС и микро-ЭВМ/** Под ред. А. А. Васен-кова. — М.: Сов. радио, 1980. — 280 с.
9. **Микро-ЭВМ «Электроника С-5» и их применение/** Под ред. В. М. Пролейко. — М.: Сов. радио, 1980. — 160 с.
10. **Микросхемы** и их применение. — М.: Энергия, 1978. — 248 с.
11. **Огнев И. В., Шамаев Ю. М.** Проектирование запоминающих устройств. — М.: Высшая школа, 1979. — 320 с.
12. **Прангишвили И. В.** Микропроцессоры и микро-ЭВМ. — М.: Энергия, 1979. — 232 с.
13. **Степаненко И. П.** Основы микроэлектроники. — М.: Сов. радио, 1980. — 424 с.
14. **Проектирование** мнкроэлектронных цифровых устройств/ Под ред. С. А. Майорова. — М.: Сов. радио, 1977. — 272 с.
15. **Кузнецов В.** и др. Развитие микро-ЭВМ семейства «Электроника С-5» и систем на их основе. — Электронная промышленность, 1979, № И, 12, с. 9 — 12.

ДЛЯ СВОБОДНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ

НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»