

Персональный компьютер «Балтика»

Автор неизвестен (обложка брошюры утеряна).
Редакция от rimf (rimf@inbox.ru).

17 марта 2017 г.

Содержание

1	Введение	2
1.1	Краткие технические характеристики	2
1.2	Адресное пространство ZX Spectrum	4
1.3	Клавиатура	5
2	Описание принципиальной схемы	5
2.1	Генератор и делители частоты	5
2.2	Сигнал сброса	5
2.3	ПЗУ	6
2.4	ОЗУ	6
2.5	Адреса областей экрана и атрибутов	6
2.6	Управляющие сигналы	6
2.7	Сигналы цвета для ТВ	8
2.8	Сигнал синхронизации для ТВ	9
2.9	Прерывания	9
2.10	Порты ввода-вывода	9
2.11	Дампы прошивок K155PE3, K554PT4	12
3	Советы по сборке и монтажу ПК «Балтика»	12
3.1	Выбор печатной платы	12
3.2	Устранение дефектов печатных плат	13
3.3	Методика сборки	13
3.4	Подключение к телевизору	13
3.5	Первый запуск компьютера	13
3.6	Настройка компьютера	14
3.7	Порт ввода с магнитной ленты	18
3.8	Подключение и проверка Kempston джойстика	18
3.9	Некоторые ситуации, возникающие при настройке компьютера	19
4	Доработки	20
4.1	Растяжение области бумаги на экране ТВ	20
4.2	Корректное формирование сигнала /INT	20
5	О взаимозаменяемости компонентов	21
6	Приложения	22
6.1	Приложение 1. Осциллограммы	22
6.2	Приложение 2. Программируемый параллельный интерфейс K580BB55	30
6.3	Приложение 3. Список компонентов	32

1 Введение

В конце 1980-ых годов на территории СССР широкое распространение получили персональные компьютеры (ПК) самостоятельного изготовления, которые в той или иной мере повторяют один из самых распространённых ПК ZX Spectrum английской компании Sinclair Research.

В данной книге будет рассматриваться ПК «Балтика», как один из самых распространённых, контрастно сочетающий в себе минимальную стоимость комплектующих и максимальные возможности игрового варианта.

Цель настоящей работы состоит в том, чтобы в краткой форме передать информацию о назначении элементов схемы, тонкостях монтажа, рекомендациях по запуску электронной вычислительной машины и доработках, при помощи которых Вы сможете устранить дефекты, возникающие при работе игровых программ.

Прежде чем рассматривать конкретную схему, рассмотрим общие характеристики и принципы построения компьютеров ZX Spectrum и «Балтика».

1.1 Краткие технические характеристики

- используемый процессор Zilog Z80A CPU (или MME UA880D в ПК «Балтика»)
- тактовая частота 4 МГц (3,5 МГц в ZX Spectrum)
- объём ОЗУ 64 КиБ (48 КиБ в ZX Spectrum)
- объём ПЗУ 16 КиБ
- резидентное программное обеспечение Basic/Monitor

Характеристики поддерживаемого экрана

- в качестве монитора применяется бытовой телевизор
- разрешение в графическом режиме — 256 * 192
- количество строк — 24
- количество символов в строке — 32
- палитра — 8 цветов
- экран полутоновой, 2 градации яркости, режим мерцания

Характеристики клавиатуры

- матричная, 40 клавиш
- 5 регистров

Центральный процессор

В качестве центрального процессорного элемента в ZX Spectrum используется распространённый восьмиразрядный микропроцессор Z80 компании Zilog.

Рассмотрим назначение его выводов:

- D0-D7 Шина данных. 8 двунаправленных линий с тремя состояниями, используется для ввода-вывода данных микропроцессора, памяти и периферийных устройств.
- A0-A15 Шина адреса. 16 линий с тремя состояниями, используется для адресации 65536 ячеек памяти и 65536 портов ввода-вывода. В ZX Spectrum возможно обращение только к 32768 нечётным адресам ввода-вывода, т.к. при нуле на A0, из-за неполного декодирования адреса, всегда будет выбран порт ввода-вывода 254 (#FE), который задействован в ZX Spectrum под работу с магнитофоном, вывод звукового сопровождения, вывод цвета бордюра и опрос клавиатуры. При адресации портов ввода/вывода чаще используют линии A0-A7, т.е. 256 адресов. Заметим, что при этом на линиях A8-A15 присутствует содержимое регистра В микропроцессора.

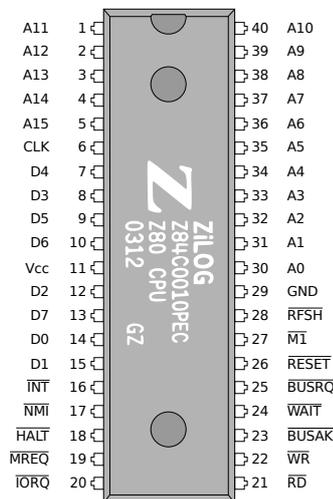


Рис. 1: Микропроцессор Zilog Z80 с наименованиями выводов

- /M1 Машинный цикл 1. Выходной сигнал, с активным низким уровнем указывает что МП производит выборку кода следующей операции из памяти, а совместно с сигналом /IORQ служит для подтверждения прерывания.
- /MREQ Запрос памяти. Выходной сигнал с тремя состояниями, активный низкий уровень указывает на использование адресного пространство памяти, а не ввода-вывода.
- /IORQ Запрос ввода-вывода. Аналогичный /MREQ сигнал, но указывает использование адресного пространства ввода-вывода, а не памяти.
- /RD Чтение. Выходной сигнал с тремя состояниями, активный низкий уровень указывает, что МП производит операцию чтения из памяти или устройства ввода-вывода.
- /WR Запись, то же что и /RD, но для операции записи.
- /RFSH Регенерация. Выходной сигнал с активным низким уровнем указывает, что на шине адреса с A0 по A6 содержится адрес для регенерации динамической памяти, которую МП Z80 производит самостоятельно, во время декодирования кода операции.
- /HALT Останов. Выходной сигнал с активным низким уровнем указывает, что МП выполняет команду останова программы и до получения прерывания будет выполнять холостые команды в состоянии останова для обеспечения регенерации памяти.
- /WAIT Ожидание. Входной сигнал с активен низким уровнем. Используется медленными устройствами памяти или ввода-вывода для перевода МП в состояние ожидания, до их готовности к передаче данных.
- /INT Запрос прерывания. Входной сигнал с активным низким уровнем. Прерывание может бы запрещено (маскирование) или разрешено соответствующими командами МП. В ZX Spectrum через каждые 20 миллисекунд на вход /INT поступает аппаратно сформированный отрицательный импульс по которому МП переходит к выполнению программы обслуживания клавиатуры, инкрементирует часы и т.д.
- /NMI Немаскируемое прерывание. Спад сигнала на этом входе активизирует внутренний триггер NMI и автоматически принуждает МП произвести повторный запуск (restart) с адреса 102 (#0066).
- /RESET Сброс. Активный низкий уровень на этом входе обнуляет счётчик команд, регистры I и R, устанавливает режим прерывания 0 и сбрасывает триггер разрешения прерывания, во время активного сигнала /RESET шина адреса и шина данных находятся в третьем состоянии и все сигналы управления неактивны.
- /BUSRQ Запрос на доступ к шине. Входной сигнал с активным низким уровнем. МП завершает текущий цикл, после чего переводит шину адреса и шину данных, а также тристабильные выходные сигналы управления в состояние высокого сопротивления, для того чтобы отдать управление этими шинами другим устройствам.
- /BUSACK Предоставление доступа к шине. Выходной сигнал с активным низким уровнем указывает, что МП передал управление шинами запрашивающему устройству.

1.2 Адресное пространство ZX Spectrum

Z80 имеет 16-разрядную адресную шину, поэтому максимальный объём памяти, которую он может адресовать без дополнительного оборудования равен 64 кибибайта (КиБ).

В ZX Spectrum память распределена следующим образом. С адреса 0 по 16383 (#0000...#3FFF) находится область ПЗУ (или область ROM). Эта область разбита на 3 части:

1. 7 кибибайт — ОС (операционная система);
2. 8 кибибайт — интерпретатор языка BASIC;
3. 1 кибибайт — генератор знаков (символов).

Остальная память с адреса 16384 по 65535 занимает область ОЗУ (или область RAM). В свою очередь ОЗУ разбивается на области, которые используются операционной системой и интерпретатором языка BASIC.

Рассмотрим две области памяти, которые используются для отображения информации на экране телевизора:

1. область экрана;
2. область атрибутов.

Область экрана занимает адреса с 16384 по 22527 (#4000...#57FF). Имеется однозначное соответствие между битами в памяти и точками на экране телевизора. Экран в ZX Spectrum содержит 256 точек по горизонтали и 192 точки по вертикали. Каждый отображаемый символ занимает матрицу точек 8 * 8 (знакоместо). Таким образом экран имеет 24 строки символов по 32 символа в каждой строке.

Следующие вычисления показывают, что число битов в шести кибибайтах памяти области экрана равно количеству точек на экране телевизора, подключённого к ZX Spectrum.

$$6 \text{ КиБ} = 1024 * 8 * 6 = 49152 \text{ бит}$$

$$32 * 24 * 64 = 49152$$

- | | |
|------|---|
| 1024 | — количество байт в одном кибибайте, |
| 8 | — количество бит в одном байте, |
| 6 | — количество кибибайт занимаемых экранной областью, |
| 32 | — количество символов (знакомест) в строке, |
| 24 | — количество строк, |
| 64 | — количество точек в матрице одного знакоместа. |

Экран телевизора разделён на три части: линиям знакомест с номерами 0-7 соответствуют адреса с 16384 по 18431 (#4000...#477F), линиям 8-15 адреса с 18432 по 20479 (#4800...#4FFF), линиям 16-23 адреса с 20480 по 22527 (#5000...#57FF).

Область памяти экрана содержит информацию для отображения соответствующих точек экрана, а для определения их цвета используется область атрибутов.

Экран ZX Spectrum имеет 768 знакомест, их нетрудно подсчитать. Каждому знакоместу на экране телевизора соответствует один байт атрибутов. Поэтому область атрибутов занимает объём 768 байт и расположена в адресах с 22528 по 23295 (#5800...#5AFF).

Биты байта атрибута распределены следующим образом:

- | | |
|----------|---|
| биты 0-2 | определяют цвет чернил (см. табл. 1); |
| биты 3-5 | определяют цвет бумаги (см. табл. 1); |
| бит 6 | яркость (если бит 6 в нуле, символ отображается с пониженной яркостью, если в единице — то с повышенной). |
| бит 7 | мигание (если бит 7 в единице, то символ, которому соответствует данный атрибут, будет мигать). |

В ZX Spectrum изображение занимает не весь экран телевизора, а только его часть. По краям экрана находится так называемый бордюр (Border), цвет бордюра устанавливается программно и может иметь один из восьми основных цветов (см. табл. 1).

Таблица 1: Кодирование цветов

Биты атрибутов			Цвет
0(3)	1(4)	2(5)	
0	0	0	чёрный
1	0	0	синий
0	1	0	красный
1	1	0	фиолетовый
0	0	1	зелёный
1	0	1	голубой
0	1	1	жёлтый
1	1	1	белый

1.3 Клавиатура

Клавиатура ZX Spectrum имеет 40 клавиш, поэтому она является многофункциональной. Каждая клавиша может интерпретироваться по-разному, в зависимости от режима курсора «К», «L», «E», «G», «C». Через каждые 20 миллисекунд по сигналу прерывания /INT микропроцессор производит опрос клавиатуры.

2 Описание принципиальной схемы

Прежде чем рассматривать принципиальную схему (см. рис. 2), следует сказать, что в ПК «Балтика», в отличие от других вариантов и фирменного ZX Spectrum, тактовая частота микропроцессора 4 МГц (другие варианты 3,5 МГц).

2.1 Генератор и делители частоты

Кварцевый генератор собран по классической схеме на двух инверторах D37.6 и D37.5.

Импульсы с частотой 16 МГц с выхода D37.4 (8) поступают на счётные входы счётчиков D20, D21, D22. Счётчики собраны по схеме с параллельным переносом между счётчиками на ИМС K555ИЕ10. Сигнал переноса с D22 (15) поступает на счётный вход D23.1 (1). Счётчики D20, D21, D22, D23.1, D23.2 используются как делители частоты, сигналы с выходов этих счётчиков используются для синхронизации работы всей схемы.

С выхода D20 (13) импульсы с частотой 4 МГц, через инвертор D37.3 поступают на вход (6) элемента D48, синхронизируя работу микропроцессора.

2.2 Сигнал сброса

Схема формирования сигнала сброса (RESET, /RESET) реализована на двух инверторах D38.5 и D38.4.

Сигнал сброса формируется в двух случаях:

1. при нажатии на кнопку Reset;
2. при включении питания.

При включении питания на D48 (26) (вход /RESET) будет находиться нулевой уровень в течение времени, пока конденсатор C2 заряжается до уровня логической единицы. Длительность активного импульса сигнала сброса зависит от цепочки R3, C2. Диод VD1 служит для быстрого разряда конденсатора C2 в момент отключения питания. Кроме того сигнал сброса с D38.5 (10) поступает на D44 (35) (вход RES), настраивая все три порта параллельного интерфейса (приложение на с. 30) в режиме ноль на ввод.

С выхода D38.4 (8) сигнал сброса поступает на D41 (1) устанавливая все разряды этого регистра в нулевое состояние.

После сигнала сброса микропроцессор по нулевому адресу выбирает первую команду подпрограммы сброса расположенную в ПЗУ (D46, D47).

2.3 ПЗУ

Область ROM (D46, D47) реализована на ПЗУ типа 2764 (аналог K573PФ4). Выбор D46 или D47 производится при условии, если на выводах 20 (/CS) и 22 (/OE) присутствует логический ноль. Логический ноль на D46 (20) и D47 (20) присутствует при условии, если разряды адреса A14 и A15 находятся в нулевом состоянии и микропроцессор выставил на шину управления сигналы /RD и /MREQ, это состояние соответствует циклу чтения из памяти. Ещё одним условием выбора ПЗУ является наличие на D33.2 (5) нулевого уровня сигнала /ENROM, формируемого на D41 (10) (отключение ПЗУ). Этот узел реализован на элементах D33.2, D33.3, D37.1, D38.1.

Выбор ПЗУ по входу /CS (D46 (22), D47 (22)) осуществляется с помощью разряда адреса A13. ПЗУ D47 расположено в нижних адресах области ROM и выбирается непосредственно сигналом A13. ПЗУ D46 занимает верхние адреса области ROM и выборка его производится разрядом A13, поступающим через инвертор D24.6.

2.4 ОЗУ

При обращении микропроцессора в ОЗУ разряды адреса A14 и A15 или хотя бы один из них должны быть в единичном состоянии, при выполнении этих условий логический ноль с выхода D33.2 (6) через элементы D32.1 и D32.2 и при наличии сигнала /DAT поступает на D13 (19). По этому сигналу элемент D13 снимает со своих шин трёхстабильное состояние, и микропроцессор получает доступ в ОЗУ. Направление передачи зависит от сигнала /RD, поступающего на вывод D13 (1). При нулевом уровне /RD информация передаётся из ОЗУ на шину данных микропроцессора, при единичном уровне — от микропроцессора в ОЗУ.

Область RAM реализована на микросхемах ОЗУ K565PY5 (D1-D8), из 64 КиБ (ёмкость D1-D8) используется всего 48 КиБ. Остальные 16 КиБ в режиме ZX Spectrum не используются и программно недоступны.

Адрес на микросхемы памяти D1-D8 поступает от двух источников:

1. при обращении микропроцессора к памяти;
2. адрес поступающий от схем выборки информации из экранной области и области атрибутов, для отображения на экране телевизора.

Сам адрес микросхемами D1-D8 принимается в два этапа. По сигналу /RAS (/MRAS) — принимается восемь младших разрядов адреса, а по сигналу CAS (/MCAS) — восемь старших разрядов адреса. Выбор источника, старшей и младшей половины адреса осуществляется мультиплексорами D14, D15, D16, D17 при помощи управляющих сигналов AP0 и AP1 D26 (2, 3). Выводы 2 и 4 у элементов D1-D8 объединены между собой, так как выход данных D1-D8 (14) имеет трёхстабильное состояние и во время записи не влияет на входы D1-D8 (2).

Синхронизацию доступа к памяти, а также формирование сигналов управления памяти осуществляет элемент D26. Более подробно формирование управляющих сигналов и синхронизацию обращения к памяти от различных источников рассмотрим ниже.

2.5 Адреса областей экрана и атрибутов

Элементы D18 и D9.1-D9.3 предназначены для формирования адресов области экрана и области атрибутов. Адрес области атрибутов формируется при нулевом сигнале /ABT D26 (4), при единичном уровне формируется адрес области экрана. Данные адреса через мультиплексоры D14-D17 поступают на микросхемы ОЗУ по которым выбирается информация для отображения на экране. Прошивка ПЗУ D18 K155PE3 «D» приведена на странице 12.

2.6 Управляющие сигналы

Рассмотрим формирование управляющих сигналов и синхронизацию памяти. Для этого используется ПЗУ K155PE3 «M» (D26). Прошивка этого ПЗУ приведена на странице 12, а временные диаграммы на рисунке 4.

Все восемь сигналов управления снимаемых с выходов D26 имеют период следования 1 микросекунда.

Временную диаграмму (рис. 4) рассмотрим с шестнадцатого такта:

1. В шестнадцатом такте:

- (a) сигнал $\overline{\text{WAIT}} \text{ D26 (1)}$ переходит в состояние логической единицы. При наличии этого сигнала на выводе 24 микропроцессора D48, микропроцессор снимает состояние ожидания и переходит к очередному циклу обращения к памяти;
- (b) сигналы AP0 и AP1 D26 (3, 2) переходят в состояние логического нуля. Эти сигналы поступают на адресные входы мультиплексоров D14-D17, которые коммутируют адрес на адресную шину D1-D8 от разных источников в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2: Коммутация адреса для микросхем ОЗУ

AP0	AP1	Примечание
0	0	На адресную шину D1-D8 поступают 8 младших разрядов адреса от микропроцессора.
0	1	На адресную шину D1-D8 поступают 8 младших разрядов адреса для выборки байта из области экрана или области атрибутов для отображения на экране.
1	0	На адресную шину D1-D8 поступают 8 старших разрядов адреса от микропроцессора.
1	1	На адресную шину D1-D8 поступают 8 старших разрядов адреса для выборки байта из области экрана или области атрибутов для отображения на экране.

2. В первом такте:

- (a) по спаду сигнала $\overline{\text{RAS}} \text{ D26 (9)}$ восемь младших разрядов адреса от микропроцессора принимаются во внутренний регистр D1-D8, сигнал $\overline{\text{MRAS}}$, поступающий на вывод D1-D8 (4), формируется от сигнала $\overline{\text{RAS}}$ с помощью элемента D25.2 (D25.2 используется в качестве задержки);
- (b) сигнал AP0 переходит в единичное состояние и коммутирует на адресные входы D1-D8 восемь старших разрядов адреса от микропроцессора;
- (c) сигнал $\overline{\text{WRE}} \text{ D26 (6)}$ переходит в состояние ноль, и при условии, что микропроцессор выполняет операцию запись в ОЗУ (т.е. $\overline{\text{WR}}=0$, $\overline{\text{RD}}=1$, $\overline{\text{RFSH}}=1$, $\overline{\text{MREQ}}=0$ и A14 или A15 не равны нулю — это логическое выражение реализовано на элементах D33.1, D32.1 D31.2, D33.3, D37.2) то на выводах 3 D1-D8 появится сигнал записи (нулевой уровень). В противном случае будет присутствовать сигнал чтения (высокий уровень).
- (d) низкий уровень сигнала $\overline{\text{DAT}} \text{ D26 (7)}$ при обращении микропроцессора в ОЗУ открывает шинный формирователь D13. Направление передачи через шинный формирователь D13 будет зависеть от сигнала $\overline{\text{RD}} \text{ D48 (21)}$. $\overline{\text{RD}}=0$ — из ОЗУ на шину данных микропроцессора. $\overline{\text{RD}}=1$ — от микропроцессора в ОЗУ.

3. Во втором такте:

- (a) по сигналу CAS D26 (5), который через элементы D25.4 и D25.3 поступает на выводы D1-D8 (15), принимаются 8 старших разрядов адреса, и в этом же такте происходит запись в ОЗУ или чтение из ОЗУ.

4. В третьем такте снимается сигнал $\overline{\text{WRE}}$.

5. В четвёртом такте снимается сигнал $\overline{\text{RAS}}$.

6. В пятом такте:

- (a) сигнал $\overline{\text{WAIT}} \text{ D26 (1)}$ переходит в нулевое состояние и МП, опрашивая этот вывод, в начале очередного цикла перейдёт в состояние «ожидание» и будет находиться в нём до тех пор, пока на входе D48 (24) не появится высокий уровень.
- (b) AP0=0 и AP1=1. В результате 8 младших разрядов адреса области атрибутов поступают на адресные входы D1-D8.

7. В шестом такте снимается сигнал CAS D26 (5).

8. В седьмом такте:

- (a) по спаду сигнала /RAS D26 (9) восемь младших разрядов адреса принимаются во внутренний регистр D1-D8;
- (b) AP0 переходит в единичное состояние подавая старшие разряды адреса для выборки байта из области атрибутов на адресную шину D1-D8.

9. В восьмом такте:

- (a) по фронту сигнала CAS D26 (5) старшие разряды адреса принимаются во внутренние регистры D1-D8;
- (b) переходом сигнала /DAT D26 (7) в единичное состояние закрывается шинный формирователь D13.

10. В десятом такте:

- (a) снимается сигнал CAS D26 (5);
- (b) по фронту сигнала /ABT D26 (4) байт, выбранный из области атрибутов, принимается в регистр D11. Кроме того, при единичном уровне сигнала /ABT, с помощью элементов D18, D9.1, D9.2, D9.3 формируется адрес байта области экрана.

11. В двенадцатом такте по фронту CAS D26 (5) принимаются только старшие разряды области экрана. Младшие разряды адреса области экрана и соответствующие им байты области атрибутов совпадают, и поэтому младшие разряды адреса, которые были приняты во внутренние регистры D1-D8 в седьмом такте, используются при выборке данных из ОЗУ. Такой режим работы D1-D8 называется страничный режим записи/чтения.

12. В четырнадцатом такте сбрасывается сигнал /RAS D26 (9).

13. В пятнадцатом такте снимается сигнал CAS D26 (5) и /ABT D26 (4). В этом же такте элементом D31.1 формируется сигнал TT, по которому в регистр D12 принимается байт из экранной области ОЗУ и переписывается содержимое регистра D11 в регистр D10.

В следующем цикле происходит отображение двух выбранных байтов, находящихся в регистрах D10 и D12, и выборка очередных двух байтов.

2.7 Сигналы цвета для ТВ

Теперь рассмотрим как происходит формирование сигналов R, G, B из байтов, выбранных из области экрана (байт находится в регистре D12) и области атрибутов (D10). Кроме этих регистров для формирования сигналов цветности используются три разряда регистра D42 в которых содержится информация о цвете бордюра.

Расшифровка мнемонических обозначений сигналов регистров D10 и D42 (см. рис. 1) приведена ниже.

Мнемоника за исключением FL и I расшифровывается следующим образом.

Первый символ соответствует одному из трёх основных цветов:

- R — красный (Red)
- G — зелёный (Green)
- B — синий (Blue)

Второй символ интерпретируется следующим образом:

- I — цвет чернил (Ink)
- P — цвет бумаги (Paper)
- B — цвет бордюра (Border)

I — это сигнал повышенной или пониженной интенсивности (яркости).

FL — если этот сигнал в единичном состоянии, то отображаемое знакоместо будет мигать.

Каждый разряд регистра D12 соответствует точке на экране телевизора. Если разряд сброшен в ноль, то точка засвечивается цветом бумаги, а если установлен в единицу — то цветом чернил. Содержимое разрядов регистра D12 через мультиплексор D19 в последовательном коде подаётся на вход D25.1 (1). На второй вход D25.1 (2), если не установлен бит мигания (FL), подаётся логическая единица. Если же FL находится в единичном состоянии, то на D25.1 (2) поступают импульсы с частотой примерно 2 Гц, и отображаемый символ мигает на экране телевизора. Счётчики D43.1 и D43.2 делят частоту до частоты с которой мигает отображаемый символ на экране.

С помощью сигнала о засвечиваемых точках D25.1 (3) и сигналов, снимаемых с выходов D27 (12) и D27 (11) формируются сигналы POINT и BORD. Эти сигналы поступают на адресные входы мультиплексоров D30 и D36 и коммутируют на выходы либо сигналы цвета бумаги, либо цвета чернил, либо цвета бордюра.

2.8 Сигнал синхронизации для ТВ

Сигнал SYN формируется с помощью элементов D27 и D28. Прошивки этих ПЗУ приведены на странице 12. Смесь строчных и кадровых синхроимпульсов SYN снимается с выхода D27 (10).

2.9 Прерывания

Через каждые 20 миллисекунд сигнал с выхода D28 (12) через диод VD2 поступает на вход сброса счётчиков D23.1 (7), D23.2 (15) и на вход триггера D39.2 (11), записывая в него логический ноль. С выхода триггера D39.2 (9) нулевой сигнал поступает на вход маскируемого прерывания микропроцессора /INT D48 (16). В цикле обслуживания прерывания микропроцессор переходит на подпрограмму опроса клавиатуры.

Сброс триггера осуществляется нулевыми сигналами /M1 D48 (27) и /IORQ D48 (20) через элемент D32.4.

2.10 Порты ввода-вывода

Для адресации портов ввода/вывода используется ИМС дешифратора K555ИД4 (D34).

Информация о цвете бордюра выводится на регистр D42 (19, 16, 15). Также на этот регистр выводится звуковой сигнал D42 (2) и информация для записи на магнитофон D42 (5).

На элементе D44 реализовано три порта.

Порт А — обычно используется для подключения джойстика, порты В и С пользователь может использовать по своему усмотрению (подключение принтера и т.д.).

Порт клавиатуры и входной порт для чтения с магнитофона реализован на элементах ИМС K561ЛН1 (D35).

Порт, реализованный на D41, позволяет пользователю выбирать одно из четырёх экранных пространств. Выбор экранов производится с помощью двух разрядов D41 (2, 7). Стандартный монитор ZX Spectrum использует только одно экранное пространство, которое начинается с адреса #4000, кроме этого на этот порт выводится сигнал /ENROM для включения (отключения) ПЗУ D41 (10).

Схема прототипа на основе процессора Intel 80386, выполненного в корпусе PGA-208. Версия 2014-03-17

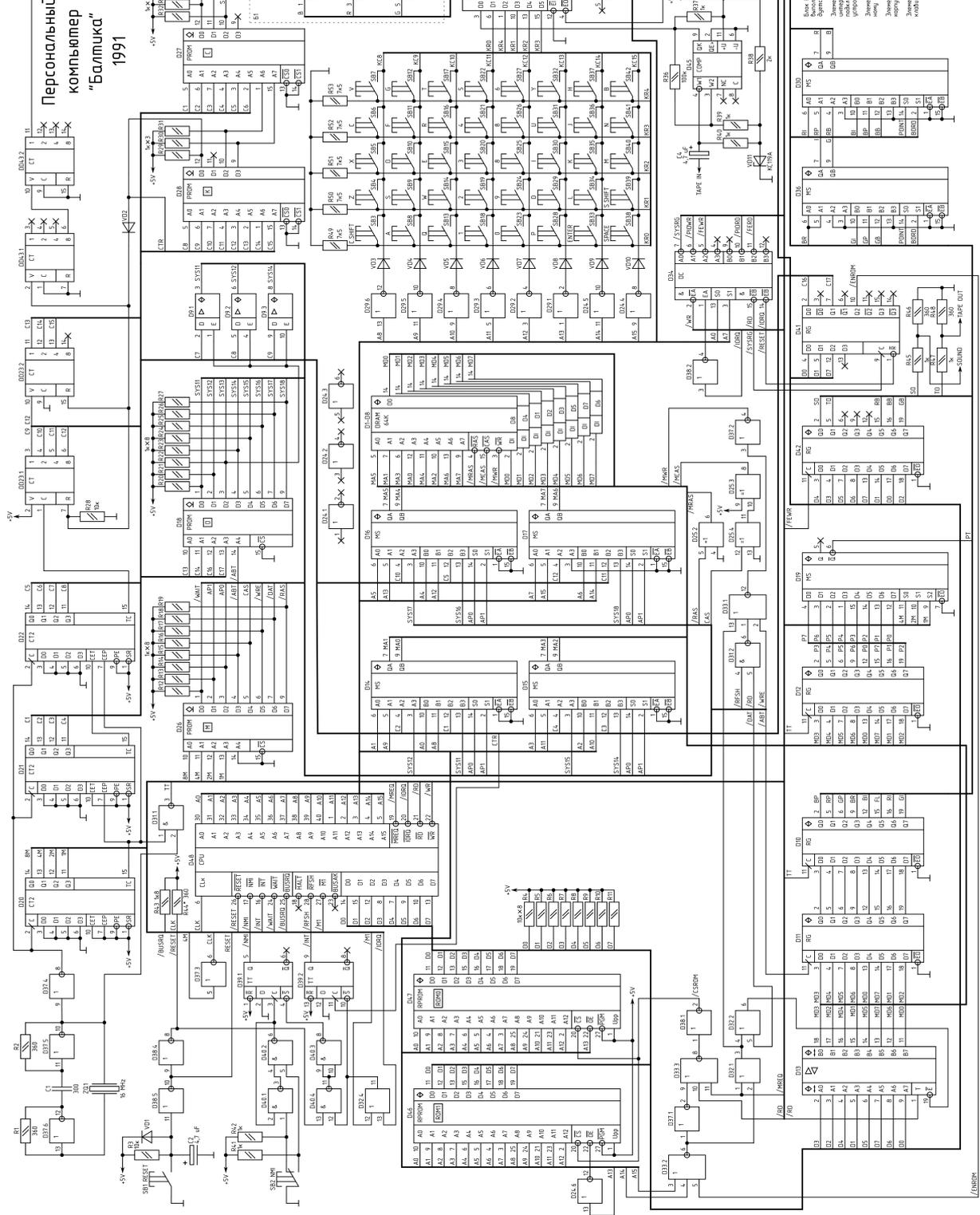


Рис. 2: Принципиальная схема ПК «Балтика»

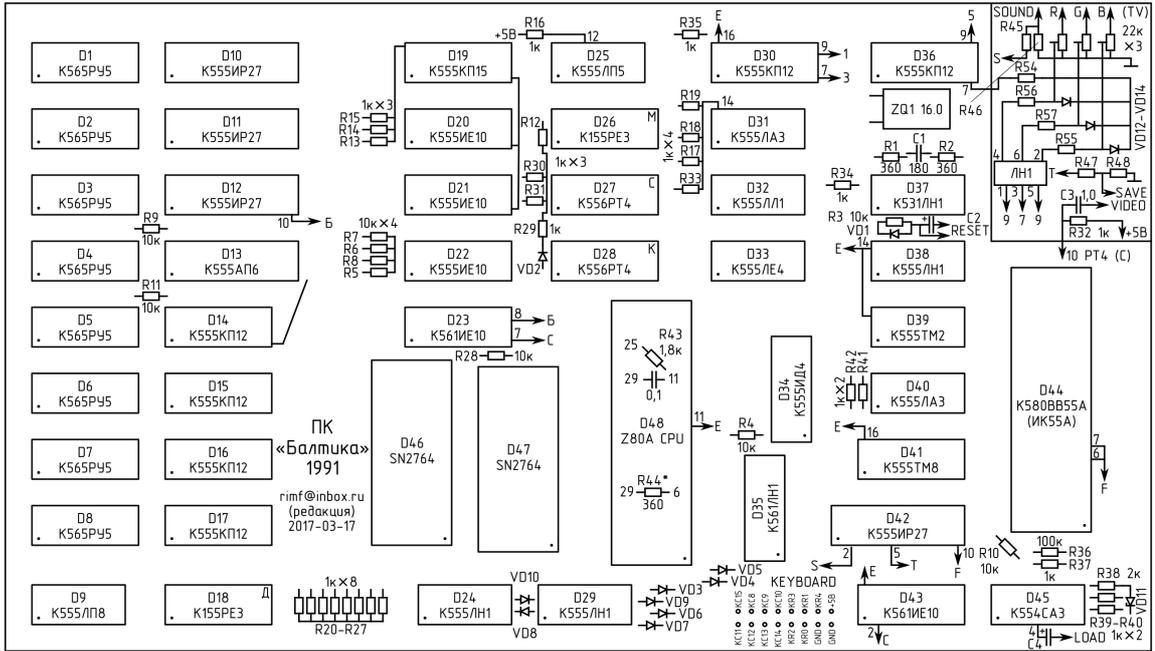


Рис. 3: Монтажная схема ПК «Балтика»

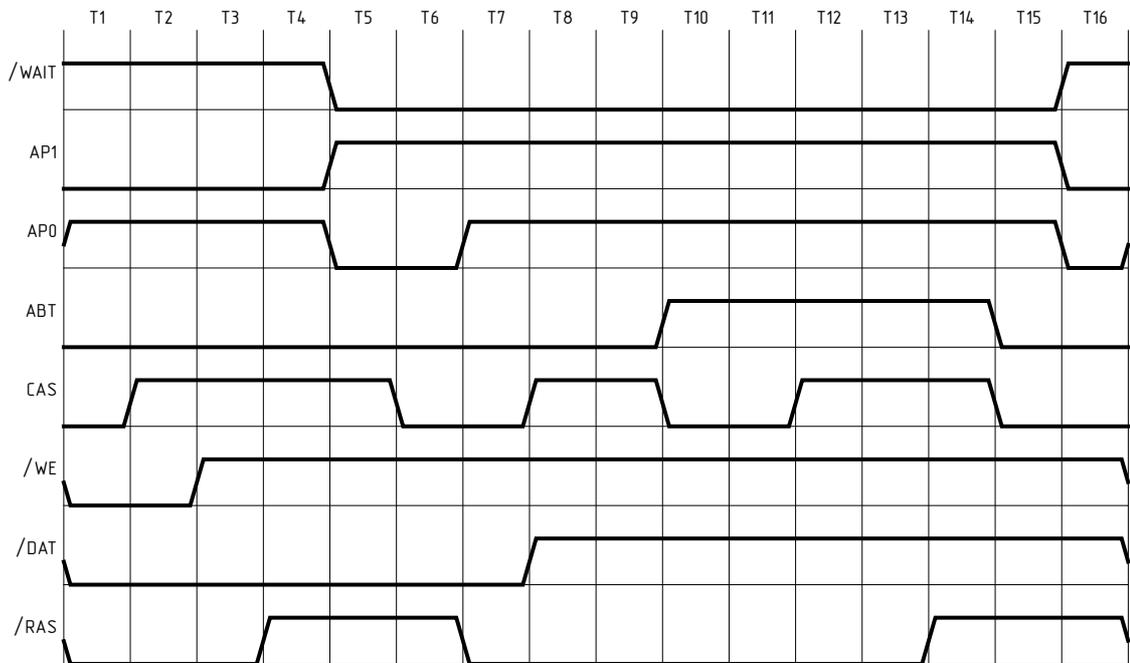


Рис. 4: Временная диаграмма D18 K155PE3 «М»

2.11 Дампы прошивок K155PE3, K554PT4

```
CODE TEXT FOR VILNUS VARIANT V.1989 SINCLAIR **
155RE3(M)
05 15 35 B5 B2 A2 26 76 76 6E 6E 7E 7E FE E6 E1
05 15 35 B5 B2 A2 26 76 76 6E 6E 7E 7E FE E6 E1
155RE3(D)
B4 B5 B6 FF BB CB DB FF 3B 4B 5B FF 74 75 76 FF
8B 9B AB FF 8B 9B AB FF 0B 1B 2B FF 4B 5B 6B FF
554RT4(C)
      0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F
00      5 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
10      4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
20      4 5 5 5 5 5 5 5 7 7 7 3 3 3 3
30      7 7 7 7 7 7 7 7 5 5 5 5 5 5 5
40      5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5
50      5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5
60      5 5 5 5 5 5 5 5 7 7 7 3 3 3 3
70      7 7 7 7 7 7 7 7 5 5 5 5 5 5 5
80      3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
90      3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
A0      3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 7 7 7 7
B0      3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
C0      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
D0      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
E0      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
F0      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
554RT4(K)
      0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F
00      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
20      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
30      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
40      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
50      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
60      4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
70      4 4 4 4 4 4 4 8 8 8 4 4 4 4 4
80      4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
90      4 4 4 4 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
A0      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
B0      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
C0      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
D0      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
E0      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
F0      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
ZQ1=16.0MHz
```

На сегодняшний день существует несколько версий прошивок, возможно, с улучшенными характеристиками. Дампы V.1989 приведены в исторических целях.

3 Советы по сборке и монтажу ПК «Балтика»

3.1 Выбор печатной платы

Для успешной сборки и запуска вашего компьютера необходимо приобрести высококачественную печатную плату. При выборе печатной платы следует особое внимание обратить на характерные дефекты производства печатных плат:

- отсутствие металлизации отверстий;
- микротрещины и протравы печатных проводников;
- непротравленные участки платы между проводниками;

- некачественное покрытие проводников (лужение и т.д.).

3.2 Устранение дефектов печатных плат

Необходимо пропаять отверстия платы, не используемые для установки элементов. Если припой не протекает на обратную сторону платы, пропаяйте плату с лужёным проводом с обеих сторон.

Вооружившись лупой, проверьте плату. Ваша задача: проверить печатные проводники и промежутки между ними, отмечая разрывы и трещины на печатных проводниках, прорезать перемычки и непотравы между проводниками, пропаять места разрывов и трещин.

3.3 Методика сборки

Соедините выводы +5V и GND платы между собой и соедините их с корпусом паяльника. Установите все диоды, резисторы, конденсаторы, панельки и микросхемы согласно монтажной схеме на рисунке 3. Запаяйте все элементы, обращая внимание на положение ключа у микросхем, полярность соответствующих конденсаторов, наименования выводов транзисторов и диодов. Реализуйте недостающие электрические связи с помощью тонкого изолированного провода. Если Вы впаиваете элементы D1-D8, то желательно предварительно проверить их.

3.4 Подключение к телевизору

После того как Вы впаили все элементы в плату, в правом верхнем углу на монтажном поле соберите схему формирования сигналов R, G, B (см. рис. 2).

Для подключения к телевизору используются сигналы SYN, R, G, B, SOUND. Сигнал SYN, через конденсатор ёмкостью 1 мкФ, непосредственно подаётся на видеовход телевизора. Сигналы R, G, B подключаются в зависимости от используемого модуля цветности. На рисунках (отсутствуют в этой редакции, в связи с устареванием этих моделей ТВ) приведены возможные варианты подключения сигналов R, G, B. Чтобы сигнал, который идёт с модуля УПЧИ телевизора, не создавал помех, необходимо поставить переключатель для блокировки модуля УПЧИ. Для подключения к чёрно-белому телевизору дополнительно соберите схему, приведённую на рисунке 5.

После того как Вы подготовите свой телевизор и плату, можно приступить к наладке.

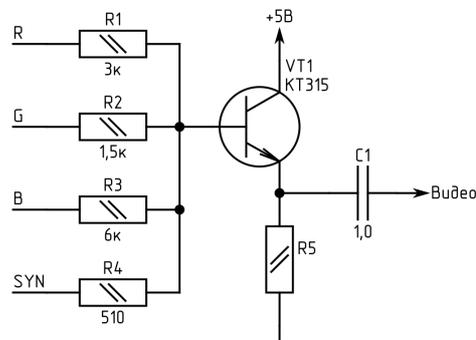


Рис. 5: Схема подключения к чёрно-белому телевизору

3.5 Первый запуск компьютера

Ещё раз возьмите монтажную схему и внимательно просмотрите правильность установки всех микросхем, диодов и других компонентов, соответствие их наименований и номиналов принципиальной и монтажной схемам. На тщательно промытой плате просмотрите контактные площадки, пайку и возможные волосковые соединения, возникающие при пайке, используя для этого лупу. Устраните все обнаруженные дефекты и несоответствия.

Снимите замыкающий проводник с выводов платы +5V и GND.

Соедините шины питания с шинами блока питания через плавкий предохранитель 2А.

Особое внимание обратите на полярность подключения вашего ПК «Балтика» к блоку питания. Чтобы предохранить ваш компьютер, подключите к выводам +5V и GND стабилитрон КС156 или КС815А. Подключите клавиатуру и телевизор к вашему компьютеру.

Если Вы правильно выполнили все рекомендации, и все установленные на плате элементы исправны, то после подачи электропитания на экране Вы увидите чёрный квадрат, убираться

вертикальные полосы. Через секунду экран очистится и Вы увидите надпись (заставку) «© 1988 BALTIK RUSSIAN» или «© 1982 Sinclair Research Ltd», в зависимости от версии системного программного обеспечения в ПЗУ D46 и D47. Если этого не произойдёт, то Вы вплотную подошли к настройке вашего ПК «Балтика».

3.6 Настройка компьютера

В первую очередь проверьте предохранитель. Если предохранитель сгорел, найдите коротыш на плате, проверьте полярность питания, исправность блока питания.

Для дальнейшей работы Вам понадобится осциллограф с полосой пропускания не ниже 5 МГц. Соедините корпус осциллографа с линией GND компьютера и, по возможности, заземлите его.

Настройку проще всего проводить вынув из панелей ПЗУ D46, D47 и микропроцессор D46. При отсутствии этих микросхем на экране телевизора должен быть квадрат с шахматным полем.

При отсутствии квадрата с шахматным полем, в первую очередь необходимо проверить работу тактового генератора D37.6, D37.5, D37.4, делителей частоты D20, D21, D22, D23.1, D23.2. Все сигналы, ссылки на которые приведены в настройке даны в приложении (см. стр. 22).

Проверить наличие импульсов строчной и кадровой развёрток на D27 (10). При их отсутствии, проверить наличие сопротивления R32 на D27 (10), наличие сигналов на D27 (5, 6, 7, 4, 3, 2, 1, 15).

При отсутствии или неправильной форме сигналов на D27 (1, 15) проверьте наличие сопротивлений на D28 (9), D28 (10), и наличие сигналов на D28 (5, 6, 7, 4, 3, 2, 1, 15).

Отсутствие или неправильная форма сигнала при наличии всех вышеприведённых условий говорит о неисправности микросхемы или неправильной прошивке. При отсутствии сигнала на выходе элемента не спешите производить замену этого элемента, попробуйте путём перерезания проводников печатной платы исключить влияние входов других элементов. И только после этого произведите замену элемента.

Проверьте наличие сигналов R, G, B. При их отсутствии проверьте тракт формирования этих сигналов начиная с памяти D1-D8, проверить входные и выходные сигналы на регистрах D10, D11, D12, на мультиплексоре D19, преобразующем параллельный код в регистре D12 в последовательный код. Проверьте схему формирования сигналов BORD и POINT, мультиплексоры D30 и D36. При отсутствии временных диаграмм в приложении 1 для некоторых выводов микросхем, следует только убедиться в наличии импульсов, так как в приложении (см. стр. 22) приведены сигналы, в основном, имеющие периодическую форму. Особое внимание следует обратить на сигналы, формируемые ППЗУ K155PE3 «М» (D26), так как они управляют синхронизацией обращения к памяти.

После появления на экране квадрата с шахматным полем можно приступать к следующему этапу настройки.

Внимание! Все манипуляции с ИС и другие работы производите при выключенном питании вашего компьютера. Это избавит Вас от неприятностей.

Вставьте в панельку или впаяйте микропроцессор Z80.

При нажатии на кнопку Reset на экране должны появиться вертикальные линии (см. рис. 6). По сигналу сброса микропроцессор считывает по нулевому адресу код первой команды. Так как ПЗУ не установлено, а на шину данных через резисторы 10 кОм подано +5 Вольт, то микропроцессор читает код #FF. Код #FF — это команда фиксированного перехода на подпрограмму по адресу #0038. По команде перехода микропроцессор записывает содержимое счётчика команд (#0038 + #0001 = #0039) в стек, значение стека уменьшается на два. Микропроцессор опять читает код команды #FF по адресу #0038, опять происходит запись содержимого счётчика команд в стек и т.д. В результате вся память прописывается кодом #0039 и экран принимает вид как на рисунке 6.

Если по нажатию на кнопку Reset экран не становится как на рисунке 6, необходимо:

- нажмите и не отпускайте кнопку Reset, осциллографом проверьте состояние шин адреса, данных и управления микропроцессора Z80,
- шина данных — логическая единица на всех выводах,
- шина адреса и управления — 1-2 Вольт (утечка входов ТТЛ).

Это необходимо для определения замыканий с шинами +5V и GND. Просмотрите состояние этих шин в разных частях платы.

Для правильной работы Z80 сигналы на выводах должны соответствовать информации из таблицы 3.

Отсутствие любого из этих сигналов может привести к неправильной работе микропроцессора.

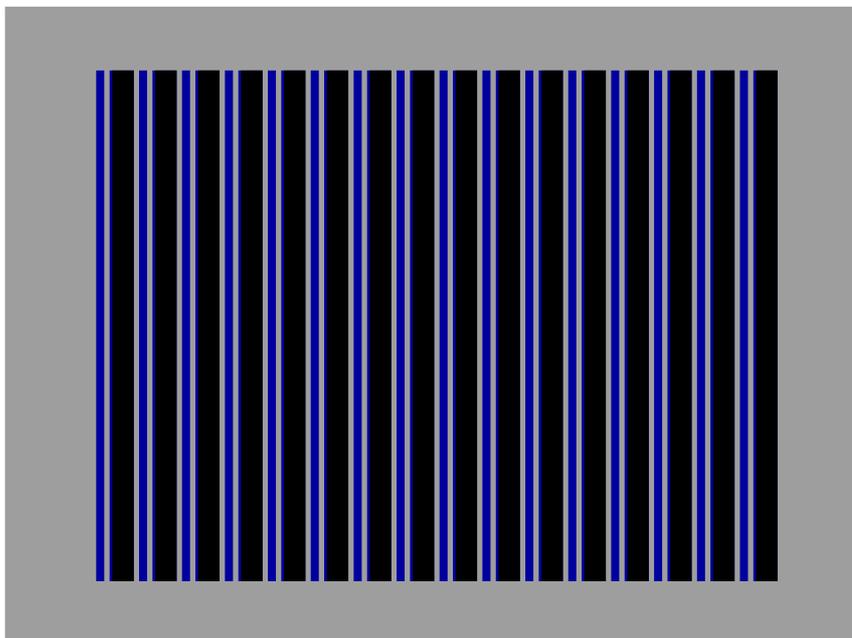


Рис. 6: Вид экрана при заполнении кодом #0039

Таблица 3: Сигналы на выводах Z80 CPU

Вывод	Сигнал	Состояние	Комментарий
26	/RESET	L; H	при нажатой кнопке Reset; при отжатой кнопке Reset
17	/NMI	H	постоянно
25	/BUSRQ	H	постоянно
6	CLK	меандр	тактовая частота D37 (3)
16	/INT	L; короткие отрицательные импульсы с периодом 20 миллисекунд	при отсутствии ПЗУ; при успешном прохождении теста памяти
24	/WAIT	импульсы с периодом 1 микросекунда	D26 (1) (см. рис. 4)

После того как Вы добились вертикальных полос на экране телевизора переходите к наладке компьютера с ПЗУ.

Если при вставленных ПЗУ заставка не появляется на экране, проверьте наличие импульсов выборки ПЗУ на D46 (20, 22) и D47 (20, 22). При их отсутствии проверьте схему формирования этих сигналов.

Если на экране у Вас чёрный прямоугольник с исчезающими или неподвижными красными вертикальными полосами, такое изображение формируется при незавершённом тесте ОЗУ, по причине неисправности ИМС K565PY5 или неисправности D13 (при условии если на D13 (1) и D13 (19) присутствуют импульсы).

Если у Вас нет осциллографа, Вы можете проверить работу процессорного блока с помощью обычного тестера. Для этого необходимо собрать схему, приведённую на рисунке 7.

Эта схема позволяет организовать пошаговый режим работы микропроцессора Z80. В результате этого Вы можете посмотреть очень многие сигналы в статическом режиме. Эту схему можно собрать на монтажной плате, выполняя соединения изолированными проводами. Для подключения её к плате необходимо перерезать связь, соединяющую D26 (1) и D48 (24), и в разрыв этой связи припаять выводы монтажной платы.

После подключения этой платы, при нажатии на кнопку Reset, микропроцессор выбирает по нулевому адресу (#0000) первый байт команды подпрограммы сброса. Следующий байт выбирается по адресу #0001 при нажатии кнопки «Шаг» и т.д.

Ниже в таблице 4 приведены байты на шине данных и адреса, по которым микропроцессор выбирает команды при выполнении подпрограммы сброса.

Таблица 4: Информация на шинах при выполнении подпрограммы сброса

Адрес 16-ричный	Данные 16-ричные	Примечания
0000	F3	BORDER становится белым; в порт В записывается число #07
0001	AF	
0002	11	
0003	FF	
0004	FF	
0005	C3	
0006	CB	
0007	11	
11CB	47	
11CC	3E	
11CD	07	
11CE	D3	
11CF	FE	
11D0	3E	
11D1	3F	
11D2	ED	
11D3	47	
11D4	00	
11D5	00	
11D6	00	
11D7	00	
11D8	00	
11D9	00	
11DA	62	
11DB	6B	
11DC	36	
11DD	02	
11DE	2B	
11DF	BC	
11E0	20	тест памяти (убирающиеся вертикальные полосы)
11E1	FA	
11E2	A7	
11E3	ED	
11E4	52	
11E5	19	
11E6	23	
11E7	30	
11E8	06	
11E9	35	
11EA	28	запись системной переменной PRAMT (адрес последней ячейки физической памяти)
11EB	03	
11ED	35	
11ED	28	
11EE	F3	
11EF	28	
11F0	D9	
11F1	ED	
11F2	43	
11F3	B4	
11F4	5C	

При наладке компьютера следите за напряжением питания. Следует попытаться запустить компьютер и при повышенном напряжении питания до 5,3 Вольт.

Если Вы, наконец, получили заставку на экране телевизора, проверьте работу клавиатуры. Если компьютер не реагирует на нажатие клавиш, проверьте наличие коротких отрицательных импульсов с периодом примерно 20 миллисекунд на входе /INT D48 (16). При их отсутствии проверьте цепи установки и сброса триггера D39.2. Затем проверьте наличие коротких отрицательных импульсов с периодом примерно 20 миллисекунд на D35 (4). Если ни одна из кнопок не замкнута, то на D35 (1, 6, 10, 13, 15) должен присутствовать логический ноль. При наличии хотя бы на одном входе логической единицы и правильности подключения клавиатуры, микросхема подлежит замене.

После наладки клавиатуры необходимо приступить к проверке портов ввода-вывода.

3.7 Порт ввода с магнитной ленты

Соедините кассетный магнитофон с вашим компьютером. Установите в магнитофон кассету в формате ZX Spectrum. Введите с клавиатуры команду:

```
LOAD ""
```

Запустите введённую команду на выполнение нажатием клавиши ENTER и включите магнитофон на воспроизведение. При появлении тона старт-сигнала на бордюре экрана выводятся красные и голубые горизонтальные полосы, плавно перемещающиеся по вертикали. При разной ширине полос проверьте уровень сигнала с магнитофона. При загрузке старт-сигнала на выходе компаратора D45 формируется меандр ТТЛ уровня. Загружающая программа после старт-сигнала выведет на экран сообщение:

```
Program: NAME
```

Порты BORDER, TO (выход на магнитофон) и SO (выход звука) реализованы на регистре D42. Проверьте работу порта BORDER и видеоблока компьютера, выполняя операторы BORDER, INK, PAPER языка BASIC с различными значениями с 0 по 7, например:

```
BORDER 1  
PAPER 2  
INK 7
```

Проверьте звуковой канал, выполняя:

```
BEEP 5,10
```

Компьютер выведет звуковой сигнал длительностью 5 секунд.

Проверьте порт вывода на магнитофон, выполняя команду:

```
SAVE ""NAME""CODE 0,16384
```

На экране появится надпись для подготовки магнитофона, нажмите любую значащую клавишу. На экране появятся полосы старт-сигнала и начнётся вывод на ленту содержимого ПЗУ вашего компьютера. Перемотайте ленту на начало сделанной записи и проверьте правильность записи с помощью команды:

```
VERIFY ""CODE 0
```

3.8 Подключение и проверка Kempston джойстика

Для подключения Kempston джойстика используются 5 входов порта A D44.

Выводы порта A D44 (1, 2, 3, 4, 37, 38, 39, 40) через восемь резисторов номиналом 10 кОм подключите к линии GND. Выведите разъём под джойстик и распаяйте выводы D44 в соответствии с назначением выводов разъёма.

D44 (40) — огонь (Key Fire);

- D44 (1) — вверх (Key Up);
- D44 (2) — вниз (Key Down);
- D44 (3) — влево (Key Left);
- D44 (4) — вправо (Key Right);

На общий вывод разъёма джойстика выведите +5 Вольт через резистор номиналом 0,68-1 кОм. Подключите джойстик, построчно введите программу:

```
10 LET A=IN 31;  
20 PRINT A  
30 PAUSE 5  
40 CLS  
50 GO TO 10
```

Запустите программу на выполнение командой RUN (нажать ENTER). На экране телевизора должно появиться число 0. Произведите проверку всех функций джойстика, выполняя действия и сверяя результат на экране по пунктам:

1. Надавите рукоятку джойстика вправо. Должно появиться число 1.
2. Надавите рукоятку джойстика влево. Должно появиться число 2.
3. Надавите рукоятку джойстика вниз. Должно появиться число 4.
4. Надавите рукоятку джойстика вверх. Должно появиться число 8.
5. Нажмите на джойстике кнопку. Должно появиться число 16.

Если значения чисел соответствуют приведённым выше, то порт джойстика и разъём для него подключены правильно, джойстик работает.

3.9 Некоторые ситуации, возникающие при настройке компьютера

1. При работе компьютера на экране телевизора появляются чёрточки, точки или пропадает часть символа. Это происходит из-за неполной регенерации ОЗУ. В этом случае необходимо экспериментальным путём затянуть фронты сигналов AP0 D26 (3) и /RAS D26 (9), подключая конденсаторы ёмкостью 10-300 пФ между ними и линией GND.
2. При использовании микросхем К556РТ4 «С» старого года выпуска часто на бордюре и иногда на видимой части экрана возникают тёмные полосы (причём на работу компьютера они не влияют). В этом случае необходимо либо заменить К556РТ4 «С» (D27), либо с помощью конденсаторов, затягивая фронты сигналов POINT D36 (14), D30 (14) и BORD D36 (2), D30 (2), добиться их уменьшения или исчезновения.
3. На экране телевизора в каждом знакоместе тонкие в один пиксел полосы. Это происходит из-за неисправности одного из разрядов регистра D12 или обрыва связи между выходом этого разряда и соответствующим входом D19.
4. Не отображается заставка системного программного обеспечения. Проверка с помощью тестового ПЗУ проходит успешно (ОЗУ исправно). Последовательно после сброса: чёрный квадрат, убирющиеся вертикальные полосы, экран становится белым, но заставка не отображается. Проверьте цепь формирования сигнала сброс триггера D39.2. Из-за наличия на входе микропроцессора /INT нулевого уровня происходит закливание на обработке прерываний.
5. При однократном нажатии на любую клавишу клавиатуры, вводятся два или больше символов. Это происходит из-за паразитных пиков на выводе D28 (12), которые за интервал времени 20 миллисекунд 2-3 раза устанавливают триггер D39.2. В результате этого также нарушается работа оператора PAUSE языка BASIC. Необходимо на вход установки триггера D39.2 (11) подать сигнал с D23.2 (13), разорвав при этом старую связь с D28 (12). Эта доработка также устанавливает момент формирования прерывание в положение, более совместимое с оригинальным ZX Spectrum.

4 Доработки

4.1 Растяжение области бумаги на экране ТВ

Из-за использования в Балтике кварцевого резонатора на 16 МГц, размеры области бумаги (Paper) меньше, а размеры поля бордюра (Border) справа и слева на экране телевизора больше, чем в других вариантах с кварцевым резонатором на 14 МГц. Отображаемая графика немного сжата по горизонтали.

Чтобы доработать ваш ПК «Балтика» на частоту 14 МГц необходимо:

1. Заменить кварцевый резонатор на 14 МГц
2. Заменить микросхему D27 K556PT4 «С». Прошивка K556PT4 «С» для 14 МГц приведена ниже.
3. Между выводом D27 (9) и линией +5V подключить подтягивающий резистор с сопротивлением 1 кОм.
4. Соединить выводы D27 (9) и D21 (9), предварительно отсоединив последний от линии +5V.

556RT4(C)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
20	C	D	D	D	D	D	F	F	F	B	B	B	B	F	F	F
30	F	F	F	D	D	D	D	D	5	D	D	D	D	D	D	D
40	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
50	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
60	D	D	D	D	D	D	F	F	F	B	B	B	B	F	F	F
70	F	F	F	D	D	D	D	D	5	D	D	D	D	D	D	D
80	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
90	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
A0	B	B	B	B	B	B	B	B	F	F	F	F	B	B	B	B
B0	B	B	B	B	B	B	B	3	B	B	B	B	B	B	B	B
C0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ZQ1=14MHz

4.2 Корректное формирование сигнала /INT

Для увеличения стабильности работы программ надо изменить метод формирования спада сигнала /INT. В схеме ПК «Балтика» сброс триггера D39.2 осуществляется использованием сигналов /M1 и /IORQ, что не даёт стабильной длительности /INT. На рисунке 8 приведено изменение схемы. Длительность сигнала /INT должна составлять 7-9 микросекунд.

Свидетельством правильно подобранной цепи служит тот факт, что в распространённом тесте аппаратной части ZX Spectrum на вашем компьютере правильно и до конца пройдёт тест клавиатуры. Обычно неработающая программа Samantha Fox будет выполняться без сбоев.

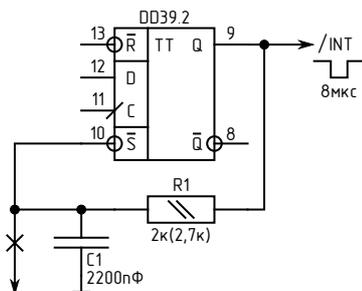


Рис. 8: Схема корректного формирования сигнала /INT

5 О взаимозаменяемости компонентов

Микросхемы серии К555, за исключением D14-D17, можно заменить аналогичными серий К155, К1533 и К1531.

Микросхемы серии К561 можно заменить аналогичными серий К564 и К1561.

Микросхемы памяти К565РУ5 можно ставить с любым индексом «Б», «В», «Г», «Д», за исключением «Д1» и «Д2».

Микросхему К555ИР27 можно заменить на К555ИР23.

Микросхему D13 К555АП6 с небольшими доработками платы можно заменить на К580ВА87.

Мультиплексоры К555КП12, за исключением D14-D17, можно заменить на К155КП2. Если же Вы поставили D14-D17 К155КП2, необходимо убрать элемент задержки сигнала /RAS D25.2.

Микросхему К555КП15 D19 можно заменить на К155КП7.

Счётчики К555ИЕ10 можно заменить на К555ИЕ18.

Вместо ПЗУ К556РТ4 можно поставить К556РТ11. В этом случае подтягивающие сопротивления ставить не нужно.

Вместо D37 К531ЛН1 лучше поставить К1533ЛН1. Потребляемая мощность у неё в 5-6 раз меньше чем у К531ЛН1.

Вместо D45 К554СА3 можно поставить К521СА3.

Микросхемы 2764 можно заменить на К573РФ4.

Вместо стабилитора КС119А можно поставить обычный светодиод АЛ307 либо два последовательно соединённых диода КД522.

6 Приложения

6.1 Приложение 1. Осциллограммы

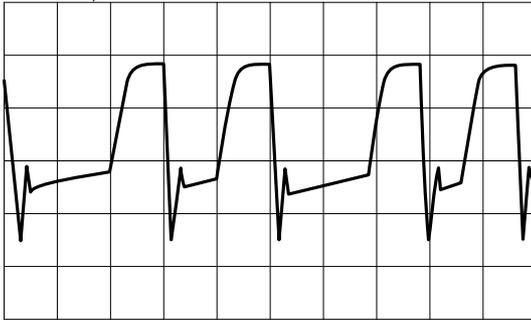
Все замеры произведены на осциллографе С1-65.

Номер микро-схемы	Номер вывода	Название сигнала	Номер осциллограммы
D1-D8	4	-	1
	15	-	2
D9	1	-	3
	2	-	4
	4	-	4
	5	-	5
	8	-	6
	9	-	7
	10	-	3
	11	-	8
	13	-	8
D10	11	ТТ	9
D11	11	/АВТ	10
D12	11	ТТ	9
D14	2	-	11
	4	-	12
	12	-	13
	14	-	14
D15	2	-	11
	3	-	15
	4	-	16
	12	-	17
	13	-	6
	14	-	14
D16	2	-	11
	3	-	15
	4	-	19
	12	-	20
	13	-	21
	14	-	14
D17	2	-	11
	12	-	22
D18	3	-	3
	4	-	6
	5	-	15
	6	-	21
	7	-	18
	10	-	23
	11	-	24
	14	-	10
D19	9	1M	25
	10	2M	26
	11	4M	27
D20	2	-	28
	11	-	25
	12	-	26
	13	-	27
	14	-	29
	15	-	30
D21	2	-	28
	7	-	30
	11	-	16
	12	-	17

Номер микро-схемы	Номер вывода	Название сигнала	Номер осциллограммы
	13	-	12
	14	-	13
	15	-	31
D22	2	-	28
	7	-	30
	10	-	31
	11	-	5
	12	-	4
	13	-	32
	14	-	20
	15	-	33
D23	1	-	33
	3	-	7
	4	-	19
	5	-	22
	7	-	34
	11	-	23
	12	-	24
	13	-	46
	15	-	34
D25	5	/RAS	35
	6	-	1
	8	-	2
	10	-	37
	11	-	36
	12	CAS	36
D26	1	/WAIT	38
	2	AP1	11
	3	AP0	14
	4	/ABT	10
	5	CAS	36
	6	/WRE	39
	7	/DAT	40
	9	/RAS	35
	10	8M	29
	11	4M	27
	12	2M	26
	13	1M	25
D27	1	-	45
	2	-	32
	3	-	23
	4	-	16
	5	-	13
	6	-	12
	7	-	17
	10	SYN	41, 42
	11	-	43
	12	-	8
	15	-	44
D28	1	-	24
	2	-	23
	4	-	22
	5	-	5
	6	-	7
	7	-	19
	9	-	44
	10	-	45
	15	-	46
D31	1	-	30

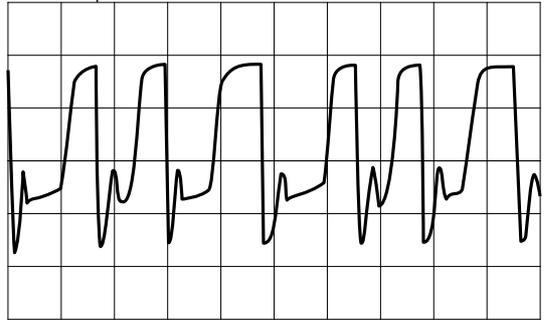
Номер микро-схемы	Номер вывода	Название сигнала	Номер осциллограммы
	3	-	9
D32	5	-	40
	11	-	47
D33	2	-	39
D34	1	-	48
	11	-	49
D35	4	-	49
D37	5	-	27
	6	-	51
	8	-	28
	9	-	50
D38	10	-	50
	4	-	48
D39	13	-	43
	9	-	52
D48	10	-	47
	11	-	34
	6	/CLK	51
	24	/WAIT	38

Осциллограмма 1



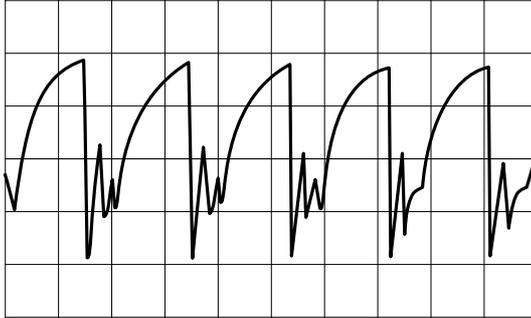
A=2В E=50 мксек.

Осциллограмма 2



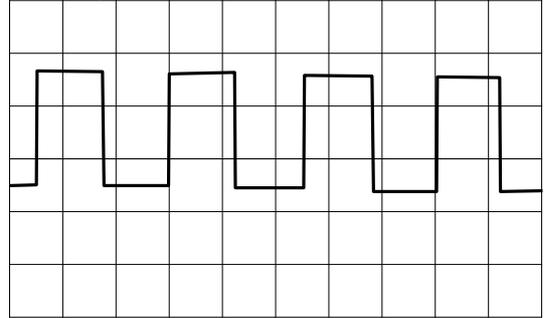
A=2В E=50 мксек.

Осциллограмма 3



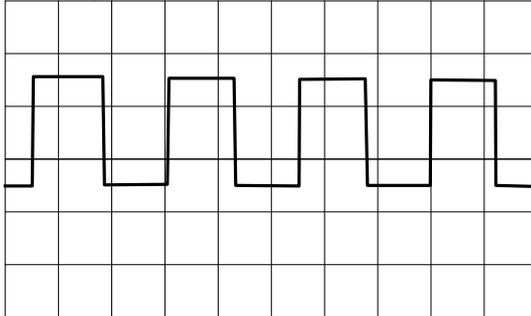
A=2В E=0,5 мксек.

Осциллограмма 4



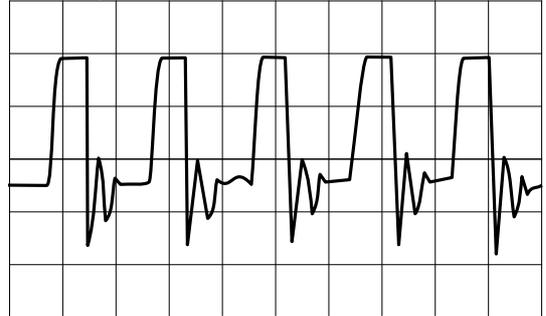
A=2В E=50 мксек.

Осциллограмма 5



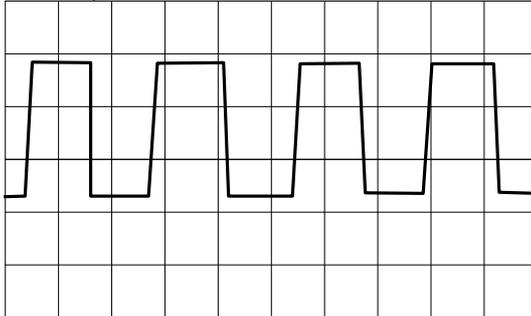
A=2В E=0,1 мксек.

Осциллограмма 6



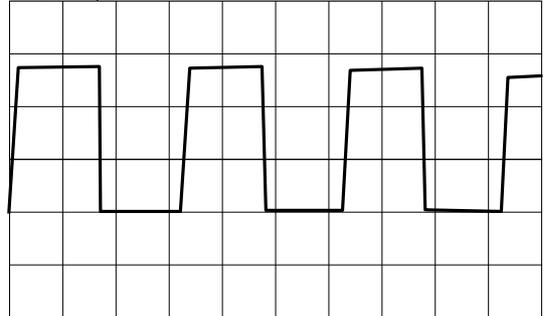
A=2В E=0,5 мксек.

Осциллограмма 7



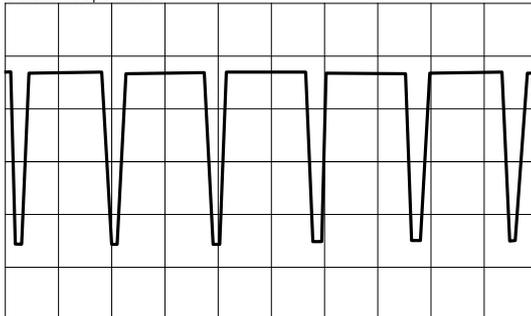
A=2В E=0,2 мксек.

Осциллограмма 8



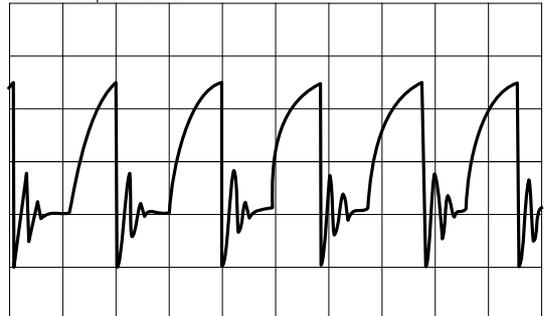
A=2В E=20 мксек.

Осциллограмма 9



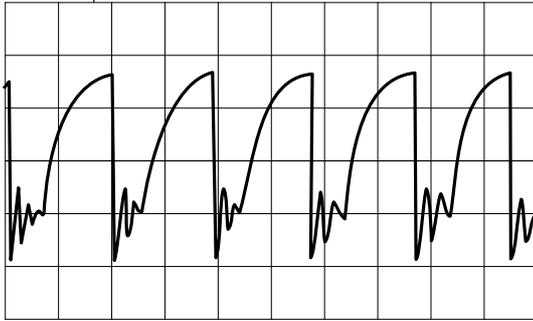
A=2В E=0,5 мксек.

Осциллограмма 10



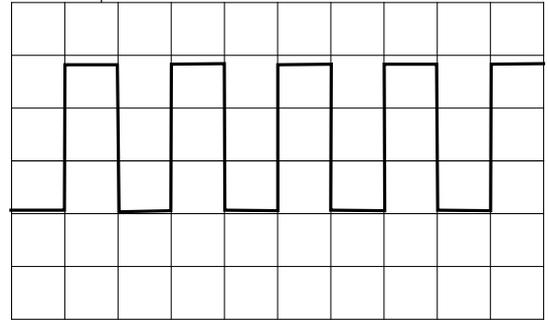
A=2В E=0,5 мксек.

Осциллограмма 11



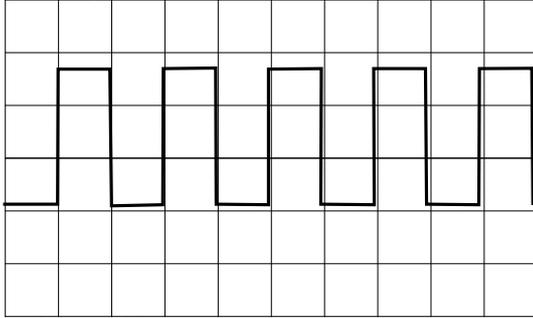
A=2В T=0,5 мксек.

Осциллограмма 12



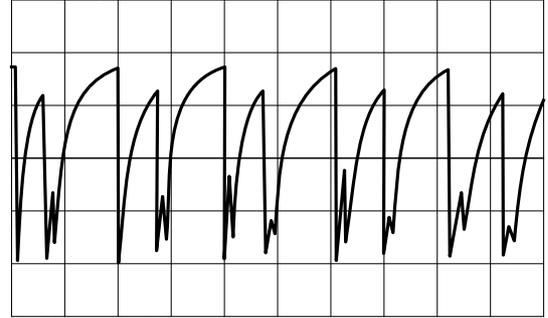
A=2В T=2 мксек.

Осциллограмма 13



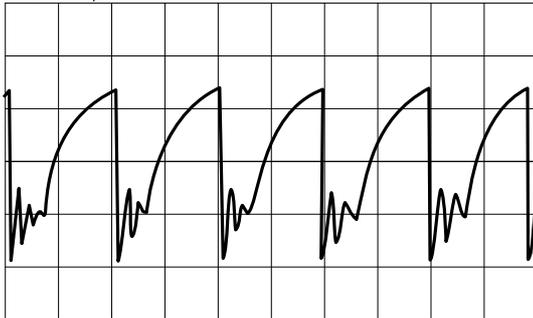
A=2В T=1 мксек.

Осциллограмма 14



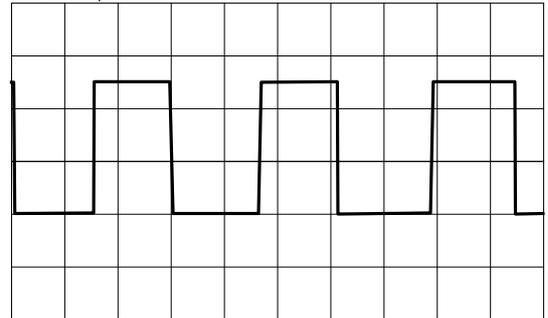
A=2В T=0.5 мксек.

Осциллограмма 15



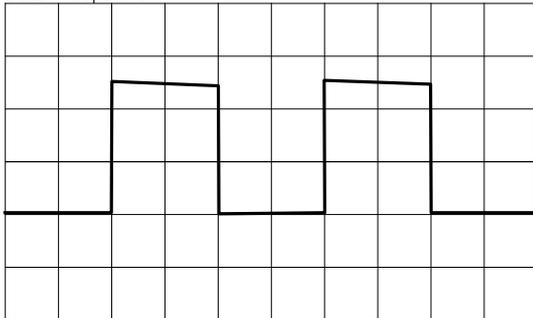
A=2В T=0,5 мксек.

Осциллограмма 16



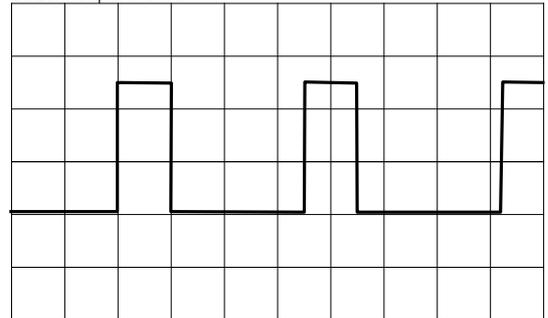
A=2В T=5 мксек.

Осциллограмма 17



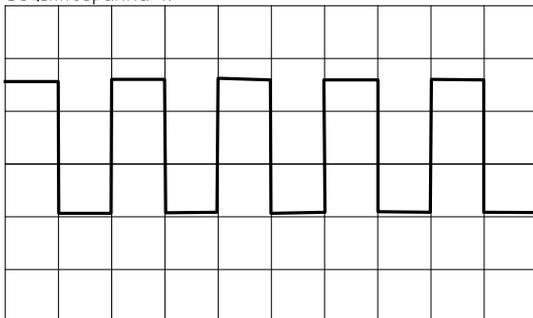
A=2В T=2 мксек.

Осциллограмма 18



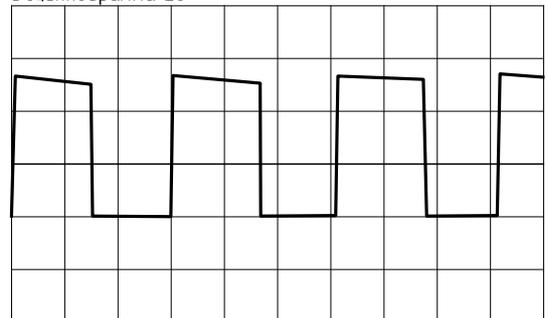
A=2В T=5 мксек.

Осциллограмма 19



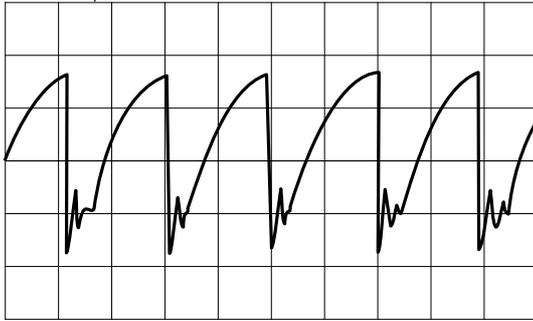
A=2В T=0,5 мксек.

Осциллограмма 20



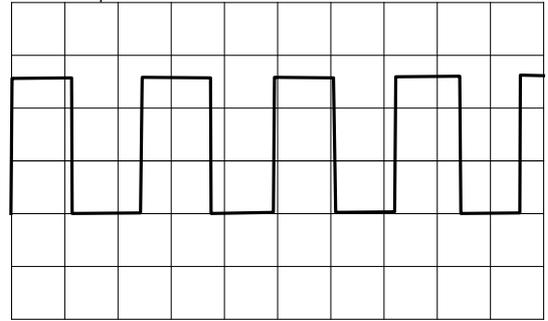
A=2В T=10 мксек.

Осциллограмма 21



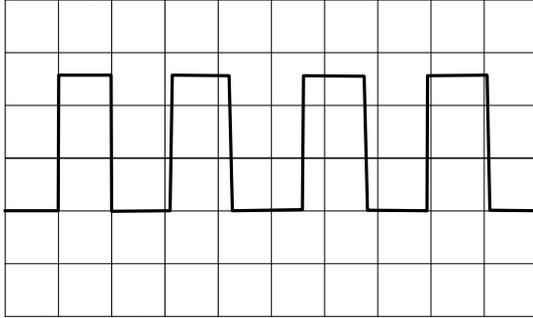
A=2В T=0,5 мсек.

Осциллограмма 22



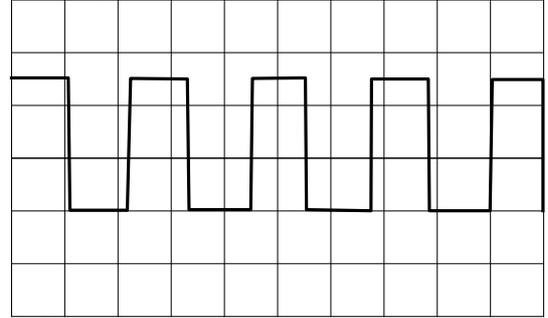
A=2В T=0,5 мсек.

Осциллограмма 23



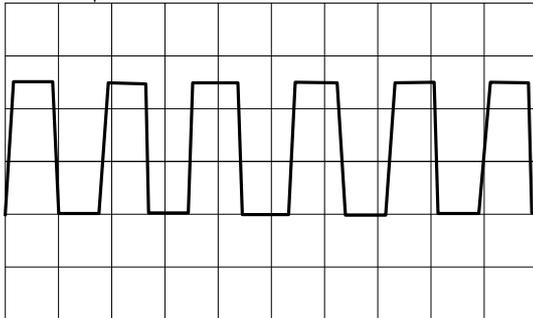
A=2В T=2 мсек.

Осциллограмма 24



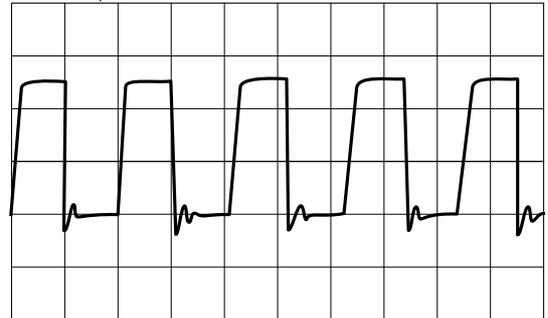
A=2В T=5 мсек.

Осциллограмма 25



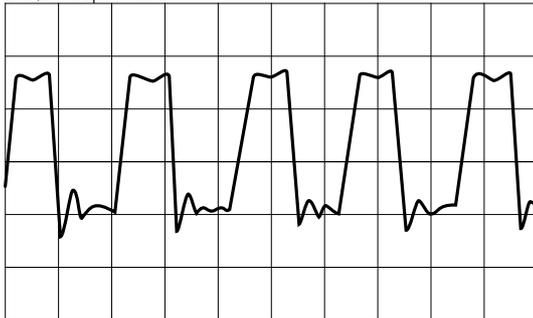
A=2В T=0,5 мсек.

Осциллограмма 26



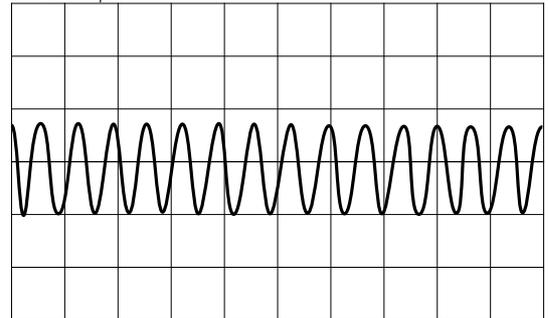
A=2В T=0,2 мсек.

Осциллограмма 27



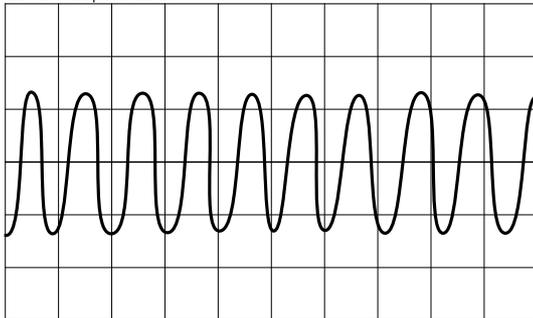
A=2В T=0,1 мсек.

Осциллограмма 28



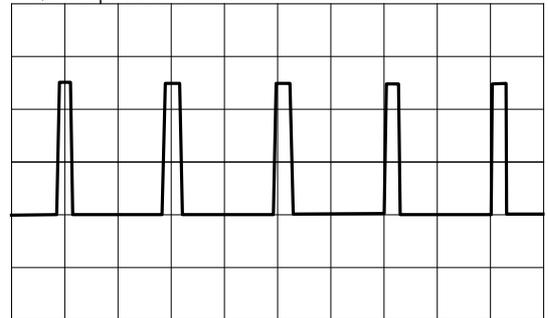
A=2В T=0,1 мсек.

Осциллограмма 29



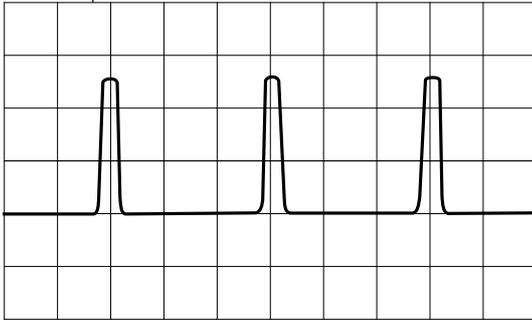
A=2В T=0,1 мсек.

Осциллограмма 30



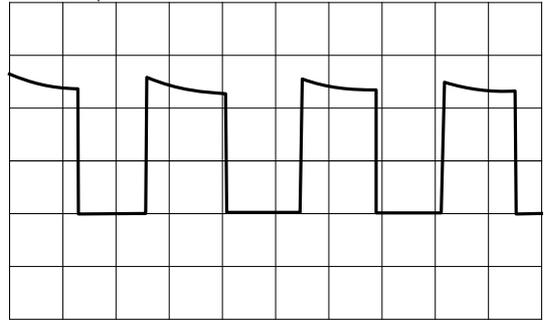
A=2В T=0,5 мсек.

Осциллограмма 31



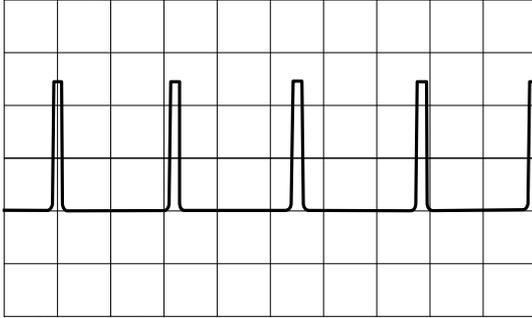
A=2В T=5 мксек.

Осциллограмма 32



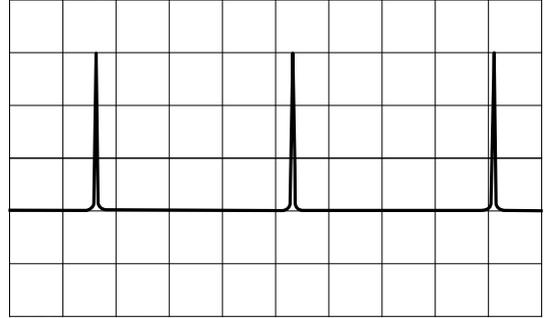
A=2В T=20 мксек.

Осциллограмма 33



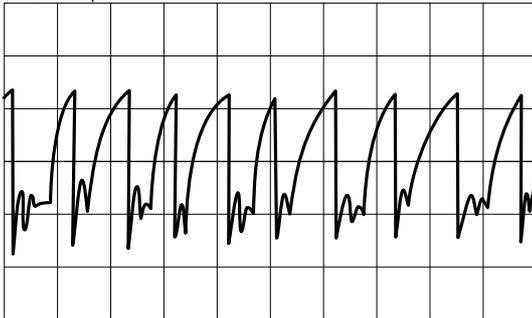
A=2В T=0,1 мксек.

Осциллограмма 34



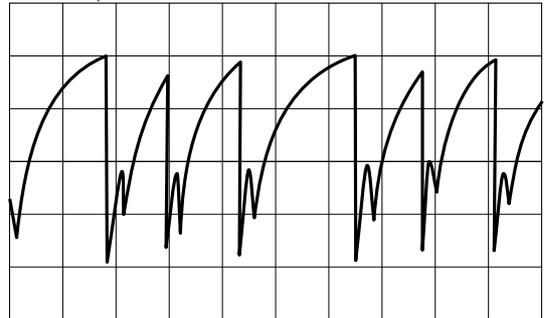
A=2В T=5 мксек.

Осциллограмма 35



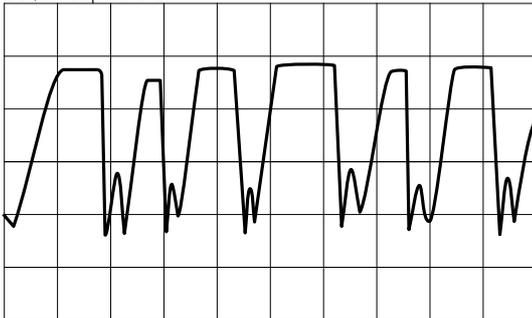
A=2В T=0,5 мксек.

Осциллограмма 36



A=2В T=0,2 мксек.

Осциллограмма 37



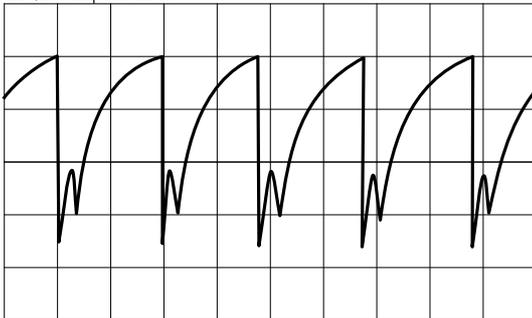
A=2В T=0,2 мксек.

Осциллограмма 38



A=2В T=0,5 мксек.

Осциллограмма 39



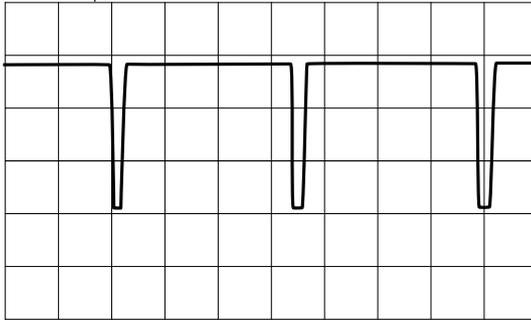
A=2В T=0,5 мксек.

Осциллограмма 40



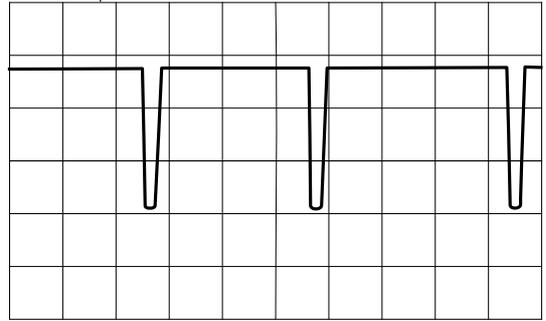
A=2В T=0,5 мксек.

Осциллограмма 41



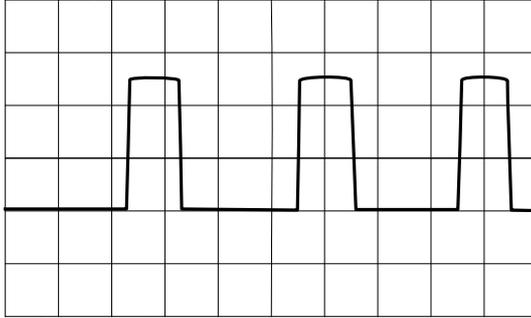
A=2В T=20 мксек.

Осциллограмма 42



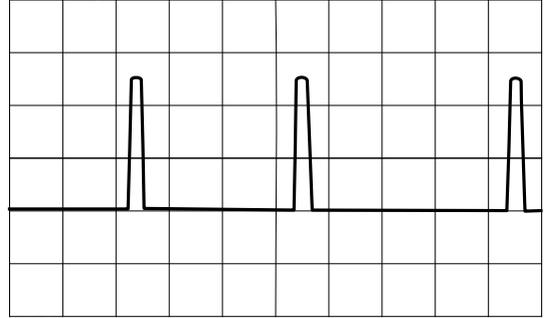
A=2В T= 5 мксек.

Осциллограмма 40



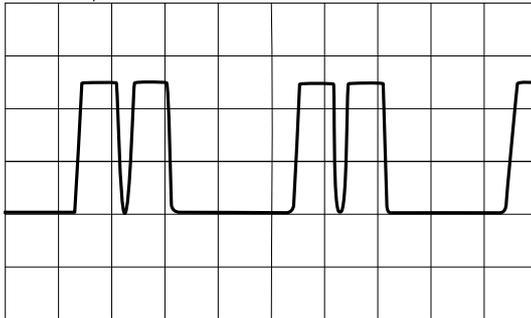
A=2В T= 5 мксек.

Осциллограмма 44



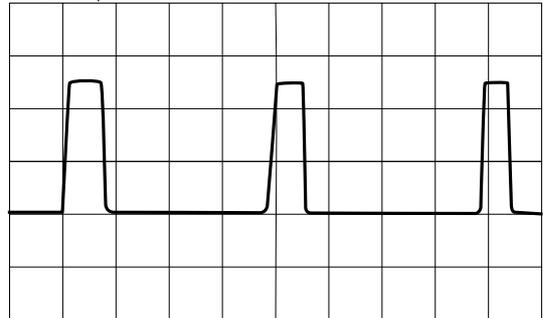
A=2В T= 5 мксек.

Осциллограмма 45



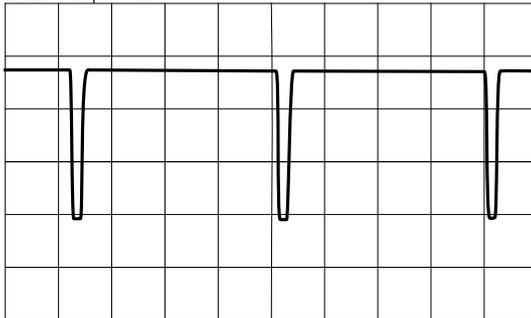
A=2В T= 5 мксек.

Осциллограмма 46



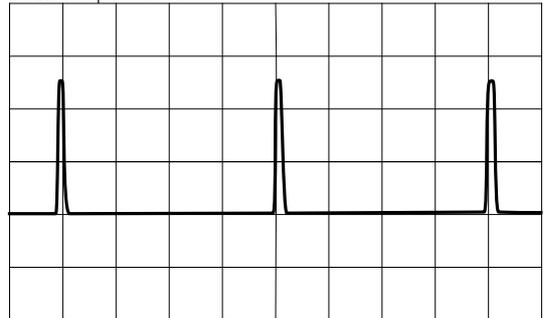
A=2В T= 5 мксек.

Осциллограмма 47



A=2В T= 5 мксек.

Осциллограмма 48



A=2В T= 5 мксек.

6.2 Приложение 2. Программируемый параллельный интерфейс K580BB55

Микросхема K580BB55 — программируемое устройство ввода-вывода параллельной информации. Применяется в качестве элемента ввода-вывода общего назначения, сопрягающего различные типы периферийных устройств. Условное графическое обозначение микросхемы приведено на рисунке 9, а назначение выводов в таблице 7.

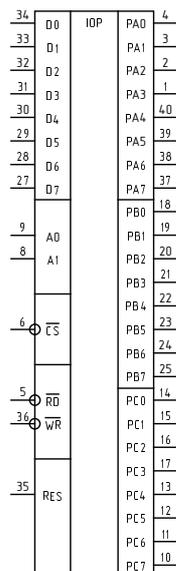


Рис. 9: Условное графическое обозначение ИС K580BB55

Таблица 7: Назначение выводов ИС K580BB55

Номер вывода	Обозначение	Наименование
27-34	D0-D7	Канал данных
9, 8	A0, A1	Адрес канала
6	/CS	Выбор устройства
5	/RD	Чтение
36	/WR	Запись
35	RES	Сброс
4-1, 40-37	PA0-PA7	Канал PA
18-25	PB0-PB7	Канал PB
14-17, 13-10	PC0-PC7	Канал PC
7	GND	Общий
26	Vcc	Питание

Обмен информацией между шиной данных системы и микросхемой осуществляется через восьмиразрядный двунаправленный трёхстабильный канал данных D. Для связи с периферийными устройствами используются 24 линии ввода-вывода, сгруппированные в два независимых восьмиразрядных канала PA и PB и два четырёхразрядных канала PC.

Микросхема может функционировать в трёх основных режимах. Режимы 0, 1, 2. Подключение микросхемы в компьютере Балтика без каких либо переделок позволяет работать в режиме 0, поэтому рассмотрим этот режим более подробно.

Этот режим обеспечивает возможность синхронной программно управляемой передачи данных через два независимых восьмиразрядных канала PA и PB и два четырёхразрядных канала PC.

Выбор соответствующего канала и направления передачи информации через канал определяется сигналами A0, A1 и сигналами /RD, /WR и /CS (см. табл. 8).

Таблица 8: управляющие сигналы K580BV55

Сигналы на входах					Направление передачи информации
A1	A0	/RD	/WR	/CS	
Операции ввода (чтение)					
0	0	0	1	0	РА → канал данных
0	1	0	1	0	РВ → канал данных
1	0	0	1	0	РС → канал данных
Операции вывода (запись)					
0	0	1	0	0	канал данных → РА
0	1	1	0	0	канал данных → РВ
1	0	1	0	0	канал данных → РС
1	1	1	0	0	канал данных → РУС
Операции блокировки					
X	X	X	X	1	канал данных → третье состояние
1	1	0	1	0	запрещённая комбинация

X — состояние входа безразлично

Режим работы каждого из каналов определяется содержимым регистра управляющего слова (РУС). Формат РУС описан в таблице 9.

При подаче сигнала RESET на вход RES, РУС устанавливается в состояние при котором все каналы настраиваются на работу в режиме 0 для ввода информации.

Режим работы каналов можно изменить как в начале, так и в процессе выполнения программы, что позволяет обслуживать различные периферийные устройства. Ниже приведён формат управляющего слова, определяющий режим работы каналов.

Таблица 9: Формат управляющего слова

Биты	Назначение
D0	разряды 0-3 канала РС. 0 → вывод 1 → ввод
D1	канал РВ. 0 → вывод 1 → ввод
D3	разряды 4-7 канала РС. 0 → вывод 1 → ввод
D4	канал РА. 0 → вывод 1 → ввод
D6, D5	режим работы РА и разрядов 4-7 РС. 00 → режим 0 01 → режим 1 1X → режим 2
D7	равен 1 ²

X - состояние бита безразлично

²Бит 7 РУС — «Флаг управления». 0 → оперирование битами (здесь не описан), 1 → выбор режима.

6.3 Приложение 3. Список компонентов

Обозначение	Описание	Номинал	Кол.	Корпус
C1	Конденсатор керамический	300 пФ	1	
C2 C4	Конденсатор ниобиевый, танталовый, электролитический	4,7 мкФ	2	
C3	Конденсатор керамический	1 мкФ	1	
D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9	ИМС. Динамическое ОЗУ 64 Кбит	K565PY5	8	DIP
D10 D11 D12 D42	ИМС. Четыре буферных элемента с тремя состояниями на выходе	K555ЛП8	1	DIP
D13	ИМС. Регистр восьмиразрядный с разрешением записи	K555ИР27	4	DIP
D14 D15 D16 D17 D30 D36	ИМС. Восьмиканальный двунаправленный формирователь с тремя состояниями на выходе	K555АП6	1	DIP
D18 D26	ИМС. Двухразрядный четырехканальный коммутатор с тремя устойчивыми состояниями на выходах	K555КП12	6	DIP
D19	ИМС. Электрически программируемое ПЗУ. 256 бит (32 слова x 8 разрядов)	K155PE3	2	DIP
D20 D21 D22	ИМС. Восьмивходовый селектор-мультиплексор с тремя устойчивыми состояниями на выходе	K555КП15	1	DIP
D23 D43 D24 D29 D38 D25	ИМС. Двоичный синхронный четырехразрядный счетчик	K555ИЕ10	3	DIP
D27 D28	ИМС. Два четырехразрядных счетчика	K561ИЕ10	2	DIP
D31 D40 D32	ИМС. Шесть логических элементов НЕ	K555ЛН1	3	DIP
D33	ИМС. Четыре двухходовых элемента Иключающее ИЛИ	K555ЛП5	1	DIP
D34	ИМС. Электрически программируемое ПЗУ. 1024 бит (256 слова * 4 разряда)	K556РТ4	2	DIP
D35	ИМС. Четыре логических элемента 2И-НЕ	K555ЛА3	2	DIP
D37	ИМС. Четыре логических элемента 2ИЛИ	K555ЛЛ1	1	DIP
D39	ИМС. Три логических элемента 3ИЛИ-НЕ	K555ЛЕ4	1	DIP
D41	ИМС. Сдвоенный дешифратор-мультиплексор 2-4	K555ИД4	1	DIP
D44	ИМС. Шесть логических элементов НЕ с блокировкой и запретом	K561ЛН1	1	DIP
D45	ИМС. Шесть логических элементов НЕ	K531ЛН1	1	DIP
D46 D47	ИМС. Два D-триггера	K555ТМ2	1	DIP
D48	ИМС. Четыре D-триггера с прямыми и инверсными выходами	K555ТМ8	1	DIP
R1 R2 R44 R46 R48	ИМС. Программируемый параллельный интерфейс	K580ВВ55А	1	DIP
R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R28	ИМС. Компаратор напряжения	K554СА3	1	DIP
R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R37 R38 R39 R40 R41 R42 R45 R47 R54	ИМС. Перепрограммируемое ПЗУ. 8 КиБ (8192 слова * 8 разрядов)	SN2764	2	DIP
	ИМС. Центральный процессорный элемент	Z80А CPU	1	DIP
	Резистор МЛТ-0,125	360 Ом	5	
	Резистор МЛТ-0,125	10 кОм	10	
	Резистор МЛТ-0,125	1 кОм	32	

Обозначение	Описание	Номинал	Кол.	Корпус
R36	Резистор МЛТ-0,125	100 кОм	1	
R43	Резистор МЛТ-0,125	1,8 кОм	1	
R49 R50 R51 R52 R53	Резистор МЛТ-0,125	7,5 кОм	5	
R55 R56 R57	Резистор МЛТ-0,125	5,6 кОм	3	
R58 R59 R60	Резистор подстроечный	22 кОм (?)	3	
VD1 VD2 VD3 VD4 VD5 VD6 VD7 VD8 VD9 VD10 VD12 VD13 VD14 VD11	Диод кремниевый импульсный	КД522Б	13	
ZQ1	Стабистор кремниевый малой мощности, $U_{ст} = 1,9 В$	КС119А	1	
	Кварцевый резонатор	16 МГц	1	НС-49U