

## ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР "ЭРИК"

Предлагаемый для повторения персональный компьютер является более совершенной модификацией ПК "Специалист". Необходимость его разработки вызвана повышением требований радиолюбителей к своим компьютерам, желанием оснастить их различного рода контроллерами, модемами и пр. Закрытая архитектура ПК "Специалист" не позволяет оснащать его периферийными устройствами без принятия специальных мер.

Разработчики схем по - разному решают эту проблему, в результате чего появляется множество аппаратных доработок со своим программным обеспечением, часто противоречащих друг другу. Такая неразбериха приводит к различным модификациям ПК и программной несовместимости.

Для преодоления этих сложностей на базе ПК "Специалист" разработан новый программно совместимый с ним персональный компьютер с открытой архитектурой и контроллером НГМД. Он снимает проблему расширения, т. к. имеет полный доступ к адресному пространству ввода - вывода и расширенное до 32 МБайт адресного пространства памяти. Несмотря на простоту (всего 54 микросхемы), новый компьютер весьма перспективен для радиолюбителей, т. к. позволяет работать со сложными программами, занимающими большой объем памяти, в цветном графическом режиме, использовать накопители на гибких магнитных дисках, принтеры, модемы, последовательные и параллельные порты. Оснащение его операционной системой СР/М позволяет использовать огромный банк уже имеющегося программного обеспечения в комплекте с различным периферийным оборудованием.

Компьютер содержит:

- системный канал с буферизованными шинами адреса и данных;
- шины управления;
- шины расширения памяти;
- контроллер НГМД;
- процессор Z80A, работающий на частоте 4 МГц;
- микросхему ПЗУ 27512, позволяющую хранить в постоянной памяти не только "Загрузчик" и "Монитор" от ПК "Специалист", но и загрузчик ОС, "Бейсик", различные знакогенераторы и пр.;
- регистр цвета, позволяющий создавать на экране цветное изображение, независимо кодируя две экранные области ОЗУ своим цветом, и устанавливать цвет фона;
- преобразователь +5 В → +12 В для питания микросхем КР1818ВГ93 и КР140УД608.

Технические характеристики компьютера:

- процессор Z80A - 4 МГц, до 1 миллиона операций в секунду;
- объем ОЗУ на плате - 64 кБайт (КР565РУ5 - 8 шт.);
- объем ПЗУ на плате - 64 кБайт (27512);
- подключение дополнительной памяти - до 32 МБайт;
- цветной графический режим - 384 X 256 точек, одновременно 4 цвета из 8 основных;
- 2 независимые экранные области ОЗУ;
- контроллер НГМД - 2 НГМД;
- клавиатура ПК "Специалист";
- один источник питания +5 В / 1,5 А.

Перечень элементов к схеме электрической принципиальной:

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| D1 - КР1533ТЛ2;       | D24...D27, D40 - КР1533КП19;                    |
| D2, D52 - КР1533ИЕ10; | D28, D29, D47 - КР1533АП6;                      |
| D3, D4 - К555ИЕ19;    | D30...D37 - КР565РУ5;                           |
| D5, D51 - КР1533ТМ2;  | D38 - КР1533АП5;                                |
| D6 - КР1533ЛА2;       | D39, D42 - КР1533ИР35;                          |
| D7, D15 - КР1533ЛА3;  | D41 - КР1533ИД7;                                |
| D8 - КР1533ЛИ1;       | D43 - КР1533ИР27;                               |
| D9, D53 - КР1533ЛН10; | D44...D46 - КР1533ИР10;                         |
| D10 - КР1533ЛЛ1;      | D49, D50 - КР1533ЛА9;                           |
| D11, D14 - КР1533ЛЕ1; | D54 - КР1818ВГ93;                               |
| D12 - КР1533ЛА10;     | L1 - 100 витков ПЭВ 0,23, диаметром намотки - 6 |

мм;

D13 - КР1533ЛИ6;	A1 - КР140УД608;
D16 - КР1533ЛП5;	Q1 - 16 МГц;
D17 - КР1858ВМ1;	V1, V3, V5, V6, V13 - КД522;
D18 - 27512;	V2, V9 - КТ361В;
D19, D20, D48 - КР1533ТМ8;	V4 - КТ805БМ;
D21 - КР580ВВ55А;	V7 - КС168А;
D22, D23 - КР1533АП5;	V8, V10...V12 - КТ315Б.
Резисторы МЛТ - 0,125:	Конденсаторы:
R1, R29, R33, R36, R47...R49 - 680 Ом;	C1 - 47...100 пФ;
R2...R5, R40...R45 - 330 Ом;	C2, C4, C10 - 100 мкФ X 16 В;
R6...R8 - 1 кОм;	C3, C6, C9, C11, Cn - 0,1 мкФ;
R9 - 100 кОм;	C5 - 1 мкФ;
R10 - 22 кОм;	C7 - 0,01 мкФ;
R11 - 15 кОм;	C8 - 2,2 мкФ.
R12 - 4,7 кОм;	
R13 - 220 кОм;	
R14 - 3,3 кОм;	
R15, R17 - 100 Ом;	
R16, R22 - 1,5 кОм;	
R18, R20, R21, R23, R24, R26 - 47 Ом;	
R19 - 3 кОм;	
R25 - 750 Ом;	
R27, R28 - 2,2 кОм;	
R30...R32, R34, R35, R37...R39 - 220 Ом;	
R46 - 10 кОм.	

#### ПЕЧАТНАЯ ПЛАТА

Компьютер собран на печатной плате размером 180 X 250 мм (рис.1). Малая плотность размещения элементов улучшает тепловой режим и делает его более доступным для повторения начинающими радиолюбителями. Печатная плата разведена в соответствии со схемой и не имеет перемычек. Нумерация элементов и их выводов полностью совпадают на принципиальной электрической схеме (рис.2), печатной плате и схеме расположения элементов (рис.3), что облегчает монтаж и наладку компьютера.

Обозначения элементов на самой печатной плате отсутствуют, поэтому при монтаже надо руководствоваться схемой расположения элементов. Блокировочные конденсаторы устанавливаются на шины питания микросхем для фильтрации питающего напряжения +5 В. Их количество должно быть 10...20 шт., а при необходимости – и больше. Особое внимание необходимо обратить на фильтрацию микросхем ОЗУ – здесь желательно устанавливать конденсатор на каждую микросхему. Емкость конденсаторов может быть в пределах 0,047...0,15 мкФ.

Все радиоэлементы устанавливаются на плату и хорошо пропаивают выводы с обеих сторон, т. к. многие отверстия являются переходными проводниками с одной стороны платы на другую. Переходные отверстия, не используемые для установки элементов, необходимо проверить до начала монтажа и при необходимости – пропаять. Для надежной работы компьютера желательно, чтобы все микросхемы были запаяны в плату. Исключение составляет микросхема ПЗУ (27512), которая должна устанавливаться на панельку.

Перед тем как впаивать микросхемы в плату, необходимо проверить их работоспособность. Радиолюбители, испытывающие трудности с проверкой микросхем, могут, как исключение, устанавливать панельки под процессор КР1858ВМ1, контроллер НГМД КР1818ВГ93, параллельный периферийный адаптер КР580ВВ55А и одну микросхему ОЗУ КР565РУ5. Однако это снижает надежность компьютера и вызывает помехи и сбои в работе, а иногда делает компьютер вообще неработоспособным.

В зависимости от возможностей радиолюбителей и их потребностей ряд элементов схемы можно не устанавливать вообще или устанавливать позже – по мере необходимости. К ним относятся:

- контроллер НГМД;
- канал работы с магнитофоном;
- буферы шин адреса;
- регистр «окна» для расширения памяти;

- преобразователь +5 В → +12 В;
- разъем X2.

Разъем X1 является основным, через него осуществляется подключение компьютера к блоку питания, клавиатуре, накопителям на гибких магнитных дисках, а также выход сигналов синхронизации и видеосигналов на телевизионный монитор и ряд служебных сигналов.

Разъем X2 предназначен для расширения компьютера и подключения к нему дополнительных плат. Он содержит выходы системного канала (буферизированные шины адреса и данных), шины расширения адресного пространства и шины тактового генератора, предназначенные для синхронизации внешних устройств. В простейшем варианте компьютера этот разъем (X2) может не устанавливаться до тех пор, пока нет плат расширения.

При использовании внешнего источника питания +12 В внутренний преобразователь +5 В → +12 В можно не устанавливать.

Возможна совместная работа двух источников, что предпочтительнее. Для крепления печатной платы в ней имеются 4 отверстия по углам под винты, однако возможны и другие варианты установки – в зависимости от конструкции компьютера.

### АДРЕСНОЕ ПРОСТРАНСТВО И АРХИТЕКТУРА ПК

Программная совместимость двух компьютеров требует не только совместимых процессоров, но и одинаковой архитектуры. Должны быть одинаково распределены: адресное пространство памяти (ОЗУ и ПЗУ), адресное пространство ввода - вывода, структура построения экранной области ОЗУ; должны совпадать адреса всех используемых портов (клавиатура, звук, канал работы с магнитофоном и др.).

Именно поэтому новый компьютер почти полностью повторяет архитектуру ПК "Специалист". Однако адресного пространства в 64 кБайт явно недостаточно, поэтому при одинаковой архитектуре разбивка адресного пространства, повторяющая ПК "Специалист", является одним из вариантов, устанавливаемых по "сбросу", из множества возможных.

Для расширения адресного пространства памяти в компьютер введен регистр расширения RR, выполненный на микросхеме D39 (KP1533IP35) и адресуемый (только для записи) по адресу ввода - вывода F1H. Этим регистром формируются 2 дополнительных адресных разряда A16 и A17, увеличивающих память до 256 Кбайт. Для большей "гибкости" компьютера переключение адресного пространства осуществляется блоками по 16 кбайт в зависимости от адресных разрядов A15 и A14, выставяемых процессором. Поэтому в регистр RR записываются 4 значения адресных разрядов A17 и A16 для каждого блока адресов, определяемых адресными разрядами A15 и A14.

Значение разрядов регистра RR следующее: адресным разрядам A17 и A16 соответствуют:

- разряды D1, D0 для адресов (A15, A14=00) 0000H...3FFFH;
- разряды D3, D2 для адресов (A15, A14=01) 4000H...7FFFH;
- разряды D5, D4 для адресов (A15, A14=10) 8000H...BFFFH;
- разряды D7, D6 для адресов (A15, A14=11) C000H...FFFFH.

Например, по сигналу "сброс" A17 и A16 устанавливаются в "1" при любых значениях A15 и A14. Значения A17, A16=11 определяет в адресном пространстве область ПЗУ, где записана программа инициализации компьютера с адреса 0000H. Именно с этого адреса процессор начинает работу после поступления сигнала /RESET (сброс). Затем в регистр RR заносится (по программе) значение 14H (00010100B).

Значение A17, A16=10 определяет обращение процессора к ОЗУ, установленному на плате. При этом значении (14H) формируется следующее адресное пространство компьютера: по адресам 0000H...3FFFH, C000H...FFFFH - ПЗУ; по адресам 4000H...BFFFH - внутреннее ОЗУ. Такое построение адресного пространства памяти необходимо для организации "стека" в ОЗУ и отработки программы инициализации, после окончания которой в регистр RR заносится значение 15H, определяющее (вариант ПК "Специалист") 48 кбайт внутреннего ОЗУ (0000H...BFFFH) и 16 кбайт ПЗУ (C000H...FFFFH) с переходом по адресу C000H - "загрузчик" ПК "Специалист".

Следует обратить внимание на то, что при значении A17=1 включается внутренняя память компьютера - ОЗУ и ПЗУ, а при A17=0 - внешняя память

размером в 128 Кбайт (Рис.4). Однако 256 Кбайт памяти тоже недостаточно для современного компьютера, поскольку некоторые фирменные программы занимают объем памяти в несколько сотен кбайт. Например, язык Си фирмы Digital Research занимает объем памяти 526 кбайт. Кроме того, для полного использования всех возможностей операционной системы CP/M необходима память до 1 Мбайта. Поэтому адресное пространство в 128 кбайт при A17=0 используется в качестве "окна" расширения. Для этого в компьютер введен регистр "окна" - RW, выполненный на двух микросхемах D19, D20 (KP1533TM8). Регистр адресуется (только для записи) по адресу ввода - вывода F0H. Выходы этого регистра (Q7...Q0, /Q7.../Q0) совместно с A17=0 определяют подключение одного из 256 возможных блоков памяти объемом в 128 Кбайт каждый. Таким образом, максимально возможная внешняя память компьютера составляет 32 Мбайт, что более чем достаточно для радиолюбительского компьютера сегодня и перспективно в будущем, особенно при работе с операционной системой.

Необходимо обратить особое внимание на старшие 16 кбайт памяти ПЗУ (C000H...FFFFH). В ПК "Специалист" это адресное пространство распределено следующим образом: адреса C000H...EFFFH - ПЗУ; F000H...F7FFH - дополнительный параллельный периферийный адаптер KP580BB55A - программатор и пр.; F800H...FFFFH - основной параллельный периферийный адаптер KP580BB55A - клавиатура, звук, канал работы с магнитофоном.

Использование 2 Кбайт памяти вместо четырех адресов, используемых KP580BB55A, расточительно и недопустимо, поэтому, учитывая малую применяемость дополнительного адаптера, решено его адреса использовать в ПЗУ (F000H...F7FFH). Сложнее обстоит дело с основным адаптером, его базовая программная поддержка не позволяет ликвидировать или перенести его на другие адреса. Поэтому данный порт оставлен без изменений, однако в компьютер введен дополнительный внешний сигнал /BЛОК, блокирующий этот порт и включающий вместо него ПЗУ и позволяющий использовать все 64 кбайт памяти ПЗУ.

Экранная область ОЗУ по структуре и расположению в адресном пространстве соответствует ПК "Специалист" - 9000H...BFFFH. Возможность использования старших адресов C000H...FFFFH в качестве ОЗУ позволяет разместить в них еще одну экранную область ОЗУ, аналогичную первой по размерам и структуре и расположенную по адресам D000H...FFFFH. Структура экранных областей представлена на рис.5.

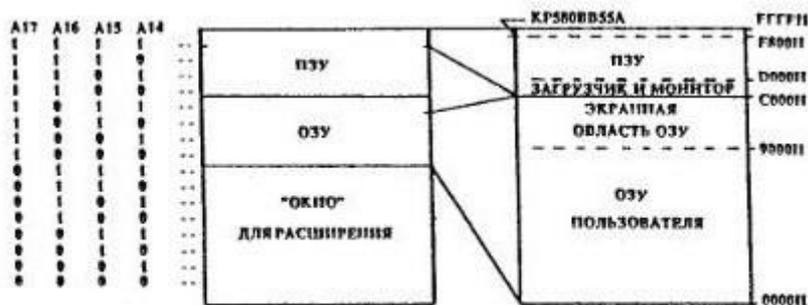


Рис 4.  
Карта памяти.

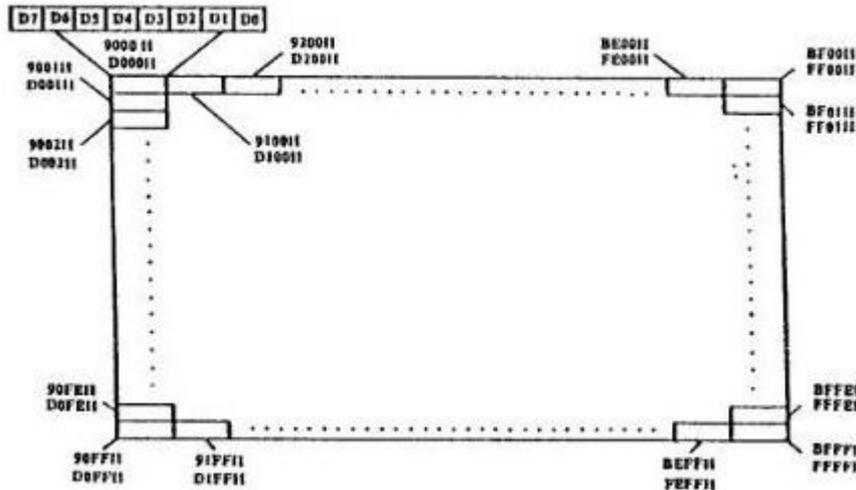


Рис 5.  
Структура экранных областей.

Информация из этих двух экранных областей ОЗУ одновременно выводится на ТВ - монитор, формируя изображение. Для получения цветного изображения в компьютере установлен регистр цвета RC, выполненный на микросхеме D42 (K555IP35). Регистр адресуется (только для записи) по адресу ввода - вывода F2H. Регистр RC присваивает цвет каждой экранной области независимо, а также кодирует цвет фона, что дает возможность одновременно высвечивать на экране 4 цвета из 8 основных.

Структура регистра RC:

- разряды D2, D1, D0 - G, R, B экранной области 9000H...BFFFH;
- разряды D5, D4, D3 - G, R, B экранной области D000H...FFFFH;
- разряды D7, D6 - G, B - цвет фона.

Окончательное формирование цвета реализовано на элементах D49, D50, V10...V12. Выходы формирователя используются для подключения цветного или монохромного монитора (цвета заменяются градациями яркости). Выходные сигналы цвета являются аналого - цифровыми, что дает возможность при одинаковых цветах двух экранных областей получать цветное изображение с разной градацией яркости и предоставляет компьютеру дополнительные возможности.

Современный, даже радиолюбительский, компьютер требует возможности работы с накопителями на гибких магнитных дисках. Поэтому в схему введен контроллер НГМД, выполненный на микросхеме D54 (KP1818BG93). Выходные интерфейсные сигналы формируются буферными формирователями с открытыми коллекторными выходами на микросхеме D53 (KP1533ЛН10). Формирователь сигнала чтения и сигнала синхронизации обеспечивает качественное считывание данных с накопителя на гибких магнитных дисках. Он выполнен на микросхемах D51 (KP1533ТМ2) и D52 (KP1533ИЕ10). Для получения дополнительных сигналов введен регистр диска RF, адресуемый (только для записи) по адресу ввода - вывода F3H и выполненный на микросхеме D48 (KP1533ТМ8). Назначение разрядов регистра RF:

- разряд D0 - сторона дискеты. При D0="0" - 0 - я сторона, при D0="1" - 1 - я сторона;
- разряд D1 - выбор дисковод. При D1="0" - дисковод "А", при D1="1" - дисковод "В";
- разряд D3 - сигнал установки плотности чтения - записи информации на дискету. При D3="0" - двойная плотность, при D3="1" - одиночная плотность;
- разряд D4 - сигнал "сброс", поступающий на контроллер НГМД KP1818BG93.

Адресуется контроллер НГМД по адресам ввода - вывода:

- F4H - при записи - регистр команд для записи текущей выполняемой команды, при чтении - регистр состояния для определения текущего состояния различных функциональных узлов микросхемы и НГМД;
- F5H - регистр дорожки для записи номера требуемой дорожки или хранения информации о номере дорожки, на которой находится магнитная головка;
- F6H - регистр сектора для хранения информации о номере считываемого

(записываемого) сектора;

- F7H - регистр данных для приема, хранения и преобразования данных.

#### ОПИСАНИЕ РАБОТЫ КОМПЬЮТЕРА

Синхронизация работы всех устройств компьютера осуществляется от стабильного кварцевого генератора, собранного на одном пороговом элементе микросхемы D1.1 (KP1533TL2 - триггера Шмитта) с задающей RC - цепочкой и кварцевым резонатором. Стабильная частота 16 МГц поступает на вход синхронного счетчика D2 (KP1533IE10).

Синхронные выходные сигналы счетчика используются для формирования служебных сигналов в компьютере:

- F - тактовый сигнал (4 МГц) для процессора;

- C10 - тактовый сигнал (8 МГц) для сдвигающих регистров D44...D46 (KP1533IP10);

- /RAS - сигнал адреса строки для ОЗУ;

- /CAS - сигнал адреса столбцов для ОЗУ.

Эти же сигналы вместе с другими участвуют в формировании служебных сигналов:

/OEM - сигнал включения буферного формирователя данных внутреннего ОЗУ;

/WAIT - сигнал "ожидание" для процессора;

/L10 - сигнал параллельной записи данных в сдвигающие регистры.

Выходной сигнал синхронного счетчика G/8 (1 МГц) поступает на цепочку последовательных счетчиков D3, D4 (K555IE19), которые осуществляют циклический счет с периодом кадровой развертки равный 19968 мкс.

Из выходных сигналов этих счетчиков формируются следующие сигналы:

R19 - сигнал сброса счетчиков для организации цикла в 19968 мкс;

/L10, /SS - синхросмесь строчных и кадровых синхроимпульсов, поступающих на усилитель V9 и далее - на ТВ - монитор, осуществляя развертку видеоконтрольного устройства.

Кроме того, сигнал G2 (125 кГц) используется в преобразователе +5В → +12В.

Импульсный преобразователь напряжения выполнен на транзисторном ключе V4 и накопителе энергии - индуктивности L1. Транзистор V4 открывается с частотой 125 кГц. При открытом транзисторе индуктивность накапливает энергию, а при закрытом - отдает ее через диод V6 на емкость C4 и нагрузку по цепи +12 В. Стабилитрон V7 ограничивает напряжение на уровне +12 В. Преобразователь позволяет подключить нагрузку до 20...25 мА, что вполне достаточно для питания внутренней схемы (KP1818BG93 и KP140УД608). При наличии внешнего источника питания +12 В преобразователь можно не монтировать на плате. Следует отметить нетрадиционное включение микросхемы A1 (KP140УД608), необходимое для исключения третьего источника питания - 5 В.

Для установки компьютера в исходное состояние служит схема формирования сигнала RESET (сброс), выполненная на микросхеме D5.1 (KP1533TM2). Микросхема тактируется сигналом КГИ - кадровым гасящим импульсом. Первый "сброс" осуществляется по включению компьютера в сеть. Он формируется зарядом конденсатора C2 до уровня "1". Последующие сигналы "сброс" (RESET) формируются, при необходимости, нажатием клавиши "СБР", которая включается между сигналом СБР и общей точкой (корпусом). По сигналу "сброс" приводятся в исходное состояние все микросхемы, имеющие данный вход, и компьютер приводится в исходное состояние:

- процессор обнуляет свои внутренние регистры и переводит шины адреса и данных в высокоимпедансное состояние;

- адаптер клавиатуры устанавливает свои три порта А, В, С на ввод данных;

- регистры D19, D20, D39, D42, D48 устанавливают на своих выводах "0";

- устанавливается в исходное состояние контроллер НГМД.

Во время действия сигнала "сброс" работа процессора прекращается, в работе остаются счетчики D2...D4, формирующие строчные и кадровые гасящие и синхронизирующие импульсы, а также микросхемы ОЗУ, опрашиваемые по нарастающим адресам, формируемым счетчиками D3, D4 происходит считывание информации из экранных областей ОЗУ и передача их на сдвигающие регистры. Однако на экране присутствует темное поле, т. к. регистр D42 "сбросом" установил "черный" цвет отображения. При последовательном опросе микросхем ОЗУ происходит их регенерация с циклом в 128 мкс, что не дает "потерять" информацию

из микросхем динамического ОЗУ. Такой опрос экранных областей ОЗУ происходит постоянно, независимо от сигнала "сброс" и других сигналов.

#### АДРЕСНОЕ ПРОСТРАНСТВО

Счетчики D2...D4, тактируемые кварцевым генератором, работают в режиме нарастающего счета. Микросхема D2 работает в режиме двоичного счета и имеет на выводах "меандры" частот, кратных 2:

- 2G - 16 МГц (T=62,5 нс);
- G - 8 МГц (T=125 нс);
- G/2 - 4 МГц (T=250 нс);
- G/4 - 2 МГц (T=500 нс);
- G/8 - 1 МГц (T=1 мкс).

Эти сигналы используются для формирования служебных сигналов.

Выход ТС микросхемы D2 используется для формирования сигнала /L10 - параллельная запись в сдвигающие регистры D44...D46 (KP1533IP10). Сигнал /L10 блокируется сигналом с выхода 13 микросхемы D11 - смесь строчных и кадровых гасящих импульсов. Сигнал F тактовой частоты процессора является "задержанным" сигналом G/2. Задержка выполнена на элементах микросхем D1.3 и D9.1. Она необходима для увеличения времени выборки данных при обращении процессора к микросхемам ОЗУ в цикле M1. Тактовый сигнал C10 является инвертированным сигналом C, который инвертируется элементом микросхемы D14.2. Тактовый сигнал C10 с периодом в 125 нс предназначен для побитного вывода информации из экранных областей ОЗУ на ТВ - монитор последовательным сдвигом записываемых байтов в сдвигающие регистры. Во время действия гасящих, строчных и кадровых импульсов параллельная запись байтов в сдвигающие регистры прекращается (/L10 пассивен) и с последовательных входов на выходы передается "0" - "черный" цвет.

Сигналы управления динамическим ОЗУ /RAS и /CAS формируются следующими элементами микросхем:

/RAS - D16.1, D16.2, D8.3, D11.2;

/CAS - D16.2, D7.3, D16.3.

Сигналы /RAS и /CAS предназначены для организации цикла обращения к микросхемам динамического ОЗУ. При поступлении сигнала /RAS (переход сигнала из "1" в "0") в микросхемы ОЗУ "защелкивается" адрес строки (младшие 8 разрядов шестнадцатиразрядного адреса) и происходит регенерация строки ОЗУ. При поступлении сигнала /CAS в микросхемы "защелкивается" адрес столбца (старшие 8 разрядов шестнадцатиразрядного адреса) и происходит выборка данных из микросхем памяти в цикле чтения или запись данных в память в цикле записи. Время циклов обращения к ОЗУ составляет 500 нс, что позволяет использовать практически любые микросхемы ОЗУ KP565PY5Б, В, Г.

Описанный цикл является обычным и используется в компьютере для обращения процессора к ОЗУ. Цикл выполняется при сигнале G/8="0". При G/8="1" в компьютере используется цикл страничного обращения - при поступлении одного сигнала /RAS поступают два сигнала /CAS с различными адресами столбцов. В результате такого цикла выбирается два байта информации при тех же 500 нс.

Цикл страничного обращения используется только в режиме чтения и предназначен для считывания информации из двух экранных областей ОЗУ. Экранные области различаются в адресном пространстве памяти только одним адресным разрядом A14: при A14="0" - экранная область 9000H ...BFFFH, при A14="1" - экранная область D000H...FFFFH. Поэтому для смены адреса столбцов необходимо поменять разряд A14 с "0" на "1" при страничном обращении. Таким сигналом является G/4, поданный на вход D27/12. Диаграммы описанных сигналов представлены на рис.6.

Необходимость выборки байта из экранной области ОЗУ каждую микросекунду обусловлена стандартами на ТВ - мониторы и структурой экрана компьютера. Стандартом установлена длительность строки ТВ - мониторов - 64 мкс. Компьютер "разбивает" эту строку следующим образом:

- 16 мкс - строчный гасящий импульс, имеющий в середине строчный синхроимпульс (4 мкс);
- 48 мкс - отображаемая на экране строка.

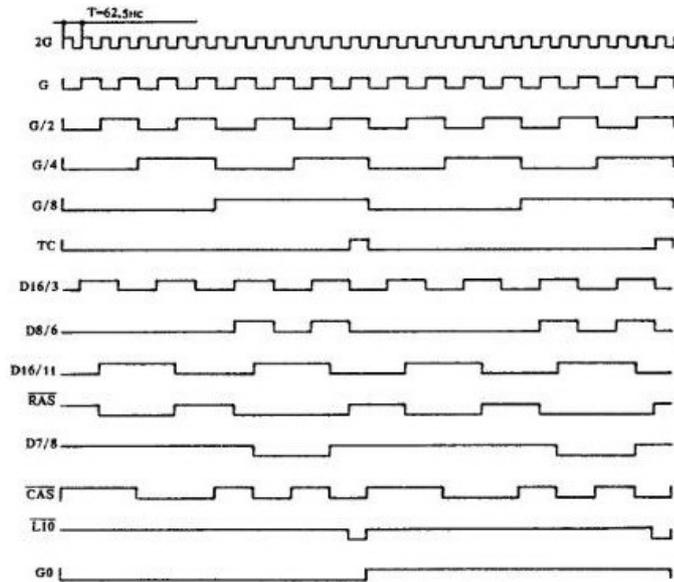


Рис 6.  
 Диаграммы сигналов обращения к ОЗУ.

При выводе на экран 1 байт в мкс получаем 384 точки изображения в строке - формат компьютера. Таким образом, необходимо считывать информацию из экранных областей ОЗУ для вывода ее на экран каждую микросекунду и соответственно каждую микросекунду изменять адреса считывания. Для перебора адресов используются выходы счетчиков D3, D4 - сигналы G0...C13. После пересчета всех адресов изображение на экране ТВ - монитора заполняется полностью - 256 строк изображения по 384 точки в каждой строке и появляется "1" - сигнал КГИ (кадровый гасящий импульс), блокирующий вывод информации на экран до прихода сигнала R19. После этот весь цикл повторяется.

В середине кадрового гасящего импульса формируется кадровый синхроимпульс (КСИ), используемый для развертки ТВ - монитора.

Гасящие и синхроимпульсы формируются следующими элементами микросхем:

- СГИ - строчный гасящий импульс - D14.3;
- ССГИ - синхросмесь гасящих импульсов - D11.4;
- ССИ - строчный синхроимпульс - D14.4, D15.2;
- КСИ - кадровый синхроимпульс - D13.2;
- SS - синхросмесь - D16.4.

Диаграммы описанных сигналов представлены на рис.7, 8.

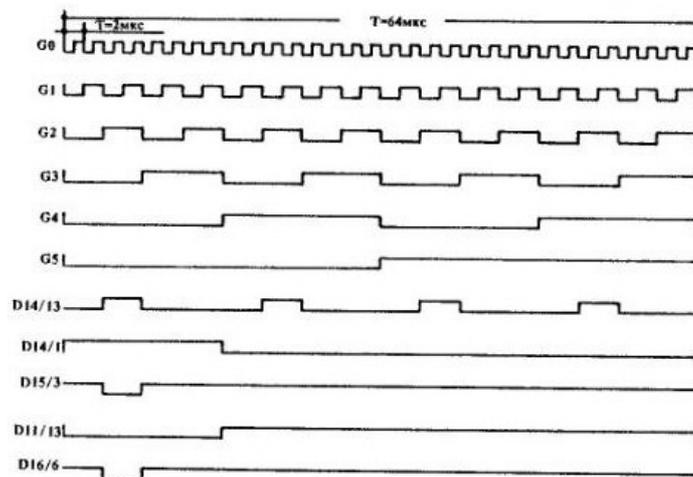


Рис 7.  
 Диаграммы сигналов.

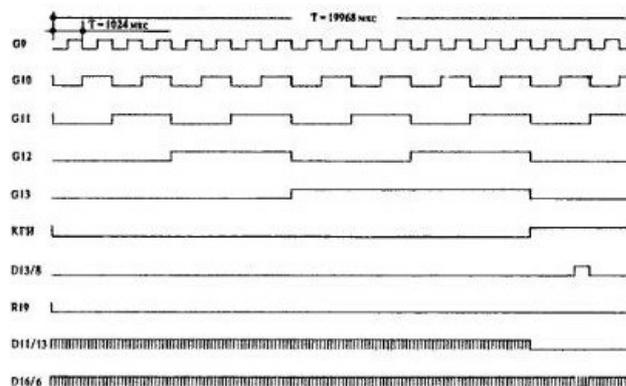


Рис 8.  
 Диаграммы сигналов.

Считанные два байта информации в конце каждой микросекунды по сигналу /L10 записываются в сдвигающие регистры D44, D45. При этом первый байт из экранной области 9000H...BFFFH сначала записывается в регистр временного хранения информации, выполненный на микросхеме D43 (КР1533ИР27).

Второй байт из экранной области D000H...FFFFH записывается сразу в сдвигающий регистр D45 и одновременно перезаписывается байт из регистра D43 в сдвигающий регистр D44. Записанные байты сдвигаются последовательным сдвигом с периодом 125 нс (сигнал С10) и с выходов сдвигающих регистров поступают в формирователь цвета, выполненный на микросхемах D42, D49, D50.

Третий сдвигающий регистр D46 формирует цвет фона изображения, выдающий на выход "1" во время передачи изображения и "0" - во время действия гасящих импульсов. Его выход также поступает в формирователь цвета.

Этим трем сигналам в формирователе присваивается свой цвет согласно байту, записанному в регистр цвета RC D42. Записанная процессором в экранные области ОЗУ информация периодически выводится на экран (50 раз в секунду - частота кадровой развертки ТВ - монитора). Меняя эту информацию, процессор с большой скоростью изменяет изображение на экране, что представляется пользователю как быстро меняющаяся "картинка".

После окончания действия сигнала "сброс" (/RESET) процессор переводит свои выходы в активное состояние и обращается с циклом чтения по адресу 0000H. По этому адресу находится программа инициализации компьютера, записанная в ПЗУ. После выполнения этой программы процессор переходит по программе на адрес С000H, где расположены "загрузчик" и "монитор" от ПК "Специалист" и работает в дальнейшем по имеющемуся программному обеспечению.

В компьютере используются следующие служебные сигналы:

- /WAIT - сигнал "ожидание". Переводит процессор в состояние ожидания при его обращении к внутреннему ОЗУ с целью формирования цикла обращения к ОЗУ при G/8="0". Этот сигнал, формируемый микросхемой D12 (КР1533ЛА10), имеющей выход с открытым коллектором, выводится на внешний разъем X1 - A2 для синхронизации работы процессора с внешними платами расширения;
- /WE - сигнал записи, подаваемый на микросхемы внутреннего ОЗУ в цикле записи при обращении процессора;
- BA16, BA17 - буферные адресные сигналы, формируемые в компьютере;
- /BA17 - инверсный буферный адресный сигнал, предназначенный для организации "выборки" внешних устройств расширения;
- BA0...BA15 - буферные адресные сигналы;
- BD0...BD7 - буферная шина данных;
- M - сигнал обращения процессора к адресному пространству памяти, исключаяющий циклы регенерации процессором;
- /IORD - сигнал обращения процессора к адресному пространству ввода - вывода с циклом чтения;
- /IOWR - сигнал обращения процессора к адресному пространству ввода - вывода с циклом записи;
- /MR - сигнал обращения процессора к адресному пространству памяти с

циклом чтения;

- /MW - сигнал обращения процессора к адресному пространству памяти с циклом записи;

- /OEB - сигнал "включения" буферного формирователя данных D28 (KP1533АП6) при обращении процессора к адресному пространству ввода - вывода, к адресному пространству памяти - при A17="0" (внешняя память расширения);

- /BLOK - внешний сигнал, предназначенный для отключения работы ППА D21 KP580BB55A сигналом RESBL и дающий возможность использовать старшие 2 кБайта ПЗУ D18;

- RESBL - сигнал "сброс" для D21, переводящий каналы адаптера на ввод данных и обеспечивающий возможность работы клавиатуры с другим контроллером (активная клавиатура).

На внешние разъемы выведены сигналы для подключения базовых (блок питания, клавиатура, НГМД, ТВ - монитор, магнитофон) и дополнительных (системный канал) внешних устройств - соответственно разъемы X1 и X2. Сигналы управления системного канала выведены на разъем X1. Кроме системного канала, на разъем X2 с выходов счетчиков D2...D4 выведены сигналы, представляющие собой "меандры" частот, полученные двоичным делением частоты 16 МГц. Эти сигналы могут найти применение во внешних платах расширения. Клавиатура подключается к разъему X1 аналогично ПК "Специалист" и никаких отличий не имеет. Накопители на гибких магнитных дисках также подключаются к разъему X1 и используют все интерфейсные сигналы контроллера НГМД или их часть - в зависимости от типа применяемых НГМД.

Множество выходных сигналов для ТВ - монитора позволяет использовать самые различные мониторы: монохромные и цветные, с разными полярностями сигналов цвета. Эти сигналы формируются аналоговыми инверторами на транзисторах V10...V12, выполняющих также роль буферов.

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Первоначально в компьютере использовано базовое программное обеспечение от ПК "Специалист". Оно размещается в микросхеме ПЗУ D18 - 27512 с адреса C000H по CFFFH:

- C000H...C7FFH - "загрузчик" [1];

- C800H...CFFFH - "монитор" [2].

В программы необходимо внести следующие изменения:

C004H 00 8F

C153H 00 00 18 3C

C190H E3 E3 00 10 BE

C837H 00 8F

В начальные адреса микросхемы ПЗУ необходимо записать программу инициализации:

0000H 3E 14 D3 F1 3E 07 18 78

0080H D3 F2 31 00 8F 21 94 00 11 98 00 01 FC BF CD 2D

0090H C4 C3 FC BF 3E 15 D3 F1

Во всех остальных ячейках памяти должен быть код FF - резерв для размещения программных средств операционной системы.

#### КОНСТРУКЦИЯ И ДЕТАЛИ

Конструкция компьютера не является жесткой и может быть различна в зависимости от области применения компьютера. При простом применении компьютера он может быть выполнен в едином корпусе: плата, клавиатура, блок питания. Однако при использовании дисководов (НГМД) для обеспечения возможности установки в дальнейшем плат расширения рекомендуется конструкцию компьютера выполнить в виде системного блока. Этот блок должен содержать блок питания, накопители на гибких магнитных дисках, системную плату. Клавиатуру следует разместить в отдельном корпусе, соединяемом с системным блоком разъемным соединительным кабелем. При этом в системном блоке необходимо зарезервировать место под 3 - 4 дополнительные платы расширения с размерами, аналогичными системной плате (180 X 250 мм), и место под 2 НГМД. Блок питания в таком системном блоке должен быть более мощным: 5В / 5...10 А; 12В / 2...4 А. Блок питания компьютера может быть выполнен по любой схеме, обеспечивающей

стабилизированное питание компьютера при уровне пульсаций менее 0,1 В. Высокочастотные пульсации блокируются конденсаторами, устанавливаемыми на системной плате. Их количество, емкость и места установки определяются величиной пульсаций, которая не должна превышать 0,1 В. Указанные в перечне комплектующие являются наиболее желательными при повторении компьютера, однако возможно использование и других деталей: резисторы и конденсаторы могут быть любых типов, важно только соблюдение указанных номиналов и подходящие габаритные размеры; транзисторы - любые маломощные кремниевые высокочастотные с проводимостью, указанной на схеме, транзистор V4 - средней или большой мощности; диоды V1, V3, V5, V6, V13 можно заменить диодами КД521, КД513А; все микросхемы серии КР1533 можно заменить на имеющиеся аналоги из серии К555; процессор КР1858ВМ1 можно заменить его иностранным аналогом Z80А; микросхемы ОЗУ могут быть любого быстрого действия - КР565РУ5Б, В, Г.

### МОНТАЖ И НАЛАДКА

Как правило, при всех исправных радиоэлементах компьютер после сборки начинает работать сразу. Если этого не случается, наладка компьютера оказывается весьма трудоемким процессом, появляется необходимость использования кроме осциллографа, устройства пошаговой отладки, тест - программы и пр. Чтобы не усложнять себе жизнь, рекомендуется постепенный монтаж уже проверенных и исправных микросхем в предварительно проверенную печатную плату с хорошо пропаянными переходами с одной стороны платы на другую. В первую очередь необходимо тщательным образом проверить печатную плату - устранить возможные замыкания (плохо "протравленная" плата), восстановить отсутствующие соединения ("перетравленная" плата). Монтаж необходимо начинать с кварцевого генератора. Нужно запааять микросхему D1, резистор R1 и конденсатор C1, подать питание +5 В и осциллографом контролировать частоту генерации. Затем подбором конденсатора C1 следует установить частоту генерации 15 МГц, после чего можно запааять кварцевый резонатор на 16 МГц и проконтролировать "захват" частоты кварцем. Если "захвата" частоты нет, его можно добиться подбором R1 и C1. Если частота генерации равна частоте кварцевого резонатора, можно запаивать в плату микросхемы D2...D16 и контролировать осциллографом сигналы - они должны соответствовать рис.3...5.

После этого впаивают элементы преобразователя +5 В → +12 В и временно подпаивают нагрузку на шину питания +12 В - резистор 470 Ом. Катушку индуктивности L1 наматывают на каркас диаметром 6 мм обмоточным проводом диаметром 0,23 мм. Сначала наматывают 150 витков, включают питание +5 В и измеряют напряжение на нагрузочном резисторе. Постепенно сматывая витки с катушки L1, добиваются на выходе преобразователя напряжения +12 В. Число витков должно быть в пределах 100...150. После этого нагрузочный резистор отпаивают. Затем впаивают в плату все оставшиеся микросхемы и радиоэлементы кроме процессора D17 и ПЗУ D18.

Включив питание, осциллографом контролируют сигналы на микросхемах. Они должны соответствовать приведенным на рис.3...5. При этом их контролируют на всех выводах микросхем, использующих эти сигналы. Размах всех сигналов должен быть не менее 4 В. После этого осциллографом следует проконтролировать напряжение пульсаций по питающему напряжению +5 В и, если оно превышает 0,1 В, подпаять блокирующий конденсатор емкостью 0,047...0,15 мкФ непосредственно на шины питания. Аналогичную операцию необходимо проделать для каждой микросхемы, контролируя напряжение на ее выводах питания. Если все сигналы в норме, можно запааять процессор, установить микросхему ПЗУ и, подключив клавиатуру и ТВ - монитор, проконтролировать работу компьютера. Работоспособный компьютер сразу же можно использовать, применяя программное обеспечение ПК "Специалист".

### РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Чтобы избежать ошибок других радиолюбительских компьютеров (противоречивых аппаратных разработок, несовместимости программного обеспечения и т.д.), разработчикам аппаратных и программных средств рекомендуется придерживаться следующих правил:

1. Адресное пространство памяти (память расширения через "окно") должно использоваться только под память ОЗУ или ПЗУ и ни в коем случае - под какие - либо порты, занимающие, как правило, всего несколько адресов.

2. При оснащении компьютера дополнительными устройствами их порты должны адресоваться по адресам ввода - вывода 00H..BFH и использовать полную дешифрацию: 00H, 01H, 02H, 03H .... Адреса ввода - вывода C0H..FFH зарезервированы и уже частично задействованы в платах расширения, поэтому использовать эти адреса в новых разработках не рекомендуется.

3. Разрабатывая программы, пользовательские или поддерживающие какие - либо аппаратные средства, следует использовать относительную адресацию, что необходимо при работе компьютера в операционной системе и позволяет загружать программу по любым адресам.

4. Программное обеспечение поддержки аппаратных средств, помимо собственно работы самой программы, должно содержать рабочие подпрограммы, имеющие свои адреса входа, предоставляющие возможность использования данных периферийных устройств в других программах.

5. Повышенное быстродействие компьютера улучшает динамику программ, написанных для ПК "Специалист", что иногда делает их недоступными для использования. Чтобы избежать подобных ситуаций в будущем, необходимо в динамичных программах предусматривать возможность их использования компьютерами с еще большей производительностью.

В заключение - о перспективах компьютера. Разработан "турбовариант" компьютера, дающий увеличение быстродействия на 70 - 80 %, имеющий спрайтовый экран и режим прерывания (T=20 мс).

В стадии разработки находится "периферийная плата", которая позволит радиолюбителю подключить к компьютеру IBM - совместимую клавиатуру, программатор, принтер, телефонный модем, игровые манипуляторы и другие периферийные устройства. Плата имеет 2 последовательных и 2 параллельных порта для подключения периферийных устройств и клавиатурный адаптер, позволяющий IBM - клавиатуре работать с уже имеющимся программным обеспечением.

И последнее. Компьютерные фирмы и профессиональные программисты, способные оснастить компьютер операционной системой CP/M или MSX (- 2), приглашаются к сотрудничеству и могут получить дополнительную информацию по компьютеру "Эрик" непосредственно у автора по адресу: 309510, Россия, Белгородская обл., г. Губкин, ул. Белинского, 3 - 29. Ложкин Олег Евгеньевич.

#### Литература:

1. «Моделист – конструктор», № 4, 1989 г.
2. «Моделист – конструктор», № 9, 1988 г.

Из журнала «Радиолюбитель», №4...№7, 1994 г.