

Продолжаем публикацию заводских инструкций, известных среди пользователей БК под названием «ремонтная документация». Вниманию читателей предлагается описание устройства и функционирования БК-0010 (первая часть заводской документации, касающаяся собственно рекомендаций по наладке и ремонту, опубликована в № 2 за 1994 г.). Напоминаем, что все приведенные ниже сведения относятся к первой модели БК-0010 (с пленочной клавиатурой). Для более поздних модификаций БК-0010.01 и БК-0011 (М) возможны некоторые отличия.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ БК-0010

МикроЭВМ «Электроника БК-0010» предназначена для использования дома, в учебных заведениях и учреждениях людьми различных профессий, как уже имеющими опыт работы с вычислительной техникой, так и встречающимися с ней впервые. Спектр возможных задач, решаемых с ее помощью, весьма широк:

- выполнение научно-технических, инженерных, математических и прочих расчетов;
- ведение домашнего хозяйства;
- обучение основам программирования;
- управление нестандартными периферийными устройствами посредством программируемого параллельного интерфейса (порта ввода-вывода);
- организация досуга (игры).

МикроЭВМ БК-0010 рассчитана на работу в помещениях с температурой воздуха от 5 до 40°C и относительной влажностью до 95% (при температуре 30°C).

Питание микроЭВМ (+5 В) осуществляется от сети переменного тока с частотой 50 ± 1 Гц и напряжением $220 \pm 22/33$ В через выносной стабилизированный блок питания. Потребляемая мощность — не более 20 Вт.

Конструкция микроЭВМ

МикроЭВМ БК-0010 состоит из двух отдельных функциональных узлов (рис. 1):

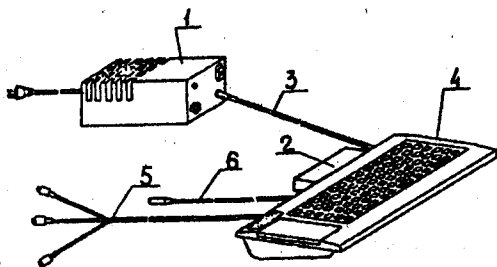


Рис. 1. Внешний вид микроЭВМ «Электроника БК-0010»: 1 — блок питания; 2 — блок нагрузки; 3 — кабель БП; 4 — информационно-вычислительное устройство; 5 — кабель магнитофона; 6 — кабель ТВ

- информационно-вычислительного устройства (ИВУ);
- блока питания.

Информационно-вычислительное устройство смонтировано на двух печатных платах, расположенных в пластмассовом корпусе друг над другом. На верхней плате размещена клавиатура, на нижней — собственно вычислитель. Крышка корпуса имеет окно (отсек пользователя) для доступа к сменным ПЗУ и переключателю «СТОП-ПУСК», служащему для перезапуска процессора.

Блок питания смонтирован в отдельном корпусе. Подключение к сети осуществляется шнуром с вилкой, а включение — тумблером, находящимся на передней стенке блока.

Принципы работы микроЭВМ

МикроЭВМ «Электроника БК-0010» представляет собой ЭВМ с микропрограммным управлением. Набор микрокоманд, реализующих операции, выполняемые процессором К1801ВМ1, хранится в его блоке микропрограммного управления.

Интерпретатор языка высокого уровня ФОКАЛ—БК-0010, размещенный в ПЗУ, преобразует каждый оператор языка ФОКАЛ в последовательности команд в машинных кодах.

Процессор (ПЦ) выполняет арифметические и логические действия над адресами и операндами, хранящимися в его внутренних регистрах или в ОЗУ микроЭВМ. Под управлением системных программ процессор обращается к контроллерам внешних устройств и к порту ввода-вывода как к внешним регистрам и управляет работой этих устройств на программно-аппаратном уровне.

Ввод информации с клавиатуры микроЭВМ осуществляется при помощи контроллера клавиатуры, который преобразует сигналы клавиатурной матрицы в параллельный код КОИ-7 и обеспечивает его передачу процессору для последующей обработки.

Для отображения информации на экране видеомонитора (бытового телевизора) контроллер ТВ-приемника преобразует содержимое видеоОЗУ в последовательный код и формирует стандартный видеосигнал. Помимо этого контроллер ТВ-приемника

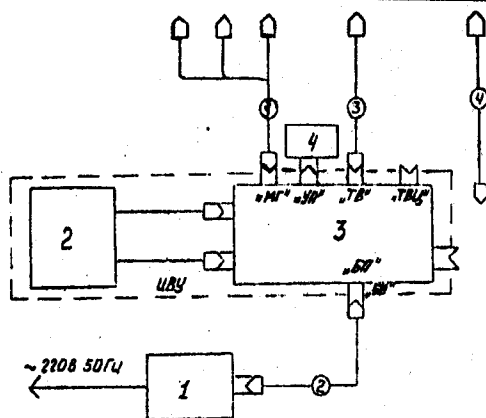


Рис. 2. Схема соединений БК-0010: 1 - блок питания; 2 - плата клавиатуры; 3 - плата вычислителя; 4 - блок нагрузки; ①-④ - кабель связи

осуществляет управление и регенерацию динамического ОЗУ микроЭВМ.

Для записи файлов на магнитную ленту и их последующего чтения контроллер бытового магнитофона преобразует выводимую информацию в последовательный широтно-импульсный модулированный сигнал.

Порт ввода-вывода обеспечивает связь микроЭВМ с устройствами пользователя (имеется 16 выходов и 16 входов).

Структура микроЭВМ

Схема соединения узлов микроЭВМ БК-0010 показана на рис. 2.

Плата клавиатуры предназначена для ввода информации в микроЭВМ. Она соединена с платой вычислителя с помощью разъемов ХТ1 и ХТ2. На плате установлено 92 переключателя типа ПКН-150-1.

Плата вычислителя является основной платой микроЭВМ. На ней установлены разъемы для подключения внешних устройств (бытового телевизионного приемника черно-белого изображения и кассетного магнитофона), резервный разъем для цветного телевизионного приемника (ТВЦ), разъемы УП для подключения устройств пользователя и ХТ8 (розетка типа РС-24) для установки третьего (резервного) модуля ПЗУ (ПЗУ пользователя).

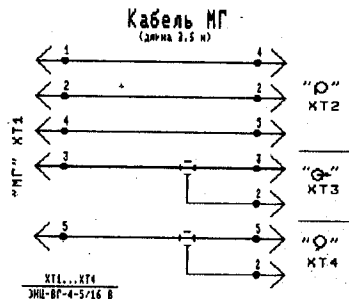


Рис. 3. Кабель магнитофона

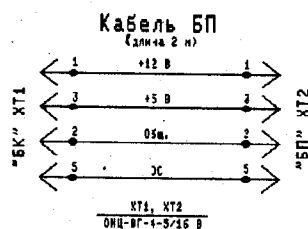


Рис. 4. Кабель питания

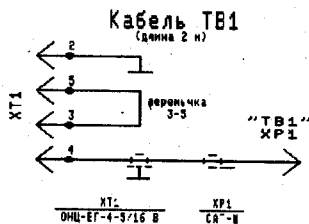


Рис. 5. Кабель ТВ (2 цвета)

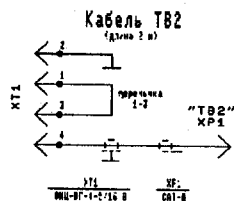


Рис. 6. Кабель ТВ (4 цвета)

Блок нагрузок предназначен для имитации подключения устройств пользователя к разъему УП микроЭВМ при контроле ее работоспособности.

Кабели связи. Кабель «МГ» (рис. 3) предназначен для подключения бытового кассетного магнитофона к разъему МГ платы вычислителя.

Кабель питания (рис. 4) служит для соединения блока питания с платой вычислителя.

Кабель «ТВ1» (рис. 5) используется для подключения бытового телевизионного приемника черно-белого изображения к разъему ТВ платы вычислителя. Этот кабель содержит перемычку 3-5, обеспечивающую вывод графической информации с разрешающей способностью 512 точек в строке (две градации яркости).

Кабель «ТВ2» (рис. 6) служит для той же цели, что и «ТВ1», но в отличие от него содержит перемычку 1-3, обеспечивающую вывод 256 точек в строке (четыре градации яркости).

Структура вычислителя

Вычислитель включает в себя следующие узлы (основные показаны на рис. 7):

- процессор (ПРЦ);
- канал связи (магистраль, общая шина);

- схему запуска процессора (СЗП);
- схему синхронизации сигналов (ССС);
- контроллер клавиатуры (КК);
- схему прерывания (СП);
- постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) — модули 1, 2 и 4 (модуль 3 — ПЗУ пользователя, для которого зарезервировано гнездо XT8 в отсеке пользователя);
- контроллер магнитофона (КМ);
- схему управления оперативным запоминающим устройством (ОЗУ);
- оперативное запоминающее устройство (ОЗУ);
- магистральный буферный регистр (МБР);
- сдвиговый регистр (СР);
- схему формирования видеосигнала (ФВС);
- генератор тактовых импульсов (ГТИ);
- параллельный программируемый интерфейс (порт ввода-вывода).

Процессор предназначен для вычисления адресов операндов, обмена информацией с другими устройствами, подключенными к каналу, обработки операндов, реакции на внешние воздействия (с порта ввода-вывода). Процессор является единственным активным устройством микроЭВМ, управляющим и обрабатывающим прерывания от пассивных устройств, которые могут передавать или принимать информацию только под управлением процессора.

Схема запуска процессора предназначена для запуска процессора при включении питания, а также для его останова и перезапуска при использовании переключателя «СТОП-ПУСК», контроле платы вычислителя или микроЭВМ в целом.

Канал микроЭВМ представляет собой систему сигнальных связей, назначение и физическая реализация которых закреплены стандартом интерфейса Q-bus (МПИ, ОСТ 11.305.903-80). Разъем XT3 («системная магистраль») предназначен для подключения стэнда контроля микроЭВМ. (К этому же разъ-

ему подключаются контроллеры дисководов, блоки расширенного ОЗУ, а также блок МСТД с языком ФОКАЛ для модификации БК-0010.01. — Прим. ред.)

Нумерация и назначение сигналов разъема «системной магистрали» (XT3) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Номер контакта разъема XT3	Обозначение сигнала в магистральной системе	Обозначение сигнала в системе микроЭВМ	Назначение сигнала магистральной системы
A1	ОСТ Н	IRQ1	Останов
A2	Общая	—	Общая
A3	—	—	—
A4	—5 В (контроль)	—	Контроль источника питания —5 В
A5	ПР Н	IRQ2	Требование прерывания
A23	ВВОД Н	DIN	Ввод данных
A25	ДА18 Н	AD18	Линия адреса данных
A26	ДА11 Н	AD11	—
A27	ДА08 Н	AD8	—
A28	ДА06 Н	AD6	—
A31	ДА00 Н	AD0	—
B2	Общая	—	Общая
B3	—	—	—
B4	ППР1 Н	IAK1	Входной сигнал предоставления прерывания
B4	ППР1 Н	IAK0	Выходной сигнал предоставления прерывания
B5	ТПР Н	VIRQ	Требование прерывания
B7	ДА18 Н	AD18	Линия адреса данных
B11	ВАТ Н	WTST	Выход флага
B19	СВРС Н	INIT	Первоначальная установка магистрали
B20	СИП Н	RPLY	Сигнал синхронизации внешнего устройства (ответ)
B21	ВЫВОД Н	DOUT	Выход данных
B22	СИА Н	SYNC	Сигнал синхронизации активного устройства
B23	ДА14 Н	AD14	Линия адреса данных
B24	ДА12 Н	AD12	—
B26	ДА10 Н	AD10	—
B28	ДА08 Н	AD8	—
B27	ДА06 Н	AD6	—
B28	ДА04 Н	AD4	—
B29	ДА02 Н	AD2	—
B30	ДА03 Н	AD3	—
B31	ДА01 Н	AD1	—
B32	ДА07 Н	AD7	—

Схема синхронизации предназначена для привязки сигналов IRQ1, IRQ2, VIRQ, ACLO и RPLY к моменту появления отрицательного фронта на выводе CLC процессора.

Контроллер клавиатуры устанавливает соответствие между нажатой клавишей и ее семиразрядным кодом. Прием кода осуществляется под управлением процессора по программе, называемой драйвером клавиатуры. Контроллер реализован на БИС K1801ВП1-014.

Схема прерывания обеспечивает аппаратную поддержку программной обработки прерывания по зависанию и позволяет отличить зависание при отсутствии адресуемой ячейки от возникающего при нажатии клавиши «СТОП».

Постоянное запоминающее устройство предназначено для хранения системных программ:

- модуль 1 — монитор и драйверы внешних устройств (БИС K1801PE1-017);
- модуль 2 — диалоговый язык ФОКАЛ (БИС K1801PE1-018);
- модуль 3 — устанавливаемая в резервный отсек микросхема ПЗУ с программами пользователя;
- модуль 4 — мониторинговая система диагностики (БИС K1801PE1-019).

Контроллер бытового магнитофона предназначен для аппаратной поддержки программно реа-

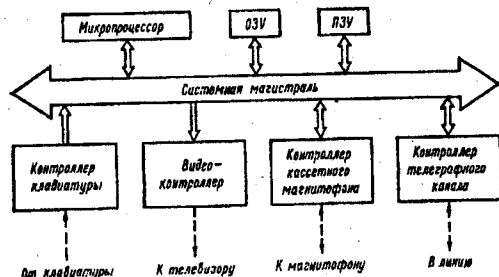


Рис. 7. Основные узлы вычислителя

лизованных алгоритмов записи и чтения информации с магнитной ленты. Схема контроллера использует четыре разряда регистра начального пуска (РНП, адрес 177716₈).

Схема управления ОЗУ (контроллер ОЗУ) выполнена на основе БИС K1801ВП1-037 и обеспечивает регенерацию информации, хранящейся в ОЗУ. Одновременно эта схема является контроллером бытового телевизионного приемника.

Блок ОЗУ выполнен на основе 16 микросхем КР565РУ6 с динамическим хранением информации. Емкость блока ОЗУ составляет 16 Кб (1 Кб = 1024 байт) 16-разрядных слов.

Сдвиговый регистр предназначен для преобразования считанной из ОЗУ параллельной информации в последовательную для передачи ее на видеовход ТВ-приемника. Регистр выполнен на микросхемах K155ИР13.

Буферный регистр данных, выполненный на микросхемах K589ИР12, предназначен для временного хранения данных после завершения их выборки из ОЗУ до окончания передачи по каналу в активное устройство.

Схема формирования видеосигнала обеспечивает требуемые в соответствии с ГОСТ 7845-79 амплитудно-временные характеристики сигнала для его передачи на видеовход ТВ-приемника.

Генератор тактовых импульсов обеспечивает формирование сетки частот, необходимых для работы вычислителя.

Линии связи 16-разрядного программируемого параллельного интерфейса (порта) предназначены для подключения устройств пользователя (УП). Управление 16 линиями порта источника (ВД00-ВД15) и анализ состояния 16 линий порта приемника (ВВ00-ВВ15) осуществляются с помощью соответствующих операторов диалогового языка (путем обращения к регистру с адресом 177714₈). Дополнительные линии СБРОС Н и ПРТ Н могут быть использованы для начальной установки устройств пользователя и для прерывания основной программы по их запросу. Порт выполнен на микросхемах K589ИР12.

Устройство и работа узлов вычислителя*

Процессор (ПРЦ) выполнен на БИС K1801ВМ1 (D14). Специфичными применительно к микроЭВМ являются способ начального запуска процессора и использование выводов ACLO и DCLO для останова программы при настройке микроЭВМ или отладке программного обеспечения.

Генератор тактовых импульсов обеспечивает синхронизацию процессора и контроллера бытового телевизионного приемника. Схема генератора частотой 12 МГц и скважностью 2 состоит из следующих радиоэлектронных компонентов:

- микросхемы D5.1, D5.2, D5.3, D8.1, D8.2;
- кварцевый резонатор BQ1;
- резисторы R7, R10-R12, R15, R16;
- конденсатор C6.

Резисторы R7, R11 и конденсатор C6 в цепях обратной связи обеспечивают режим генерации инверторов D5.1 и D5.2. Резистор R16 — ограничивающий, а R10, R12 и R15 — нагрузочные. Инвертор D5.3 является буфером-формирователем. Микросхема D8 обеспечивает последовательное деление частоты до 6 МГц и 3 МГц. Сигналы этих частот поступают на входы CLC БИС D19 и БИС D14 соответственно, а также на схему синхронизации сигналов прерывания (D11 и D3.2).

Схема синхронизации сигналов прерывания предназначена для привязки сигналов IRQ1, IRQ2, VIRQ, ACLO и RPLY (выводы 31, 32, 35, 30, 39 БИС процессора D14) к моменту появления отрицательного фронта сигнала CLC (вывод процессора 01).

Схема синхронизации собрана на микросхемах D11, D3.2 и ограничивающих резисторах R21, R22, R28. Резистор R28 ограничивает величину тока в цепи «вывод D14/39 — вывод D3.2/9» при обращениях к системным регистрам процессора (в этих случаях вывод D14/39 является выходом).

Запуск процессора. В микроЭВМ БК-0010 выходы PA0 и PA1 процессора подключены к источнику питания, что устанавливает адреса регистров процессора в диапазоне 177700-177716₈ (см. табл. 2). При включении питания или при запуске переключателем SA1 процессор на микропрограммном уровне обращается в ячейку с адресом 177716₈ (регистр РНП) и проводит загрузку значения счетчика команд (СК) и регистра состояния процессора (РСП):

- старший байт СК (биты 15-8) <= РНП15-РНП8 = 10000000XXXXXX₁₆;
- младший байт СК (биты 7-0) <= 0 - считанные из регистра РНП значения битов РНПЮ-РНП7 (выше они обозначены «Х») игнорируются и «микропрограммное» значение младшего байта СК (7-0) приравнивается нулю;
- РСП (биты 15-0) <= 340.

Схема запуска процессора предназначена для формирования одиночных положительных перепадов напряжения на выходах процессора D14/29 (DCLO) и D14/30 (ACLO) при его запуске или перезапуске (см. временную диаграмму на рис. 8).

* Монтажная и принципиальная схемы БК-0010 опубликованы в журнале «Персональный компьютер БК-0010 - БК-0011М» № 2 за 1994 г. — Прим. ред.

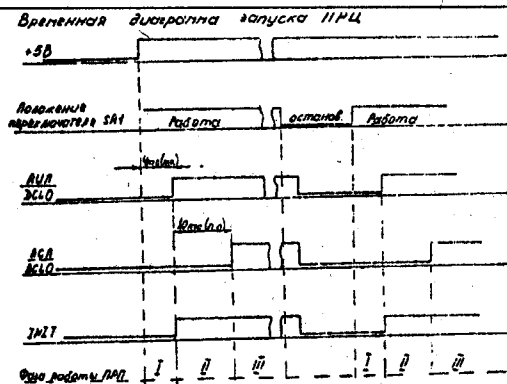


Рис. 8. Фазы запуска процессора: I — начальная установка; II — ожидание снятия сигнала аварии сетевого питания; III — работа по программе

Конденсатор C5 и резисторы R8, R9 обеспечивают длительность процесса установления сигнала DCLO. В это время происходит нормализация напряжения питания микроЭВМ, подготовка к работе ОЗУ и всех устройств системы. Это *первая фаза* начальной установки — сброс в исходное состояние блоков управления процессора, после чего он выставляет сигнал INIT (вывод D14/34).

Вторая фаза — ожидание сигнала ACLO.

Третья фаза — работа микропрограммы инициализации (чтение регистра начального пуска): по адресу 177716₈ читается число 10000000XXXXXX₂, являющееся начальным адресом программы управления (монитора), и формируется значение счетчика команд (биты, обозначенные как «X», приравниваются нулю). В регистр состояния процессора загружается константа 340₈.

После этого анализируется состояние запросов на прерывание. Если незамаскированных прерываний нет, то происходит чтение первой команды и ее выполнение, иначе — отработывается процедура прерывания.

При переводе процессора в режим «СТОП» первым снимается сигнал DCLO, а затем ACLO. Временные интервалы при этом не нормируются.

Режим процессора «СТОП-ПУСК» переключается одним из трех способов:

- при включении питания;
- переключателем SA1;
- сменой логического уровня на выводе A1 разъема XT3 (ОСТ Н).

Включение питания (SA1 в положении «ПУСК»).

Если микроЭВМ была выключена (все конденсаторы схемы разряжены), то после включения и установления напряжения питания выход D6.2 триггера формирования DCLO (D6.1, D6.2, D6.3) и выход D2.3 схемы формирования ACLO (D6.4, D2.3) устанавливаются в «1».

Устанавливающим является пологий фронт сигнала в точке D6/09, обусловленный большой постоянной времени заряда C5. При достижении в этой точке уровня порога переключения схемы, равного примерно 0,5 от напряжения питания (через время $t \approx (R8+R9) \cdot C5$ после включения питания) происходит переключение RS-триггера D6.2, D6.3.

Резистор R9 обеспечивает опережающее переключение инвертора D6.1 по отношению к D6.3, что гарантирует отсутствие многократных переключений триггера при пологом фронте сигнала на конденсаторе C5. На этом заканчивается первая фаза начальной установки.

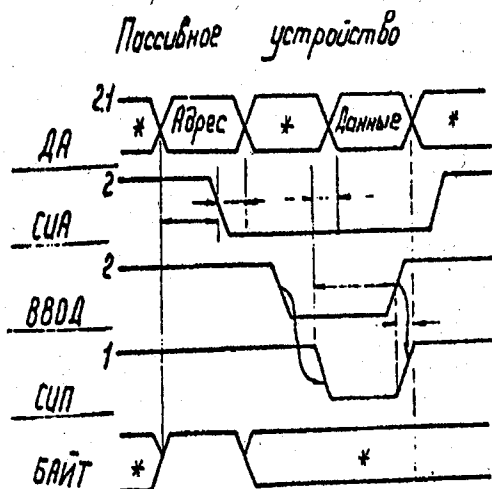
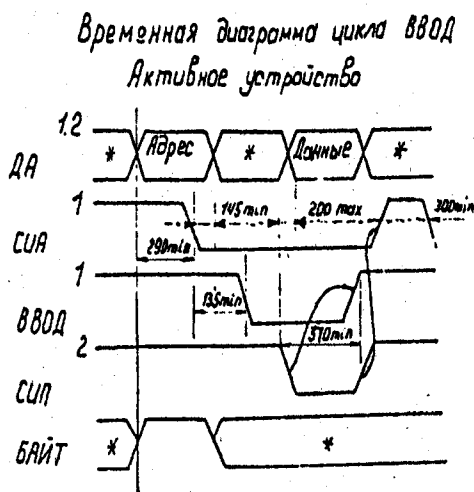
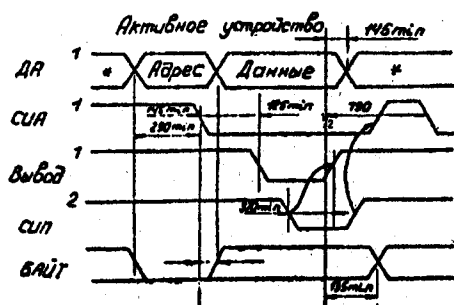


Рис. 9. Цикл «ВВОД»: 1 — передаваемый сигнал; 2 — принимаемый сигнал; * — уровень сигнала может быть любым

Временная диаграмма цикла вывод



Пассивное устройство

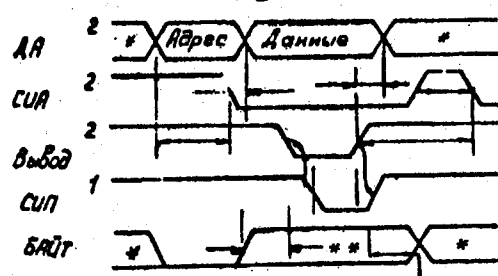


Рис. 10. Цикл «ВЫВОД»: 1 – передаваемый сигнал; 2 – принимаемый сигнал; * – уровень сигнала может быть любым; ** – сигнал устанавливается при байтовых операциях

RC-цепочка R14, C7 обеспечивает задержку 12 передачи положительного фронта в схеме формирования ACLO (см. рис. 8). Этой задержкой определяется длительность второй фазы начальной установки. Положительный перепад напряжения передается через схемы D6, D2.3 и D11 на вход ACLO — процессор включен.

Управление переключателем. Чтобы остановить работу процессора, нужно установить переключатель SA1 в положение «СТОП» (контакты 2 и 3 замкнуты). При этом конденсатор C5 разряжается, а схема запуска процессора устанавливается в исходное состояние.

Включение процессора осуществляется установкой переключателя SA1 в положение «ПУСК» (процесс запуска тот же, что и после включения питания).

Управление запуском процессора по линии ОСТ Н. Действие сигнала на линии ОСТ Н аналогично переключению SA1 («СТОП-ПУСК»), как это описано выше. Но в этом случае переключатель может быть

установлен за пределами корпуса микроЭВМ (линия ОСТ-Н соответствует контакту А1 разъема ХТЗ).

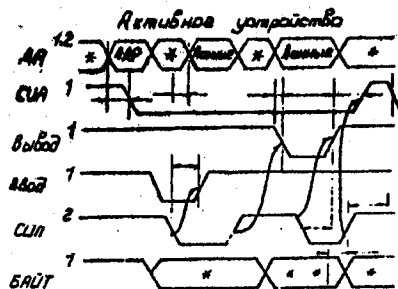
Канал (магистраль) микроЭВМ содержит 26 линий связи (печатных проводников), из которых 16 (ДА00-ДА15) являются двунаправленными, т.е. информация по ним может как приниматься, так и передаваться относительно одного и того же устройства микроЭВМ.

Внутренняя магистраль (канал) не предназначена для расширения системы и не имеет шинных формирователей.

Временные диаграммы обмена информацией в канале при различных циклах обмена приведены на рис. 9-12.

Все блоки, подключенные к каналу, имеют выходные каскады с открытым коллектором. Такое построение дает возможность параллельно подключать несколько устройств, не опасаясь сквозных токов через выходные каскады разных блоков от источника питания к общей шине. При этом активным в канале

Временная диаграмма ВВОД-ПАУЗА-ВЫВОД



Пассивное устройство

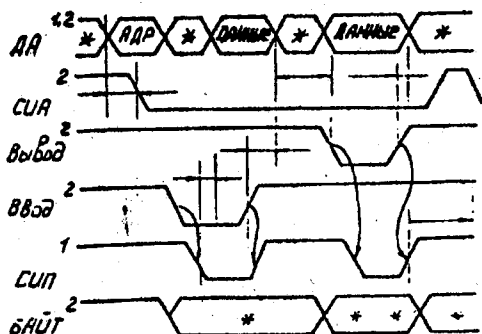


Рис. 11. Цикл «ВЫВОД-ПАУЗА-ВЫВОД»: 1 – передаваемый сигнал; 2 – принимаемый сигнал; * – уровень сигнала может быть любым; ** – сигнал устанавливается при байтовых операциях

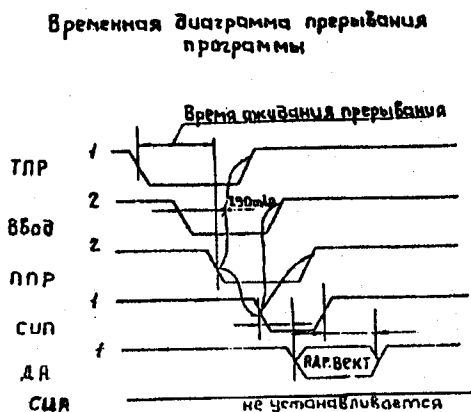


Рис. 12. Цикл «ПЕРЕРЫВАНИЕ»: 1 — сигнал, передаваемый устройством; 2 — сигнал, принимаемый устройством

Если процессор находится в режиме «СТОП», то на всех выводах разъема ХТЗ (за исключением СБРОСН и ОСТН) установлен уровень напряжения питания, который обеспечивается нагрузочными резисторами 2.2 кОм, подключенными к шине питания.

Связь через канал замкнута, т.е. на управляющий сигнал, передаваемый процессором, должен поступать ответный сигнал от пассивного устройства (СИПН).

Адресное пространство микроЭВМ. Постоянное и оперативное запоминающие устройства представлены на магистрали как совокупность ячеек памяти, каждая из которых имеет собственный адрес. Совместно с служебными регистрами микроЭВМ они образуют поле адресов от 0 до 2^{16} , схематически изображенное на рис. 13.

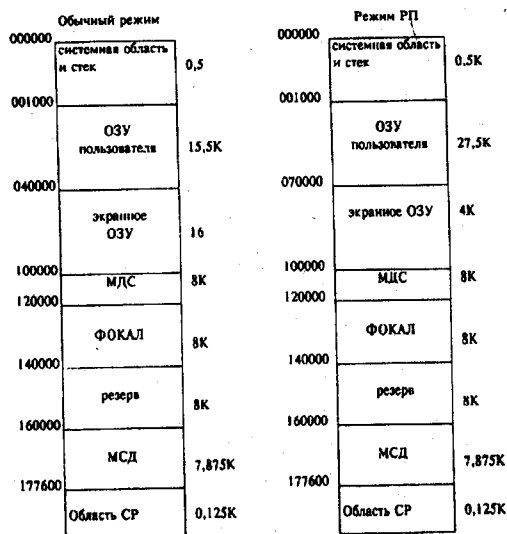


Рис. 13. Поле адресов БК-0010

Распределение адресного пространства:

- ОЗУ пользователя — в обычном режиме 0-37777₈, в режиме РП 0-67777₈;
- ОЗУ экранной памяти — в обычном режиме 40000 — 77777₈, в режиме РП 70000 — 77777₈;
- ПЗУ — 100000-177577₈;
- системные регистры — 177600 — 177777₈.

Адреса регистров процессора: 1777XX (два последних восьмеричных разряда адреса, обозначенные как «X», указаны в табл. 2).

Адреса системных регистров приведены в табл. 3.

Адреса прерывания и их приоритеты указаны в табл. 4.

Системные регистры БК-0010 занимают, как уже было отмечено выше, область с адресами 177600 — 177777₈, но далеко не все адреса этой области используются.

Регистр режима (состояния клавиатуры) служит для запрета/разрешения прерывания от клавиатуры и содержит информацию о поступлении нового кода клавиши. Назначение разрядов:

- РР0 — РР5 — не используются,;
- РР6 — разрешение прерывания от клавиатуры (0 — разрешено, 1 — запрещено), доступен по записи и чтению;
- РР7 — флаг состояния клавиатуры («несчитанный код»), доступен только по чтению (1 — регистр данных готов к выдаче кода символа, 0 — регистр данных содержит предыдущий, уже считанный код);
- РР8-РР15 — не используются.

При начальном включении и после чтения кода из регистра данных РД бит РР7 сбрасывается, при нажатии на любую клавишу (кроме «НР», «СУ», «ПР», «ЗАГЛ», «СТР») — устанавливается.

Регистр данных (буфер клавиатуры) доступен по чтению, хранит код символа последней нажатой клавиши. Назначение разрядов:

- РД0 — РД6 — код символа (знаковая таблица КОИТ7);
- РД7 — РД15 — не используются.

Регистры РР и РД входят в состав БИС К1801ВП1-014 (D4).

Регистр смещения (рулона) входит в состав БИС К1801ВП1-037 (D19), доступен по чтению и записи. Назначение разрядов:

- РС0 — РС7 — определяют адрес байта экранного ОЗУ, соответствующего началу первой телевизионной строки. Число 330₈ означает адрес 40000₈, его изменение на 1 соответствует увеличению или уменьшению адреса на 100₈,

Таблица 2

Наименование	Обозначение	Состояние PA0, PA1				Назначение
		00	01	10	11	
Режима	PP	00	20	40	60	Пользователю микроЭВМ недоступны.
Адр. прерывания	PAП	02	22	42	62	
Ошибки	POШ	04	24	44	64	
Внешний регистр	BP2	14	34	54	74	Порт ввода-вывода
Внешний регистр	BP1	16	36	56	76	Регистр начального запуска

Примечание: конфигурация БК-0010 соответствует состоянию PA0, PA1 — 00.

Таблица 3

Наименование	Обозначение	Адрес (восьм.)
Режим клавиатуры	PP	177660
Буфер клавиатуры	РД	177662
Смещения (ROLL)	PC	177664
Начального запуска	РНП	177716

Таблица 4

Источник прерывания	Приоритет	Адрес вектора	Примечание
Зависание	1	4	
Ошибочный машинный код	2	10	
Бит Т ССП	3	14	
Сбой питания	4	24	
Радиальное статическое (клавиша «СТОП»)	5	4	Прерывание программы пользователя с клавиатуры
Радиальное динамическое	7	100	Прерывание по требованию внешнего устройства (подключенного к линии ПРТ Н)

- PC8 — не используется;
- PC9 — режим расширенной памяти (1 — выключен, 0 — включен);
- PC10 — PC15 — не используются.

При начальном включении микроЭВМ аппаратная установка регистра не производится.

Регистр начального пуска процессора (управления системными внешними устройствами) фактически состоит из двух регистров (с одним и тем же адресом 177716₈), один из которых доступен только по записи, а другой — только по чтению.

Назначение разрядов.

По чтению:

- РНП0, РНП1, РНП3, РНП8 — РНП14 — содержат «лог. 0»;


- РНП2 — сбрасывается при любом обращении к РНП по чтению (по окончании процесса чтения);
- РНП4 — бит линии радиального интерфейса (0 — прием «лог. 0» (если установлена перемычка S2 «ПРД»), 1 — прием «лог. 1»);
- РНП5 — бит линии чтения информации с магнитной ленты (0 — «лог. 0», 1 — «лог. 1»);
- РНП6 — индикатор нажатия какой-либо клавиши (0 — клавиша удерживается нажатой, 1 — клавиша не нажата);
- РНП7 — константа «1», указывающая на отсутствие в системе команд расширенной арифметики (соответствующие этим командам коды вызывают прерывание по вектору 10₈, что позволяет программно смулировать операции расширенной арифметики, как это сделано, например, в интерпретаторе ФОКАЛа. — Прим. ред.);
- РНП15 — бит начального пуска процессора, константа «1» указывает на запуск с адреса 100000₈.

При считывании РНП в момент начального запуска значение, указанное в его младшем байте, не учитывается. Обращение к РНП происходит на микропрограммном уровне (сигнал BP1 (SEL1) аппаратно инициирует чтение регистра).

По записи:

- РНП0, РНП1, РНП3, РНП8 — РНП15 — не используются;
- РНП2 устанавливается при любом обращении к РНП по записи;
- РНП4 — бит линии радиального интерфейса (0 — передача «лог. 0» (если установлена перемычка S3 «ПД»), 1 — передача «лог. 1»);
- РНП5, РНП6 — биты линии записи информации на магнитную ленту (от комбинации, заносимой в эти разряды, зависит уровень записываемого сигнала на контакте 5 разъема магнитофона ХТ4);
- РНП7 — бит управления двигателем магнитофона (0 — пуск, 1 — останов).

При перезапуске системы по клавише «СТОП» бит РНП7 микропрограммно устанавливается в 1.

(Реально управление двигателем магнитофона возможно только в том случае, если он оборудован дистанционным управлением, а штекер  магнитофонного кабеля подключен в соответствующее гнездо магнитофона. В некоторых модификациях магнитофона «Электроника 302» дистанционное управление «встроено» в цепь внешнего микрофона, в гнездо которого и нужно включать данный штекер. — Прим. ред.).

Разряд РНП2 может быть использован как отличительный признак прерывания по клавише «СТОП» или по команде HALT при анализе причины прерывания в обработчике, адрес входа в который содержится в векторе 4:

— РНП2=0 — прерывание по зависанию (обращение к несуществующему регистру),

— РНП2=1 — прерывание клавишей «СТОП» или по команде HALT.

При нажатии на клавишу «СТОП» (или при отработке HALT) возникает радиальное прерывание IRQ1. Его микропрограммная обработка приводит к обращению по записи в РНП (в частности, для останова двигателя магнитофона), при этом значение РНП2 устанавливается в 1.

Далее на микропрограммном же уровне процессор обращается по записи по адресу 177676₈. Но в данной модификации микроЭВМ ячейка с таким адресом отсутствует, поэтому происходит обработка прерывания по зависанию (адрес вектора прерывания 4). В программе обработки прерывания по вектору 4 можно проанализировать значение разряда РНП2: если РНП2=1, то отрабатываются действия, соответствующие нажатию клавиши «СТОП». Если же РНП2=0, это означает отсутствие адресата (неисправность ячейки или регистра) или свидетельствует об ошибке в программе пользователя (обращение по несуществующему адресу).

(Именно так, с помощью анализа состояния бита РНП2, в режиме ТС реализован вывод сообщения «ЗВ <адрес>» при зависании. При нажатии же клавиши «СТОП» это сообщение не выдается. Приведем фрагмент на ассемблере, соответствующий дампу ПЗУ блока МСТД для БК-0010.01:

```
160722: .... ; адрес начала обработчика
          .... ; прерывания по вектору 4
          BIT #4, @177716 ; анализ бита РНП2
          BNE A ;
; РНП2=0 - выдача сообщения "ЗВ" и адреса зависания
          A: JMP ... ; РНП2=1 - выход в диалог ТС
```

Данный алгоритм может быть полезен при разработке различных отладчиков, дезассемблеров и т.д. — Прим. ред.)

Конструктивно регистр РНП состоит из трех частей: разряда РНП15, доступного только по чтению,

который входит в состав БИС D19, разряда РНП2, собранного на микросхемах D7.1 – D7.4, D1.3, D1.4, D5.5, D9.1, D10.1 и разрядов РНП4 – РНП7, собранных на микросхеме D12.

Параллельный программируемый интерфейс (порт ввода-вывода) представлен двумя 16-разрядными регистрами, один из которых доступен только по записи (D15, D16), а другой только по чтению (D17, D18). Обращение к ним осуществляется с помощью сигнала SEL2 (BP2).

Контроллер телевизионного приемника состоит из следующих элементов (рис. 14):

- БИС K1801ВП1-037 D19;
- блока ОЗУ экранной памяти DS1-DS16;
- буферного регистра данных D22, D23;
- сдвигового регистра D24, D25;
- схемы формирования видео- и синхросигнала D10.2, D5.6, D20, VT4-VT7; D10.3, D10.4, D9.2, D21, VT8, VT9.

Принципы работы контроллера. Регенерация хранимой в ОЗУ информации осуществляется путем чтения или записи ячеек ОЗУ. Для регенерации всех ячеек достаточно обратиться поочередно к каждой строке матрицы памяти (в строке достаточно прочесть одну любую ячейку). МикроЭВМ осуществляет поочередное чтение ячеек ОЗУ в соответствии с телевизионной разверткой.

Одновременно с процессом регенерации информации в ОЗУ производится регенерация телевизионного изображения — последовательное чтение слов из видеоОЗУ и выдача на экран ТВ. Каждой телевизионной строке соответствует 32 слова ОЗУ, т.е. 32*16=512 бит или 512 точек. Телевизионный экран состоит из 256 строк. Таким образом, всего на экран выводится 256*512=131072 точки или 131072/16=8192 слова экранного ОЗУ. За время обращения к 128 строкам матрицы памяти осуществляется регенерация ОЗУ объемом 16384 слов с выдачей 8192 слов из них на экран телевизионного приемника.

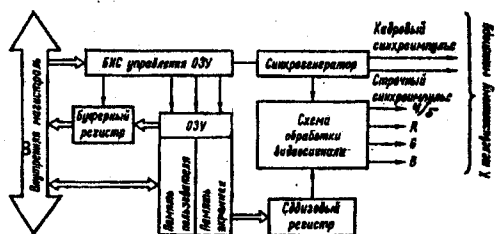


Рис. 14. Структурная схема контроллера ТВ-приемника

Регенерация ОЗУ происходит непрерывно и независимо от режима работы процессора.

Слово, считанное из видеоОЗУ, высвечивается на экране за время $2 \cdot 0.66$ мкс (при тактовой частоте 6 МГц 16 битов информации «выдвигаются» на экран примерно за 1.3 мкс).

Во временной диаграмме чтения ОЗУ в цикле регенерации остается интервал для дополнительного обращения к ОЗУ по произвольному адресу (по чтению или записи). Это время и предоставляется процессору. Рассогласований в работе схемы синхронизации, обеспечивающей регенерацию ОЗУ, при этом не происходит, так как в схему регенерации встроен узел «арбитр», разрешающий обращение процессора строго в отведенное ему время. Таким образом, в течение 1.3 мкс осуществляется два цикла обращения к ОЗУ — чтения экранной памяти (регенерации содержимого ОЗУ и изображения на экране) и обращения процессора.

БИС K1801ВП1-037. Адресные входы БИС и управляющие выходы SYNC, DIN, WTBT, DOUT, RPLY подключены к каналу. Вывод CLC подключен к задающему генератору, A0-A6 — к адресным входам ОЗУ, RAS, CAS0, CAS1, WE — к управляющим входам ОЗУ. Вывод WTI подключен к выводу S0 сдвигового регистра, WTD — к выводу MD буферного регистра данных. Выводы BS и E подключены к CS (D4) и DIN (DS19) соответственно.

Буферный регистр данных (БРД) построен на микросхемах K589IP12 (D22, D23) и предназначен для временного хранения информации, считанной из ОЗУ, с последующей ее выдачи в канал, когда последний свободен от другой информации. Управляющие входы микросхем K589IP12 CS1, CS2, EW, CLR подключены к шине питания. В этом режиме управление осуществляется по входу MD: если на нем низкий уровень, то осуществляется запись информации со входов D1-D8 в регистр, а выходные каскады БРД отключены. Если же на входе MD высокий уровень, то отключены входы БРД, а выходы подключены к каналу. Входы MD БИС D22 и D23 соединяются с выходом WTD БИС D19, а входы D1-D8 — с соответствующими выходами ОЗУ. Выводы Q1-Q8 подсоединены к каналу.

Сдвиговый регистр данных (СР) построен на микросхемах K155IP13 (D24, D25) и предназначен для преобразования параллельного кода, снятого с выходов ОЗУ, в последовательный, сдвигаемый тактовой частотой 6.0 МГц на вход схемы формирования видеосигнала. Информация, считанная с выходов DO ОЗУ и поданная на входы D0-D7, заносится в СР по сигналу WTI БИС D19. Тактовые импульсы положительным фронтом параллельно сдвигают два байта информации, которые снимаются одновременно с

двух выходов Q0 микросхем K155IP13 и подаются в схему формирования видеосигнала.

Схема формирования видео- и синхросигнала построена на микросхемах D5.6, D20, D10.2, D10.3, D10.4, D9.2, D21, транзисторах VT4-VT9 и резисторах R34-R49, R51-R58.

Схема обеспечивает три режима работы:

- формирование «черно-белого» видеосигнала с двумя градациями яркости и 512 точками в строке (если в кабеле XT9 установлена перемычка 3-5). Это основной режим;
- формирование «черно-белого» видеосигнала с четырьмя градациями яркости и 256 точками в строке (если в кабеле XT9 установлена перемычка 1-3);
- формирование сигналов для управления цветным телевизионным приемником по входам RGB (R — красный, G — зеленый, B — синий). Для реализации этого режима на плате вычислителя должен быть смонтирован разъем XT11 и использован кабель, предназначенный для подключения цветного телевизионного приемника. (Если в данной модификации микроЭВМ цветной режим не используется, то элементы VT4-VT7, VT11, R37-R40 и R42-R49 на плате вычислителя отсутствуют.)

Микросхемы D5.6, D10.2, D20, D10.3 представляют собой дешифратор на два входа, на которые подается информация со сдвигового регистра. Комбинации логических значений расшифровываются и, в зависимости от выбранного режима работы, интерпретируются как один из цветов R, G, B или как одна из градаций яркости.

Микросхемы D10.3, D10.4, D5.6 и D10.2 позволяют выделить один из двух битов, поступающих со сдвигового регистра. В течение положительного полупериода тактовой частоты 6.0 МГц выделяется нечетный бит информации (слова), в течение отрицательного полупериода — четный бит. Таким образом, два байта за восемь тактов выстраиваются в слово, и на экране высвечивается 16 точек, соответствующих этому слову информации (512 точек в строке, две градации яркости). Микросхема D9.2 обеспечивает привязку видеосигнала к тактовой частоте 12 МГц, выравнивая длительности импульсов, поступающих со сдвигового регистра. Микросхемы D21.2-D21.4 и резисторы R52-R54 позволяют в зависимости от комбинации битов на выходе СР менять сопротивление в цепи базы транзистора VT8 (через перемычку 1-3 кабеля XT9) и тем самым изменять яркость точки (четыре градации яркости, каждой точке соответствуют два бита, за счет чего ТВ-строка содержит 256 точек).

Транзисторы VT4-VT7 и резисторы R37-R40, R42-R49 осуществляют развязку сигналов (по схеме

эмиттерного повторителя) с выхода дешифратора на входы R, СИНХР, G и В ТВ-приемника.

Инверторы D21.1, D21.6 и резисторы R51, R55, R56, R52-R54 формируют синхросигнал, поступающий с выхода SINCO БИС D19, и обеспечивают его смешивание с видеосигналом, как этого требует ГОСТ 7845-79.

Контроллер кассетного накопителя на магнитной ленте (КНМЛ) построен по принципу программно-аппаратного управления. Программная часть (драйвер) осуществляет последовательную выдачу или прием информации. Аппаратная — преобразует уровни сигналов (при передаче — ослабляет импульсный сигнал до амплитуды 0.5-1 В, при приеме — усиливает сигнал с линейного выхода магнитофона до уровня логических переходов микроЭВМ).

Контроллер подключен к каналу с помощью микросхем D12, D13. Микросхема D12 представляет собой двунаправленный шинный формирователь, управляемый сигналами ВВОД Н, ВЫВОД Н и SEL1 (сигналом, разрешающим обращение к регистру РНП по записи или по чтению). В зависимости от режима (запись или чтение) на входы СВ или СА подается уровень общей шины, и, таким образом, выбирается направление прохождения сигнала:

- запись (выбран СВ) — направление от W к В;
- чтение (выбран СА) — направление от А к W.

При направлении от W к В информация из канала через D12 поступает на входы D БИС D13, хранится в ней и с выходов D13/13, D13/12, D13/11 и D13/10 поступает соответственно на перемычку S3, контакт 5 разъема XT4 и VT3 (для управления реле включения мотора магнитофона). При направлении же от А к W информация с контакта 3 разъема XT4, D2.5/5 и перемычки S2 передается соответственно через А БИС D12 в канал микроЭВМ.

Запись информации на магнитную ленту. Драйвер КНМЛ управляет разрядами регистра BP2 (РНП5, РНП6), к которым подключен резистивный делитель. В зависимости от комбинации в разрядах РНП на выходе делителя (контакт 5 XT4) уровень сигнала может иметь различные значения (оптимальный уровень записи устанавливается регулятором уровня записи магнитофона, как это указано в инструкции по эксплуатации).

Запись с использованием двух разрядов РНП5 и РНП6 (четырёх уровней сигнала) производится с целью компенсации нелинейности частотной характеристики тракта магнитофона и для исключения постоянной составляющей в спектре записываемого сигнала. Пример фрагмента записи приведен на рис. 15.

Чтение информации с магнитной ленты. Сигнал с линейного выхода магнитофона (амплитуда 0.25-0.3 В) подается через транзисторы VT1 и VT2 на вход А1 БИС D12. Драйвер КНМЛ производит

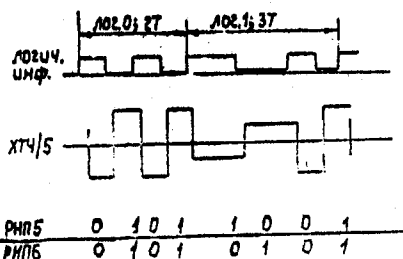


Рис. 15. Вывод на магнитную ленту

поиск синхроимпульса и анализ интервала времени между двумя синхроимпульсами. Большому интервалу (3Т) соответствует прием «лог. 1», меньшему (2Т) — прием «лог. 0». Затем драйвер формирует байт информации и заносит его в ОЗУ. По окончании приема (когда все слова записанного на ленте файла приняты) драйвер выдает сообщение об окончании чтения с магнитной ленты.

Программируемый параллельный интерфейс (порт ввода-вывода). Порт вывода построен на микросхемах K589IP12 (D15, D16). Схема их включения отличается от используемой для буферного регистра данных заданием режима. Порт вывода имеет всегда активные выходы ВД00-ВД15, третье (отключенное) состояние отсутствует.

Обращение к порту вывода осуществляется по сигналу SEL2 БИС D14/08 и DOUT БИС D14/37. Сигнал SEL2 вырабатывается при обращении по адресу 177714₈. По сигналу DOUT производится собственная запись в порт информации, установленной в канале (входы D1-D8 БИС D15, D16). Выходы Q1-Q8 этих БИС подсоединены к внешнему разъему XT5, к которому могут быть подключены какие-либо устройства пользователя. Управление портом вывода — программное.

Входы порта ввода ВВ00-ВВ15 (микросхемы D17, D18) подключены к разъему XT5 и позволяют программно анализировать состояние устройств пользователя. Чтение этого состояния осуществляется по сигналам SEL2 и DIN БИС D14/38, информация передается в канал и далее по адресу в соответствии с программой пользователя.

Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) DS17-DS19 подключено к каналу в соответствии с требованиями технических условий на микросхему K1801PE1. Специфичным применительно к микроЭВМ является подключение вывода DIN (DS19/01) микросхемы DS19, который подключен не к магистральной линии DIN, а к выводу Е БИС D19/37. Сигнал на входе DIN (DS19/01) разрешен в диапазоне адресов 0—177577₈, остальные адреса (177600-177777₈) зарезервированы для системных регистров (соответствующие ячейки БИС DS19 не используются).

(Окончание следует)