

# РАДИОЛЮБИТЕЛЮ О МИКРОПРОЦЕССОРАХ И МИКРО-ЭВМ

## МОДУЛЬ СОПРЯЖЕНИЯ

Для долговременного хранения информации в ЭВМ используют самые различные устройства. Наиболее распространенными являются устройства, в которых для записи и хранения информации применяют магнитные носители: магнитные ленты, магнитные диски и т. д. Обычно эти устройства из-за своей сложности имеют высокую стоимость, поэтому с появлением дешевых микро-ЭВМ для долговременного хранения информации стали все чаще и чаще использовать кассетные магнитофоны. Для этой цели были разработаны как специализированные цифровые магнитофоны, так и устройства сопряжения с бытовыми кассетными магнитофонами.

В этой статье вы познакомитесь с описанием модуля сопряжения бытового кассетного магнитофона с микро-ЭВМ. Модуль позволяет записывать и считывать информацию со скоростью 1500 бит/с. Плотность записи при этом составляет около 32 бит на миллиметр. Совместно с модулем авторы используют кассетный магнитофон «Романтик-306» и кассеты МК-60-2, однако возможно использование любого другого близкого по параметрам монофонического или стереофонического кассетного магнитофона.

При указанной скорости записи и чтения данных на одну кассету МК-60-2 с двух сторон можно записать до 600 килобайт информации.

Как и всегда, при разработке устройств, работающих совместно с микропроцессором, необходимо решить задачу распределения выполняемых функций между программой и аппаратурой. Мы стремились максимально использовать «программируемость» микропроцессора, чтобы упростить аппаратуру и еще раз подчеркнуть универсальность микропроцессора как электронного компонента. При этом оказалось возможным программно реализовать весь алгоритм работы модуля, возложив на аппаратуру только задачу электрического согласования.

Запись информации на ленту производится последовательно бит за битом по методу двухфазного кодирования. На рис. 1 приведены временные диаграммы, поясняющие принцип работы модуля сопряжения. На диаграмме «А» показан байт Е6Н (его двоичное представление имеет вид 11100110), преобразованный в последовательную форму. Отдельные разряды байта следуют с периодом  $T_{\text{след}}$ , причем запись байта начинается со старшего разряда, т. е. сначала должен быть записан разряд D7, затем D6, D5 и т. д. Однако непосредственно записать такой сигнал на магнитную ленту нельзя, так как частотная характеристика магнитофона не соответствует спектру записываемого сигнала. Это происходит потому, что в потоке данных неравномерно чередуется количество нулей и единиц, а следовательно, имеется постоянная составляющая, которая не может быть записана на обычный магнитофон. Для того чтобы записать такой поток данных, обычно применяют один из известных способов модуляции несущей частоты — по амплитуде, частоте или фазе.

Используя метод двухфазного кодирования, можно так преобразовать (закодировать) поток данных, что он не будет содержать постоянной составляющей. Это позволит записывать данные (двухфазные коды) на магнитную ленту непосредственно без предварительной модуляции.

На диаграмме «Б» (см. рис. 1) показан двухфазный код байта данных Е6Н, записываемый на ленту. Этот код формируется следующим образом. Всегда в середине передаваемого бита (моменты времени  $t_c$ ) происходит изменение его значения на противоположное, причем изменение с «1» на «0» означает,

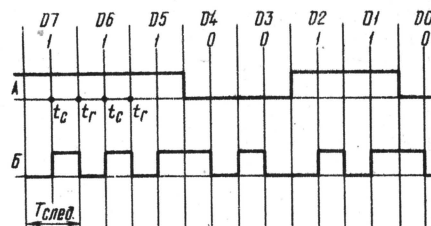


Рис. 1

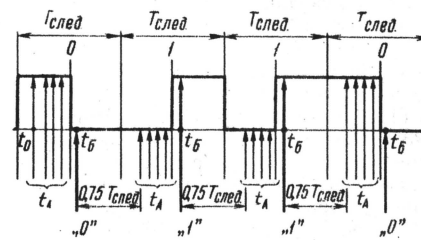


Рис. 2

что передан бит, равный «0», а обратное изменение, с «0» на «1» — бит, равный «1».

На границе двух одинаковых по значению смежных битов (моменты времени  $T_r$ ) также всегда происходит изменение значения двухфазного кода. На границе разных по значению смежных битов изменение двухфазного кода не происходит.

Подобным образом должны быть закодированы все биты информации, записываемые на ленту. Период времени  $T_{\text{след}}$  выбран равным 0,666 мс. При этом скорость записи-считывания равна 1500 бит/с. Опыт показал, что при такой скорости можно обеспечить надежное, практически безошибочное считывание информации.

Рассмотрим теперь, каким образом при чтении происходит декодирование двухфазных кодов. Предположим, что считывание данных началось в момент времени, обозначенный на рис. 2  $t_0$ . Подпрограмма чтения, которая будет описана ниже, позволяет считывать и распознавать информацию примерно 1 раз в 15 мкс. Начиная с момента времени  $t_0$ , подпрограмма считывания производит чтение информации и ее анализ (момент времени  $t_a$  на рис. 2) до тех пор, пока не произойдет изменение уровня сигнала по сравнению с предыдущим считанным значением. На рис. 2 эти моменты времени обозначены  $t_b$ . Уровень сигнала, считанный в момент времени  $t_b$ , рассматривается как полезная информация и поэтому запоминается.

После распознавания и запоминания принятого бита происходит задержка в работе программы, равная  $0,75 T_{\text{след}}$ , и весь процесс считывания информации начинается вновь.

Рассмотрим, каким образом описанный алгоритм работы модуля сопряжения реализован аппаратно и программно.

На рис. 3 приведена принципиальная электрическая схема блока сопряжения кассетного магнитофона с микро-ЭВМ. Шинный формирователь D1 связывает блок с младшим разрядом шины данных ШД [0]. На элементах D2 и D3.1 собран дешифратор адреса устройства. При наличии на младших восьми разрядах шины адресов адреса 01H он формирует низкий уровень на входе «выбор модуля» (ВМ) микросхемы D1, разрешая тем самым работу шинного формирователя. На вход ВШ шинного формирователя поступает сигнал ЧТВВ с шины управления микро-ЭВМ. Если на входе ВШ низкий уровень, то информация со входа D11 поступает на линию ШД[0] шины данных.

При записи на магнитную ленту на D-триггере D4 очередной бит данных хранится до прихода следующего сигнала записи в устройство с адресом 01H. С выхода триггера D4 через инвертор D3.3 и фильтр нижних частот закодированный бит данных поступает на вход «запись с звукоснимателя» кассетного магнитофона.

При воспроизведении сигнал с линейного выхода магнитофона через фильтр нижних частот поступает на вход операционного усилителя A1. На выходе усилителя формируются прямоугольные импульсы амплитудой  $\pm 5$  В. Диод V1 срезает отрицательную составляющую сигнала. Далее считанный и сформированный сигнал через микросхему D1 поступает на шину данных микро-ЭВМ.

Итак, описанный модуль сопряжения позволяет записать на магнитную лен-

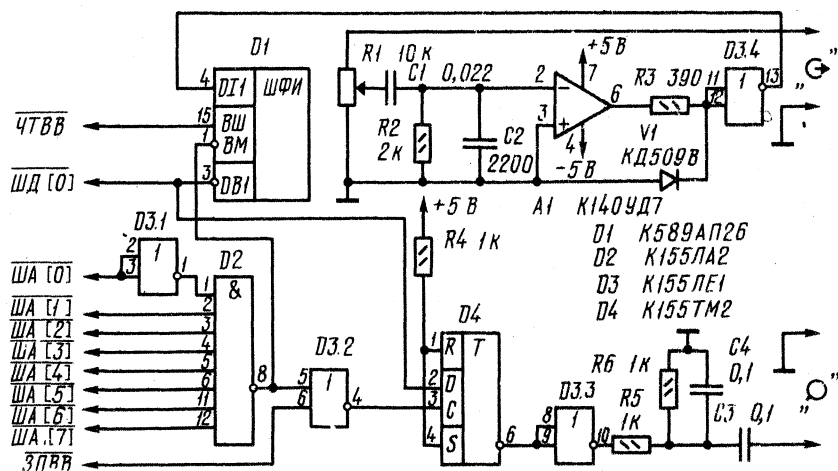


Рис. 3

АДР.	КОД	МЕТКА	МНЕМ.	ОПЕРАНД	КОММЕНТАРИИ
1	2	3	4	5	6
F100	C5	ЗПМАГ:	PUSH	B	; СОХРАНИТЬ СОДЕРЖИМОЕ ВС
F101	D5		PUSH	D	; СОХРАНИТЬ СОДЕРЖИМОЕ DE
F102	F5		PUSH	PSW	; СОХРАНИТЬ СОДЕРЖИМОЕ PSW
F103	57		MOV	D,A	; D = ЗАПИСЫВАЕМОМУ БАЙТУ
F104	0E08		MVI	C,B	; C=B (СЧЕТЧИК БИТОВ В БАЙТЕ)
F106	7A	ЗПЧКЛ:	MOV	A,D	; A = ЗАПИСЫВАЕМОМУ БАЙТУ
F107	07		RLC		; МЛ. РАЗРЯД A = ЗАПИС. БИТУ
F108	57		MOV	D,A	; D = ЗАПИСЫВАЕМОМУ БАЙТУ
F109	3E01		MVI	A,1	; ФОРМИРОВАНИЕ ДВУХФАЗН. КОДА
F10B	AA		XRA	D	; МЛ. РАЗРЯД A = 1
F10C	D301		OUT	01	; "ИСКЛ. ИЛИ" С ЗАПИС. БИТОМ
F10E	CD21F1		CALL	ЗААРО5	; ВЫВОД РЕЗУЛЬТАТА
F111	3E00		MVI	A,0	; ЗАДЕРЖКА ПОЛПЕРИОДА ТСЛЕА.
F113	AA		XRA	D	; МЛ. РАЗРЯД A = 0
F114	D301		OUT	01	; "ИСКЛ. ИЛИ" С ЗАПИС. БИТОМ
F116	CD21F1		CALL	ЗААРО5	; ВЫВОД РЕЗУЛЬТАТА
F119	0D		DCR	C	; ЗАДЕРЖКА ПОЛПЕРИОДА ТСЛЕА.
F11A	C206F1		JNZ	ЗПЧКЛ	; ВСЕ БИТЫ ЗАПИСАНЫ?
F11D	F1		POP	PSW	; ЕСЛИ НЕТ, ТО ПОВТОРИТЬ
F11E	D1		POP	D	; ВОССТАНОВИТЬ СОДЕРЖ. PSW
F11F	C1		POP	B	; ВОССТАНОВИТЬ СОДЕРЖ. DE
F120	C9		RET		; ВОССТАНОВИТЬ СОДЕРЖ. ВС
F121	0628	ЗААРО5:	MVI	B,40D	; ВОЗВРАТ В ОСНОВНУЮ ПРОГР.
F123	05	ЗААРО55:	DCR	B	; B = КОНСТАНТЕ ЗАДЕРЖКИ
F124	C223F1		JNZ	ЗААРО55	; B = B - 1
F127	C9		RET		; ЕСЛИ B НЕ РАВНО 0, ТО ПОВТОР
					; ВОЗВРАТ ИЗ ПОДПРОГ. ЗААРО5

Рис. 4

ту информацию с младшего разряда шины данных, а считанный с ленты сигнал подать на тот же разряд шины данных. Конечно, два этих процесса не могут идти одновременно.

Программное обеспечение блока сопряжения выполняет следующие функции:

— при записи данных сначала производит преобразование записываемого байта из параллельного в последовательный вид, т. е. все биты одного записываемого байта последовательно записываются в триггер D4;

— затем каждый записываемый бит кодирует в соответствии с методом двухфазного кодирования, который был описан выше;

— и наконец, формирует соответствующие временные интервалы.

На рис. 4 представлен текст подпрограммы записи ЗПМАГ. Эта подпрограмма производит запись одного байта информации. Для записи последовательности байтов необходимо несколько раз обратиться к этой подпрограмме. Для этого основная программа помещает байт информации, который необ-

ходимо записать, в регистр А и после этого вызывает подпрограмму по команде CALL ЗПМАГ.

Перед началом своей работы подпрограмма «сохраняет» содержимое всех регистров микропроцессора в стеке, а по окончании — восстанавливает содержимое регистров. Параллельно-последовательное преобразование происходит при выполнении команды циклического сдвига содержимого аккумулятора — RLC. При этом в младший разряд аккумулятора при каждом выполнении этой команды оказывается записанным очередной бит данных, начиная со старшего бита записываемого байта данных.

Двухфазное кодирование реализовать очень просто, если использовать операцию «исключающее ИЛИ» над содержимым аккумулятора и какого-либо внутреннего регистра микропроцессора.

Напомним, что при выполнении операции «исключающее ИЛИ» над двумя битами в результате будет «1» в том и только в том случае, если входные величины имеют разные значения. Первые полпериода (0,5  $T_{\text{след}}$ ), а этот временной интервал формирует специальная подпрограмма «ЗАДРОБ», выполняется операция «исключающее ИЛИ» над передаваемым битом и «1», вторые полпериода аналогичная операция выполняется с «0».

Теперь несколько слов о подпрограмме «ЗАДРОБ». При обращении к этой подпрограмме в работе основной программы происходит временная задержка (в нашем случае полпериода тактовой частоты), длительность которой определяется числом, помещенным в регистр В. При частоте тактовых сигналов С1 и С2 микропроцессора, равной 2 МГц, это число равно 40. При любой другой (меньшей) частоте задающего генератора эта величина может быть пересчитана по формуле:

$$\text{константа} = 40 \cdot \frac{F_{\text{ТАКТ}}}{2},$$

где  $F_{\text{ТАКТ}}$  — в МГц.

В поле комментариев приведены соответствующие разъяснения для каждой команды.

Подпрограмма чтения несколько сложнее подпрограммы записи и вот по каким причинам. Во-первых, информация записывается на ленту в виде сплошного потока битов, а нам важно выделить из этого потока отдельные байты, так как разрядность микроЭВМ равна 8 битам, т. е. 1 байту, поэтому для достижения байтовой синхронизации должны быть предусмотрены дополнительные меры. Во-вторых, общая проблема при использовании метода двухфазного кодирования — это задача распознавания: не является ли считанный сигнал инвертированным (в магнитофоне сигнал может

АДР.	КОД	МЕТКА	МНЕМ.	ОПЕРАЦИЯ	КОММЕНТАРИИ
1	2	3	4	5	6
F128 C5		ЧТМАГ:	PUSH	B	СОХРАНИТЬ СОДЕРЖИМОЕ ВС
F129 D5			PUSH	D	СОХРАНИТЬ СОДЕРЖИМОЕ DE
F12A 0E00			MVI	C, 0	В НАЧАЛЕ РЕЗУЛЬТАТ = 0
F12C 57			MOV	D, A	D = ПРИЗНАКУ: БЫЛА ЛИ СИНХРОНИЗАЦИЯ ДОСТИГНУТА РАНЕЕ
F12D DB01			IN	01	ВВОД С МАГНИТОФОНА
F12F 5F			MOV	E, A	E = ПРИНЯТОМУ БИТУ
F130 79		ЦКЛЧТ:	MOV	A, C	A = РЕЗУЛЬТАТУ
F131 E67F			ANI	7FH	СТАРШИЙ БИТ = 0
F133 07			RLC		СДВИГ РЕЗУЛЬТАТА ВЛЕВО
F134 4F			MOV	C, A	ЗАМЕНИТЬ РЕЗУЛЬТАТ
F135 DB01		ИЗМСИГ:	IN	01	ВВЕСТИ БИТ ДАННЫХ
F137 B8			CMP	E	ТАКОЖЕ КАК И ПРЕДЫДУЩИЙ СЧИТАННЫЙ БИТ?
F138 CA35F1			JZ	ИЗМСИГ	ДА --> ПОВТОРИ ВВОД
F13B E601			ANI	1	ТОЛЬКО МЛАДШИЙ БИТ
F13D B1			ORA	C	ОБЪЕДИНИТЬ С ПРЕДЫДУЩИМ РЕЗ.
F13E 4F			MOV	C, A	НОВЫЙ РЕЗУЛЬТАТ
F13F CD6EF1			CALL	ЗАДР75	ЗАДЕРЖКА НА 0,75 ТСЛЕД.
F142 DB01			IN	01	ВВОД БИТА
F144 5F			MOV	E, A	СОХРАНИТЬ ПРИНЯТЫЙ БИТ
F145 7A			MOV	A, D	A = ПРИЗНАКУ ДОСТИЖ. СИНХР.
F146 B7			ORA	A	СИНХРОНИЗАЦИЯ ДОСТИГНУТА?
F147 F263F1			JP	СТАРТ	ДА --> ПЕРЕХОД НА СТАРТ
F14A 79			MOV	A, C	A = РЕЗУЛЬТАТУ
F14B FEE6			CPI	0E6H	СРАВНИТЬ С БАЙТОМ СИНХР. Е6H
F14D C257F1			JNZ	ПИНВС	ПОПРОБОВАТЬ СРАВНЕНИЕ С ИНВЕРСНЫМ БАЙТОМ СИНХР.
F150 AF			XRA	A	ОЧИСТИТЬ АККУМУЛЯТОР
F151 3200F2			STA	ИНВЕРС	УСТАНОВИТЬ ПРИЗНАК ИНВЕРСИИ
F154 C361F1			JMP	СТАРТ1	СИНХРОНИЗАЦИЯ ДОСТИГНУТА
F157 FE19		ПИНВС:	CPI	19H	СРАВНИТЬ С ИНВЕРСН. БАЙТОМ СИНХРОНИЗАЦИИ
F159 C230F1			JNZ	ИЗМСИГ	НЕТ --> ПОВТОР
F15C 3EFF			MVI	A, 0FFH	A = ПРИЗНАКУ ИНВЕРСИИ
F15E 3200F2			STA	ИНВЕРС	ЗАПОВНИТЬ ЕГО
F161 1609		СТАРТ1:	MVI	D, 9	D = В БИТ + 1
F163 15		СТАРТ:	DCR	D	D = D - 1
F164 C230F1			JNZ	ИЗМСИГ	ЕСЛИ # 0 --> ПОВТОР
F167 3A00F2			LDA	ИНВЕРС	A = ПРИЗНАКУ ИНВЕРСИИ
F16A A9			XRA	C	"ИСКЛЮЧ. ИЛИ" С РЕЗУЛЬТАТОМ
F16B D1			POP	D	ВОССТАНОВИТЬ СОДЕРЖИМОЕ DE
F16C C1			POP	B	ВОССТАНОВИТЬ СОДЕРЖИМОЕ BC
F16D C9			RET		ВОЗВРАТ В ОСНОВНУЮ ПРОГР.
F16E 063C		ЗАДР75:	MVI	B, 60D	ПОДПРОГРАММА ЗАДЕРЖКИ НА 0,75 ПЕРИОДА ТСЛЕД.
F170 05		ЗАДР77:	DCR	B	B = КОНСТАНТЕ ЗАДЕРЖКИ
F171 C270F1			JNZ	ЗАДР77	B = B - 1
F174 C9			RET		B = 0?
F175 =		ИНВЕРС	EQU	0F175H	ЯЧЕЙКА ДЛЯ ПРИЗНАКА ИНВЕРСИИ

Рис. 5

инвертироваться как четное, так и нечетное число раз). Обе эти задачи решены следующим образом. Перед записью блока информации на ленту сначала записывают специальный байт синхронизации. Его значение в данном случае **Е6H**. При чтении программа прежде всего определяет, равен ли считанный байт байту синхронизации. Возврат в основную программу не происходит, пока на ленте не будет обнаружен либо байт синхронизации, либо его инверсное значение (**19H**). Если обнаруженный байт синхронизации инвертирован, то перед возвратом из подпрограммы инвертируются и все остальные считываемые байты.

Текст подпрограммы чтения «ЧТМАГ» приведен на рис. 5. Основная программа вызывает подпрограмму «ЧТМАГ», помещая в аккумулятор величину **FFH**, что «говорит ей» о необходимости поиска байта синхронизации, или величину **08H** — указатель того, что синхронизация уже была достигнута ранее. Подпрограмма «ЧТМАГ» не изменяет содержимого регистров микропроцессора, за исключением содержимого регистра А, в котором при возврате из подпрограммы находится байт информации, считанный с ленты. Подпрограмма производит считывание информации с ленты бит за битом, пока не будут «накоплены» все 8 битов од-



ААР.	КОД	МЕТКА	МНЕМ.	ОПЕРАНА	КОММЕНТАРИИ
1	2	3	4	5	6
F000	31FFF0		LXI	SP, 0FOFFH;	НАСТРОЙКА УКАЗАТЕЛЯ СТЕКА
F003	110020		LXI	D, 2000H;	DE = КОЛИЧ. БАЙТОВ В ЗАПИСИ
F006	3E00		MVI	A, 00H;	"ПУСТОЙ" БАЙТ ПЕРЕД СИНХРО
F008	CD00F1		CALL	ЗПМАГ	ЗАПИСЬ БАЙТА
F00B	3EE6		MVI	A, 0E6H;	БАЙТ СИНХРОНИЗАЦИИ
F00D	CD00F1		CALL	ЗПМАГ	ЗАПИСЬ БАЙТА
F010	3E22	ЗАП22:	MVI	A, 22H;	"ТЕСТ" БАЙТ
F012	CD00F1		CALL	ЗПМАГ	ЗАПИСЬ БАЙТА
F015	1B		DCX	D	УМЕНЬШИТЬ СЧЕТЧИК БАЙТОВ
F016	7A		MOV	A, D	
F017	B3		ORA	E	ПРОВЕРКА НА D = E = 0
F018	C210F0		JNZ	ЗАП22	ПОВТОР ЗАПИСИ 22H
F01B	76		HLT		КОНЕЦ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ
F100	=	ЗПМАГ	EQU	OF100H	ААРЕС ПОДПРОГРАММЫ ЗАПИСИ

Рис. 6

ААР.	КОД	МЕТКА	МНЕМ.	ОПЕРАНА	КОММЕНТАРИИ
1	2	3	4	5	6
F01C	31FFF0		LXI	SP, 0FOFFH;	НАСТРОЙКА УКАЗАТЕЛЯ СТЕКА
F01F	110020		LXI	D, 2000H;	DE = КОЛИЧ. БАЙТОВ В ЗАПИСИ
F022	3EFF		MVI	A, 0FFH;	ПРИЗНАК - ИСКАТЬ СИНХРОБАЙТ
F024	CD2BF1	ЧТ22:	CALL	ЧТМАГ	ЧТЕНИЕ ОДНОГО БАЙТА
F027	FE22		CPI	22H	ПРАВИЛЬНО ЛИ СЧИТАН БАЙТ?
F029	C239F0		JNZ	ОШБК	ПЕРЕХОД, ЕСЛИ ОШИБКА
F02C	1B		DCX	D	DE = DE - 1
F02D	7A		MOV	A, D	ПРОВЕРКА НА D = E = 0
F02E	B3		ORA	E	
F02F	3E0B		MVI	A, 0BH	СИНХРОБАЙТ НАЙДЕН РАНЕЕ
F031	C224F0		JNZ	ЧТ22	ЧТЕНИЕ СЛЕДУЮЩЕГО БАЙТА
F034	3EB1		MVI	A, 81H	СООБЩЕНИЕ О ВЕРНОМ ЧТЕНИИ
F036	D300		OUT	00H	ВЫВОД НА СВЕТОДИОДАХ
F038	76		HLT		КОНЕЦ РАБОТЫ
F039	3E0F	ОШБК:	MVI	A, 0FH	СООБЩЕНИЕ ОБ ОШИБКЕ ЧТЕНИЯ
F03B	D300		OUT	00H	ВЫВОД НА СВЕТОДИОДАХ
F03D	76		HLT		КОНЕЦ РАБОТЫ
F12B	=	ЧТМАГ	EQU	OF12BH	ААРЕС ПОДПРОГРАММЫ ЧТМАГ

Рис. 7

ного байта. Для временного хранения результата использован регистр С, в который первоначально записывают величину 00H. В начале работы подпрограммы «ЧТМАГ» происходит считывание информации из порта 01H до тех пор, пока не произойдет изменение сигнала из «0» в «1» или наоборот из «1» в «0». После этого выполняется операция логического сложения (ИЛИ) считанного бита и предыдущего результата, находящегося в регистре С, содержимое которого предварительно должно быть сдвинуто влево, для освобождения места для нового бита. Далее происходит задержка работы программы на 0,75T<sub>след</sub> (подпрограмма «ЗАДР75»). Это необходимо для уверенного считывания данных в середине «полубита».

После декодирования принятого бита программа всегда проверяет: была ли синхронизация достигнута или нет. Об этом можно узнать по содержанию аккумулятора, которое определяется основной программой, как было

описано выше. Если синхронизация не достигнута, то после приема каждого бита происходит сравнение результата с байтом синхронизации (E6H) или его инверсией (19H) до тех пор, пока байт синхронизации не будет принят. Если он инвертирован, то в специально отведенную ячейку памяти «ИНВЕРС» записывается величина FFH — признак инверсии, в противном случае в эту ячейку записывается 00H. Если синхронизация уже достигнута и в ячейке «ИНВЕРС» записан код FFH, то «собранный» в аккумуляторе байт перед возвратом в основную программу инвертируется. Напомним, что константу, определяющую время работы подпрограммы «ЗАДР75», необходимо изменить, если частота сигналов C1 и C2 отличается от 2 МГц. Дополнительные разъяснения по программе даны в поле комментариев.

Подпрограммы «ЧТМАГ» и «ЗПМАГ» входят в состав основной управляющей программы микро-ЭВМ. Приведенные на рис. 4 и 5 под-

программы специально оттранслированы для работы в той области адресов памяти, где в нашей микро-ЭВМ находится ОЗУ. Подпрограммы можно ввести в ОЗУ с помощью описанного ранее отладочного модуля и использовать для тестирования модуля сопряжения. Кроме этих подпрограмм, нам потребуются еще две небольшие программы. На рис. 6 приведена программа, позволяющая записать на ленту длинную серию байтов, имеющих значение 22H. С помощью этой программы можно получить «тест-ленту» для проверки модуля сопряжения.

Если в магнитофоне отсутствует АРУЗ, уровень записи необходимо установить по индикатору так же, как и при записи музыки. Допускается несколько превысить номинальный уровень записи. Уровень записи устанавливается при неподвижной ленте после запуска в работу программы, приведенной на рис. 6. Затем программу запускают вновь и производят запись. После записи ленту перематывают на начало записи и магнитофон включают в режим воспроизведения. Щуп осциллографа подключают к выходу усилителя А1. Резистором R1 устанавливают уровень входного сигнала, при котором на экране осциллографа видны прямоугольные импульсы с крутыми фронтами и плоской вершиной.

После этого ленту опять перематывают в начало, запускают в работу программу, приведенную на рис. 7, и включают в магнитофоне режим «Воспроизведение». Программа сравнивает считанный с ленты байт с байтом 22H. Если будет обнаружено несоответствие, то на светодиодах D0—D7 отладочного модуля появится комбинация 0FH — сообщение об ошибке — и работа программы прекратится. Если при считывании не будет обнаружено ни одной ошибки, то после прочтения всей записи на светодиодах отладочного модуля появится комбинация 81H — сообщение о верном считывании.

При работе с основной управляющей программой микро-ЭВМ информация на ленту записывается в определенном формате. Кроме полезной информации, на ленту записываются и специальные служебные байты. Формат таких записей будет подробно рассмотрен при описании основной управляющей программы микро-ЭВМ.

Описанный модуль сопряжения отличается простотой, высокой достоверностью и большой скоростью записи-считывания информации.

Г. ЗЕЛЕНКО,  
В. ПАНОВ,  
С. ПОПОВ