



МИКРО- ПРОЦЕССОРНЫЕ СРЕДСТВА И СИСТЕМЫ

1 | 1985

ISSN 0233-4844

Бытовая персональная микро-ЭВМ «Электроника БК-0010» — домашний информационный центр: электронный каталог, справочник, записная книжка, машинные учебные курсы, познавательные игры и т. д.

Однокристалльные 4-разрядные микроЭВМ серии К1814, выполненные по р-МОП технологии, предназначены для использования в наиболее массовых недорогих контроллерах периферийных устройств персональных ЭВМ, контрольно-измерительной, медицинской и бытовой аппаратуре

Адаптер магистралей микро-ЭВМ «Электроника 60М» и СМ ЭВМ связывает различные устройства двух наиболее популярных семейств программно-совместимых электронных вычислительных машин

Унифицированный источник питания «Электроника МС 92301.1» — серийный блок ряда микроЭВМ, «Электроника 60-1» повышенной мощности

Микропроцессорные модули на базе микросхем серии К580 для автоматизации экспериментальных исследований в физике высоких энергий: микроЭВМ, контроллер прерываний, последовательный и параллельный интерфейсы

Многоуровневая система автоматизации Сибирского солнечного радиотелескопа — новое эффективное средство организации комплексных научных исследований солнечной активности

Промышленное производство программ — закономерный этап в развитии промышленных методов обработки информации





Два сердца — сердце человека и «сердце» современной вычислительной машины — микропроцессор. Совершенство, созданное природой за долгие тысячелетия и плод человеческого разума, творческих исканий, появившийся не многим более 10 лет назад...

Внедрение микропроцессорной техники в медицину — явление долгожданное, закономерное и весьма символическое. Ведь медицина, особенно тогда, когда требуется радикальное вмешательство — хирургическая операция, — крайне нуждается в компактных, надежных устройствах, позволяющих своевременно получать достоверную информацию о состоянии организма. Одним из наиболее информационно насыщенных видов хирургического вмешательства сегодня справедливо считается операция на сердце в условиях искусственного кровообращения.

Именно поэтому современная кардиохирургическая операция оснащена множеством измерительных и регистрирующих приборов. Особое место в комплексе этих приборов занимают приборы со встроенными микроЭВМ. Благодаря им стало возможным применение математических методов и использование средств вычислительной

техники для обработки медико-биологической информации непосредственно в операционной.

Хирург, склонившийся над операционным полем, так или иначе, строит в своём воображении образ тех глубинных, измеряемых подчас лишь косвенно, процессов, которые происходят в организме во время операции. Уточнить, конкретизировать, дополнить этот образ и тем самым снизить риск операции, способствовать её успешному завершению — вот одна из основных задач, которую должны решать микропроцессорные устройства в этих условиях.

Системный подход при решении вопросов внедрения микропроцессорной техники в медицину, тесное сотрудничество медиков и инженеров — могут послужить основой для создания качественно нового аппаратного и информационного обеспечения сложных хирургических операций. Значение достижений в этой области трудно переоценить — ведь результат их — здоровье советских людей (к ст. Е. А. Буракова «Микропроцессорный кардиомонитор»).

Фото В. П. Шишкоедова

ОРГАН
ГОСУДАРСТВЕННОГО
КОМИТЕТА СССР
ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Издается с 1984 года

ММП МИКРО ПРОЦЕССОРНЫЕ СРЕДСТВА И СИСТЕМЫ

ВЫХОДИТ ЧЕТЫРЕ РАЗА В ГОД НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ 1 | 1985 МОСКВА

СОДЕРЖАНИЕ	Ершов А. П. — Колонка редактора	2
МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА	Златопольский В. Н., Лобов И. Е., Стоянов А. И., Шадрин И. А. Однокристалльные 4-разрядные микроЭВМ серии К1814	3
	Лопатин В. С., Юрочкин А. Г., Баранов Н. Д. Адаптер магистралей СМ ЭВМ и микроЭВМ «Электроника 60»	11
	Знаменский Ю. Н., Карев В. В., Крушевский Л. Я., Маслов А. В., Поликарпочкин С. П. Скоростной дуплексный адаптер межпроцессорной связи «Электроника МС 8002»	13
	Пархоменко П. И., Бражник В. П. Унифицированный источник питания для 16-разрядных микроЭВМ	16
	Белицкий Р. И. Адресация данных в потоковой мультимикропроцессорной системе с магистральной структурой	17
	ПЕРСОНАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ	Косенков С. М., Полосин А. Н., Снепичкий З. А., Дябин М. И., Половянюк А. И. Бытовая персональная микроЭВМ «Электроника БК-0010» Попов С. Н. Система диагностики неисправностей микропроцессорной аппаратуры на базе персонального компьютера
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	Цыганков В. А., Бураков Е. А., Гусев А. В., Козырев А. В., Котлин В. Н., Фасас В. Г., Черепанов А. Б. Система программирования и отладки микроЭВМ на базе измерительно-вычислительного комплекса	30
	Туманов А. А. Система подготовки программ для микропроцессора КР5801К80 на базе микроЭВМ «Искра-226»	34
	Карась И. З. Опыт функционирования промышленного предприятия по производству программных средств	36
	Крылов В. В. Наука о программах (письмо в редакцию)	42
	Громов Г. Р. Программирование: ремесло, наука, искусство, технология...	44
ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СРЕДСТВ	Филиппычев С. А., Майдыковский И. В., Борщенко Ю. И., Зубов Ю. В. Применение однокристалльного микропроцессора К1801ВМ1 в автономных системах сбора и обработки информации	51
	Говоруш В. И., Ермолин Ю. В., Мамаков П. В., Рыбаков В. Г., Сытин А. И. Микропроцессорные модули для автоматизированных установок физики высоких энергий	57
	Белов В. В., Путилов В. А., Смольков Г. Я. Система автоматизации Сибирского солнечного радиотелескопа	63
	Бураков Е. А. Микропроцессорный кардиомонитор	68
УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР	Торгов Ю. И. Использование нескольких микропроцессоров в микроЭВМ	70
	Крылов Е. Т., Крылова Е. Э., Медведева Л. П. Быстродействующий аналого-цифровой преобразователь для микропроцессорных систем	75
	Преснухин Л. Н., Пауфилов Д. И., Романенко О. А., Шаронин С. Г. Лаборатория по изучению микропроцессорных комплексов с фиксированным набором команд	77
	Корольков А. А., Раденко М. Е., Сеньков В. К. Применение ВИС КР580ВВ51 для реализации исследовательских интерфейсов микропроцессорных систем	82
	Лукьянов Д. А. КР580 — автоматизация без проблем!	85
	Малашевич Б. М., Шахнов В. А., Коночкин Э. И. Термины и определения: Внешние запоминающие устройства	91
	Рефераты статей	94

Главный редактор

А. П. ЕРШОВ

Редакционная коллегия:

А. Г. Алексенко
В. В. Бойко
В. М. Брябрин
К. А. Валиев
Г. Р. Громов
(ответственный секретарь)
В. И. Иванов
М. Б. Игнатьев
А. В. Каляев
С. С. Лавров
В. В. Липаев
Б. Н. Наумов
(зам. главного редактора)
С. М. Пеленов
(зам. главного редактора)
А. К. Платонов
Ю. А. Чернышев
В. А. Чиганов
И. И. Шагурын

Редакционный совет:

Ю. Е. Антипов
Р. Л. Ашастин
Е. П. Велихов
Н. Н. Говоруи
Г. И. Кавалеров
И. И. Малашинин
В. А. Мясников
Ю. Е. Нестерихин
И. В. Прангишвили
Л. И. Преснухин
В. М. Пролейко
В. В. Симаков
В. И. Скурихин
В. Б. Смолов
Ю. М. Соломенцев
Н. Н. Шереметьевский

Технический редактор Л. А. Горшкова
Корректор Г. Г. Казакова
Художник А. В. Захаров

Адрес редакции: 101820, Москва,
проезд Серова, 5, редакция журнала
«Микропроцессорные средства и системы». Телефоны 228-18-88; 221-99-26
Сдано в набор 15.02.85

Подписано к печати 19.03.85 Т 07786
Формат 84×108¹/₁₆. Бумага № 1.
Высокая печать. Усл.-печ. л. 10,08
Уч.-изд. л. 13,8 Тираж 21 600 экз.
Заказ 283 Цена 1 руб. 10 коп.
Орган Государственного комитета
СССР по науке и технике. Набрано
в типографии Всесоюзного центра
информации по оборудованию ГИИТ
СССР.

Отпечатано в Московской типографии
№ 13 ПО «Периодика» ВО «Союзполиграфпром»
Госкомиздата
СССР
Зак. 78

На второй странице обложки: операционная, оборудованная микропроцессорным кардиомонитором.

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

ШКОЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР — ВЫЗОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Государственная постановка вопроса о достижении всеобщей компьютерной грамотности учащейся молодежи ведет дело к тому, что сфера образования, возможно, будет первым крупным сектором народного хозяйства, создающим спрос на массовую персональную ЭВМ, и именно здесь впервые счет будет вестись на сотни тысяч. Не отрицая заметного прогресса в техническом уровне отечественной вычислительной техники, отметим, что создание школьного компьютера — это твердый орешек для нашей промышленности. Речь идет о персональной ЭВМ с полноценной клавиатурой, оперативной памятью не менее 64 Кбайт, растровым дисплеем с цветной графикой, со способностью к расширению и возможностью объединения в школьную сеть. Такая ЭВМ должна быть очень надежной, допускающей безремонтную эксплуатацию с немедленной гарантированной заменой неисправного блока или изделия целиком — и все это за цену в пределах тысячи рублей.

Скажем прямо — такой машины у нас пока что нет. И дело далеко не только в том, чтобы создать подходящую конструкцию. Главное, что за этой машиной должен стоять существенно новый процесс производства — производства массового, высокоавтоматизированного, с исключительно жестким контролем компонент и комплектующих изделий на дальних подступах к сборке. Необходимо также существенно обогатить инфраструктуру всей службы распространения и сопровождения вычислительных средств, которая до сих пор реально полагается на активность и техническую компетенцию потребителя.

Некоторые задаются вопросом, а уместно ли проводить такой грандиозный технический эксперимент на ниве образования. Как озабоченно спросил один из учителей, присутствуя на совещании, посвященном компьютерной грамотности: а не делают ли из нас подопытных кроликов.

Есть все же немало аргументов в пользу того, что компьютеризацию общества нужно начинать с образования. И конечно, далеко не самый последний аргумент — это абсолютное бескорыстие этого сектора потребления вычислительной техники и вытекающая из этого огромная ответственность: все это мы делаем для наших детей.

*А. П. Ершов
академик*

УДК 621.3.049.77:681.3.06

В. Н. Златопольский, И. Е. Лобов, А. И. Стоянов, И. А. Шадрин

ОДНОКРИСТАЛЬНЫЕ 4-РАЗРЯДНЫЕ микроЭВМ СЕРИИ K1814

Основной тенденцией развития систем управления является переход от полностью централизованных систем к децентрализованным, проникновению автономных управляющих устройств на все более низкие уровни управления. Автоматизация управления на нижних уровнях повышает надежность и живучесть систем, облегчает решение задач комплексной автоматизации. Известно, что расходы на решение задачи будут минимальными, если использовать ЭВМ, наименьшую по производительности из удовлетворяющих заданным условиям. Максимальная простота и дешевизна автоматической системы управления достигаются при использовании однокристалльных микроЭВМ, реализующих функции ввода, хранения, обработки, вывода данных и управления на одной БИС.

Интегральные микросхемы серии K1814 представляют собой однокристалльные 4-разрядные микро-ЭВМ, предназначенные для построения микроконтроллерных систем управления.

В серию входят:

однокристалльная микроЭВМ (ОМЭВМ), которая содержит 4-разрядный процессор, ПЗУ программ емкостью 1К 8-разрядных команд, ОЗУ данных емкостью 64 4-разрядных слов, схемы ввода-вывода и встроенный тактовый генератор;

универсальная микроЭВМ (УМЭВМ), идентичная по архитектуре однокристалльной и отличающаяся тем, что адресует внешнее ЗУ программ и управляет внешней выходной ПЛМ.

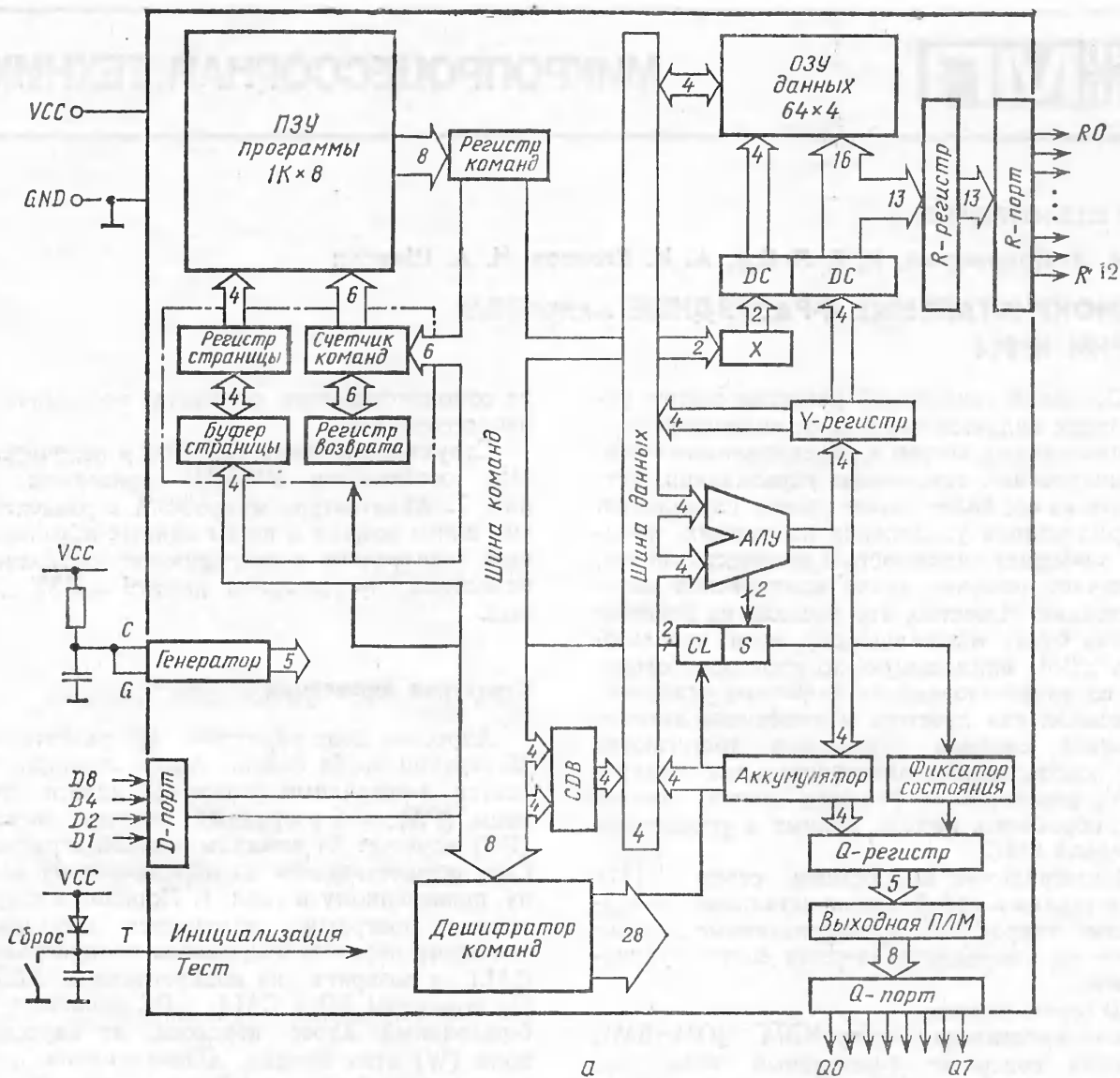
ОМЭВМ выполняют функции специализированных микроконтроллеров в соответствии с программой, хранящейся в масочно-программируемом ПЗУ и могут быть применены в периферийных устройствах вычислительной техники, различной контрольно-измерительной, медицинской и бытовой аппаратуре. УМЭВМ предназначена для отладки программ в составе отладочных устройств и для самостоятельного применения в изделиях, производимых в малом количестве, когда разработ-

ка однокристалльного варианта экономически нецелесообразна.

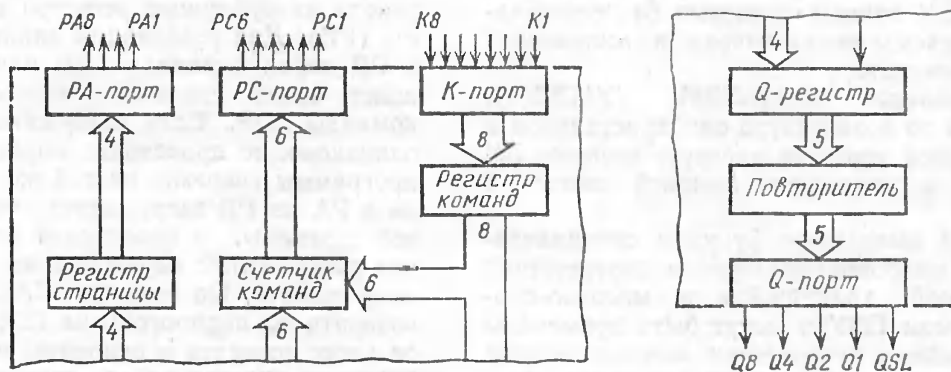
Структурная схема ОМЭВМ и отличительные особенности УМЭВМ приведены на рис. 1. Архитектура микроЭВМ с разделением шины команд и шины данных обуславливает аппаратное и программное разделение адресации программной памяти и ОЗУ данных.

Структура адресации

Адресное поле размером 1К разбито на 16 страниц по 64 байта. Адрес страницы задается 4-разрядным регистром адреса страницы (РА), а 6-разрядный счетчик команд (РС) адресует 64 команды каждой страницы. Счет осуществляется по определенному закону, приведенному в табл. 1. Порядок выборки команд программы изменяется командами условного перехода BR, вызова подпрограммы CALL и возврата из подпрограммы RETN. По командам BR и CALL в РС записывается 6-разрядный адрес перехода из адресного поля (W) этих команд. Одновременно в РА загружается 4-разрядный адрес страницы перехода из буферного регистра адреса страницы (РВ). Для реализации длинных ветвлений в РВ перед командами BR или CALL загружаются адрес страницы перехода из поля команды LDP. Если содержимое РА и РВ одинаково, то происходит короткое ветвление программы (переход на той же странице), если в РА из РВ загружается содержимое новой страницы, то происходит длинное ветвление программы с переходом на другую страницу памяти. По команде CALL в регистре возврата из подпрограммы (SR) запоминается адрес возврата в основную программу, а в РВ запоминается адрес страницы основной программы. По команде RETN происходит возврат в исходную программу, содержимое РВ пересылается в РА, а содержимое SR в РС. Команды BR и CALL условны по состоянию триггера состояния S и выполняются, ес-



а



б

Рис. 1. Структурная схема однокристалльной микроЭВМ (а), отличительные особенности универсальной микроЭВМ (б)

Таблица 1

Порядок адресации команд

Номер команды	Восьмеричное значение счетчика	Номер команды	Восьмеричное значение счетчика
0	00	32	34
1	01	33	70
2	03	34	61
3	07	35	43
4	17	36	06
5	37	37	15
6	77	38	33
7	76	39	66
8	75	40	55
9	73	41	32
10	67	42	64
11	57	43	51
12	36	44	22
13	74	45	44
14	71	46	10
15	63	47	21
16	47	48	42
17	16	49	04
18	35	50	11
19	72	51	23
20	65	52	46
21	53	53	14
22	26	54	31
23	54	55	62
24	30	56	45
25	60	57	12
26	41	58	25
27	02	59	52
28	05	60	24
29	13	61	50
30	27	62	20
31	56	63	40

ли $S=1$. В противном случае ветвления не происходит, и в следующем цикле РС адресует последующую команду программы. Такая структура адресации памяти программ проста в программировании, но не позволяет осуществлять вложение подпрограмм и длинные ветвления в подпрограмме.

Структура адресации ОЗУ данных также страничная. ОЗУ емкостью 64×4 бит разбито на четыре страницы по 16 4-разрядных слов. Адрес страницы задается 2-разрядным X-регистром, адрес слова внутри каждой страницы задается Y-регистром. В отличие от X-регистра, Y-регистр участвует в операциях АЛУ и является регистром общего назначения (РОН). Изменение содержимого X-регистра осуществляется по командам Загрузить X-регистр (LDX) и Образовать дополнение содержимого X-регистра (COMX).

Арифметическо-логическое устройство

4-разрядное АЛУ выполняет операции сложения, вычитания, арифметического и логического сравнения над операндами, поступаю-

щими с шины данных через входные мультиплексоры. Результат арифметической операции через выходной селектор в соответствии с микрокомандами отсылается в один из РОН, аккумулятор или Y-регистр. Одновременно с арифметическими операциями АЛУ производит сравнение входных величин и выработку признака равенства или неравенства операндов. Результат сравнения NE или содержимое разряда переноса CR соответствующими микрокомандами может пересылаться в триггер состояния. Входными операндами АЛУ могут быть выходные коды Y-регистра, ОЗУ, мультиплексора данных CDB, прямой или инверсный код аккумулятора и константа 15.

Мультиплексор данных CDB представляет собой логическую схему, предназначенную для выбора и передачи на шину данных входной информации с D-порта, константы С с шины команд или битовой маски для маскирования разрядов при выполнении операций над битами. Пересылки данных в РОН осуществляются через АЛУ путем сложения их с нулем.

Система команд и устройство управления

Базовая система команд (табл. 2) содержит 43 команды. Все команды однобайтовые и имеют один из четырех форматов (рис. 2). Декодирование кодов команд и формирование сигналов управления осуществляются дешифратором команд. На выходе дешифратора формируется горизонтальный микрокод, разряды которого инициируют выполнение микроопераций. Часть дешифратора выполнена на основе ПЛМ мощностью в 30 произведений, причем матрица И осуществляет непосредственное декодирование кода команды, а матрица ИЛИ выполняет функции памяти микропрограмм. Управляющие сигналы, возбуждаемые на выходе ПЛМ, инициируют выполнение комбинаций из 16 программируемых микроопераций. Для обеспечения возможности формирования сложных команд типа чтение-операция-запись выбрана многофазная

	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1
I	КОП			(W)				
II	КОП				(C)			
III	КОП						(B)	
IV	КОП							

Рис. 2. Формат команды:

K1...K8 — разряды кода команды; (W) — 6-разрядное поле адреса перехода; (C) — 4-разрядное поле константы или адреса страницы программной памяти; (B) — 2-разрядное поле адреса бита ячейки ОЗУ

Система команд однокристалльной микроЭВМ

Тип команды	Мнемоника	Код операции двоичный	Формат	Состояние	Комментарий
1	2	3	4	5	6
Пересылка	TAY	00100100	IV	1	Переслать содержимое аккумулятора в Y-регистр
	TYA	00100011	IV	1	Переслать содержимое Y-регистра в аккумулятор
	TAM	00000011	IV	1	Переслать содержимое аккумулятора в память
	TAMIY	00100000	IV	1	Переслать содержимое аккумулятора, инкремент Y-регистра
	TAMZA	00000100	IV	1	Переслать содержимое аккумулятора в память, очистить аккумулятор
	TMY	00100010	IV	1	Переслать содержимое памяти в Y-регистр
	TMA	00100001	IV	1	Переслать содержимое памяти в аккумулятор
	XMA CLA	00101110 00101111	IV IV	1 1	Поменять содержимое памяти и аккумулятора Очистить аккумулятор
Загрузка констант	TCY	0010 C	II	1	Загрузить константу в Y-регистр
	TCMIY	0110 C	II	1	Загрузить константу в память, увеличить Y-регистр
Арифметические операции	AMAAC	00100101	IV	CR	Сложить содержимое аккумулятора и памяти, результат в аккумулятор
	SAMAN	00100111	IV	CR	Вычитать содержимое аккумулятора из памяти, результат в аккумулятор
	IMAC*	00101000	IV	CR	Инкремент содержимого памяти загрузить в аккумулятор
	DMAN*	00101010	IV	CR	Декремент содержимого памяти загрузить в аккумулятор
	IA	00001110	IV	1	Инкремент содержимого аккумулятора
	DAN	00000111	IV	CR	Декремент содержимого аккумулятора
	IYC	00101011	IV	CR	Инкремент содержимого Y-регистра
	DYN	00101100	IV	CR	Декремент содержимого Y-регистра
	A6AAC	00000110	IV	CR	Увеличить содержимое аккумулятора на 6
	A8AAC	00000001	IV	CR	Увеличить содержимое аккумулятора на 8
	A10AAC CPAIZ	00000101 00101101	IV I	CR CR	Увеличить содержимое аккумулятора на 10 Образовать дополнение аккумулятора до 2
Сравнение	ALEM	00101001	I	CR	Если аккумулятор меньше или равен памяти, 1->S
	ALEC	0111 C	II	CR	Если аккумулятор меньше или равен константе, 1->S
	MNEZ	00100110	IV	NE	Если содержимое памяти не равно нулю, 1->S
	YNEA	00000010	IV	NE	Если содержимое регистра не равно аккумулятору, 1->S, S->SL
	YNEC	0101 C	II	NE	Если содержимое регистра не равно константе, 1->S
Побитовая обработка памяти	SBIT	001100B	III	1	Установить бит памяти
	RBIT	001101B	III	1	Сбросить бит памяти
	TBITI	001110B	III	NE	Проверить бит памяти, если единица, 1->S
Адресация страниц ОЗУ	LDX	001111B	III	1	Загрузить константу в X-регистр
	COMX	00000003	I	1	Инвертировать содержимое X-регистра
Адресация ПЗУ	LDP	0001 C	II	1	Загрузить константу в буфер адреса страницы
	BR	10 W	I	1	Условный переход, если S=1
	CALI PETN	11 W 00001111	I IV	1 1	Обращение к подпрограмме, если S=1 Возврат из подпрограммы

1	2	3	4	5	6
Ввод- вывод	DNEZ	00001001	IV	E	Если входные данные не равны нулю, 1—>S Переслать входные данные в аккумулятор Установить разряд R-регистра Сбросить разряд R-регистра Переслать содержимое аккумулятора и фиксатора состояний в Q-регистр Очистить Q-регистр
	TDA	00001000	IV	1	
	SETR	00001101	IV	1	
	RSTR	00001100	IV	1	
	TIQ	00001010	IV	1	
	CLQ	00001011	IV	1	

Примечание: CR — перенос в результате арифметической операции, перенос-заем; NE — результат компарации; NE=1, если операнды не равны; * — команды не изменяют содержимое памяти.

организация выполнения микроопераций, обычная для горизонтального микропрограммирования. Некоторые операции, связанные с адресацией, вводом и модификацией разрядов, реализуются одной микрооперацией, причем эти микрооперации не используются в совокупности с другими микрооперациями в одном командном цикле. Поэтому с целью экономии микропрограммной ПЛМ формирование сигналов управления для данных операций осуществляется непосредственно на выходе дешифратора (матрица И).

Слово состояния программы

Слово состояния определяется содержанием триггера признака подпрограммы CL и триггера состояния S. Триггер признака подпрограммы устанавливается командой CALL и определяет занесение адреса возврата в стек и блокировку данных переходов в режиме вызова. Таким образом, длина подпрограммы не должна превышать 64 команды. Сброс триггера происходит при возвращении в основную программу по команде RETN.

Триггер состояния определяет разрешение передач управления. Содержимое триггера определяется командой, выполненной в предыдущем цикле. В зависимости от команды триггер состояния принимает безусловное значение «1», значение разряда переноса сумматора или результата сравнения операндов в компараторе. Содержимое триггера состояния через выходной фиксатор состояния SL может быть выведено в выходной регистр Q. Значение фиксатора состояния изменяется только по команде YNEA.

Структура ввода-вывода

МикроЭВМ имеет отдельные схемы ввода и вывода, позволяющие параллельно вводить входные данные и выводить содержимое двух выходных регистров, Q и R, на отдельные порты вывода.

Входные данные вводятся в схему через 4-разрядный входной D-порт и далее через мультиплексор данных поступают на шину данных. Входная информация с D-порта может пересылаться в аккумулятор по команде TDA или в АЛУ для проверки на нуль по команде DNEZ. Выходной регистр Q используется для параллельного вывода данных. Запись в Q-регистр производится по команде вывода TIQ, при этом содержимое аккумулятора и фиксатор состояния SL пересылаются в регистр Q.

Для удобного представления выходной информации Q-порта, например на 7-сегментном индикаторе или другом устройстве отображения информации, в схеме имеется выходной шифратор информации, выполненный на базе ПЛМ мощностью 20 произведений. Матрица ИЛИ ПЛМ имеет восемь выходных линий в соответствии с разрядностью Q-порта. Программирование выходной ПЛМ производится маской в соответствии с требованиями пользователя. В УМЭВМ выходная ПЛМ кодируется как повторитель.

Выходной регистр R имеет 13 индивидуально программируемых ячеек памяти. В одном командном цикле может быть установлена командой SETR или сброшена командой RSTR только одна ячейка R-регистра, адресуемая текущим содержимым Y-регистра. Все ячейки регистра R имеют параллельный выход на выходы R-порта. Индивидуальное программирование выходных линий R-порта позволяет эффективно использовать их для непосредственного управления исполнительными устройствами, стробирования входных и выходных данных, сканирования клавиатуры, дисплея и других применений.

Машинный цикл

Разделение шин команд и данных позволяет организовать двухуровневый конвейер операций, совместить циклы выборки и ис-

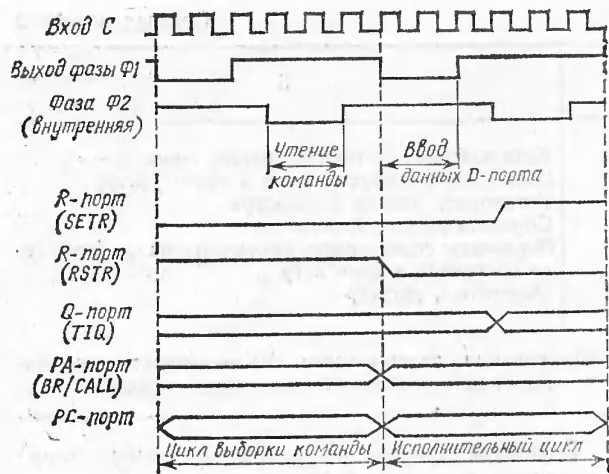


Рис. 3. Синхронизация микроЭВМ

полнения команд. При такой организации время выполнения операций определяется длительностью машинного цикла микроЭВМ, а не полного цикла команды. Длительность машинного цикла составляет шесть тактов генератора, или 20 мкс на частоте 300 кГц, и одинакова для всех команд, что очень удобно при программировании задач в реальном масштабе времени. Синхронизация схемы в пределах цикла осуществляется пятью фазами, часть которых приведена на рис. 3. Здесь же указаны временные интервалы выполнения различных микроопераций, для команд вывода приведены временные диаграммы.

Начальная установка и сброс микроЭВМ

Начальная установка микросхемы в исходное состояние: $PA=PB=15$, $PC=0$, $Q=0$, $R=0$, $CL=0$ — осуществляется при включении питания с помощью специальной схемы. Поддержка внутренней схемы инициализации при работе с источниками питания, не обеспечивающими крутой фронт нарастания напряжения в микросхеме, происходит по выводу Т путем создания задержки установки уровня нуля на данном выводе внешней емкостью. Разряд емкости при отключении питания выполняется диодом. Сброс микроЭВМ в начальное состояние производится путем установки на выводе Т высокого уровня на время не менее шести машинных циклов при нулевой информации на входах D-порта. Состояние схемы после сброса аналогично состоянию после начальной установки.

Синхронизация

МикроЭВМ может работать в режимах с внешней и внутренней синхронизацией. В первом случае тактовые импульсы подаются на вход С с внешнего генератора, во втором — при подключении RC-цепи к замкнутым выводам С и G внутри релаксационный генератор формирует тактовые импульсы с частотой, определяемой параметрами RC-цепи. Типовое значение частоты при $R_{CLC}=50$ кОм и $C_{CLC}=47$ пФ составляет 300 кГц.

Микросхемы ОМЭВМ и УМЭВМ выполнены по низкороговой р-МОП технологии на динамической логике с использованием обедненных транзисторов в качестве нагрузок. ОМЭВМ выпускается в 40-выводном пластмассовом ДИП корпусе (рис. 4), УМЭВМ — в 48-выводном металлокерамическом ДИП корпусе (рис. 5). Основные электрические параметры и режимы эксплуатации приведены ниже.

	Не менее	Не более
Напряжение питания, В	-9,9	-8,1
Входное напряжение низкого уровня, В	U_{cc}	-4
Входное напряжение высокого уровня, В	-1	0,3
Выходное напряжение высокого уровня, В	-0,75	—
Тактовая частота, кГц	100	350
Потребляемая мощность, мВт (мА)		70 (7)
Рабочий диапазон температур, °С	-10	70

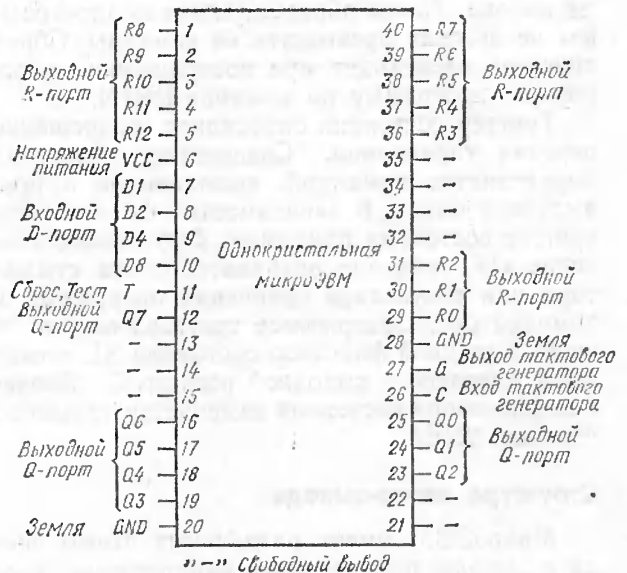


Рис. 4. Условное графическое обозначение однокристалльной микроЭВМ

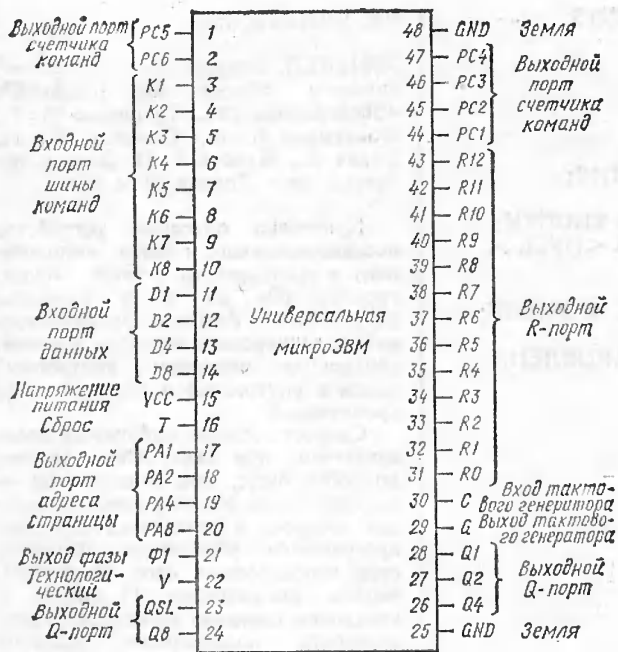


Рис. 5. Условное графическое обозначение универсальной микроЭВМ

Пример включения однокристалльной микроЭВМ

На рис. 6,а приведена схема включения однокристалльной микроЭВМ для реализации простого секундомера. При нажатии на кнопку пуска начинается счет времени с отображением на 4-разрядном индикаторе десятых долей секунды, секунд, десятков секунд и минут. При нажатии на кнопки Стоп или Сброс происходит остановка счета времени или сброс секундомера соответственно. Для отсчета времени на вход D8 микроЭВМ подаются импульсы

с микросхемы кварцевого генератора частотой 50 Гц. Разряды R-порта R₀—R₃ используются для сканирования клавиатуры и индикатора, причем высокий уровень сигнала на R-выходах соответствует разрешению свечения соответствующего разряда индикатора. Предполагается, что выходная ПЛМ закодирована для преобразования содержимого Q-регистра в коды семисегментного индикатора так, что нулевому значению Q-регистра соответствует ноль на индикаторе, единице соответствует единица на индикаторе, и так до девяти. Программа микроЭВМ, реализующая секундомер, приведена на рис. 7. В программе используются ячейки Y=0...5 нулевой страницы ОЗУ данных. Назначение ячеек ОЗУ приведено на рис. 6,б.

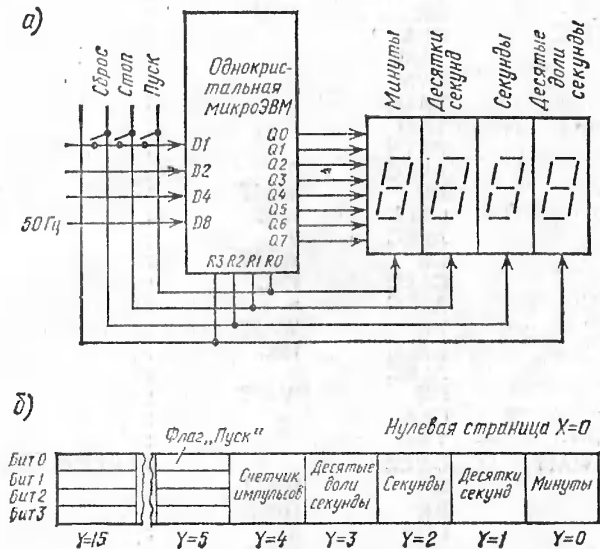


Рис. 6. Схема включения микроЭВМ для реализации секундомера (а); распределение памяти данных (б)

LABEL	MNEMO	OPER	COMMENTS
	PROGRA	M	SEC.TON;
	LABEL	STA,CL	,DIS1,DIS2,IMP.;
	LABEL	DIS3,D	IS,CLC,INC,WAIT.;
	LABEL	F,FILT	,SETEL,RSTFL.;
	CONST	0=0D.1	=1D.4=4D.;
	CONST	5=5D.9	=9D,15=15D.;
	MEMORY	15 000	;
STA	CLA		СТАРТ ПРОГРАММЫ;
	LDX	0	0->M(X=0, Y=0-5);
	TCY	5	;
CL	TAM		;
	DYN		;
	BR	CL	;
DIS1	TCY	4	ПРОГРАММА СКАНИРОВАНИЯ;
DIS2	DYN		КЛАВИАТУРЫ И;
	TMA		ДИСПЛЕЯ;
	IYC		;
	RSTR		;
	DYN		;
	TIQ		;

LABEL	MNEMO	OPER	COMMENTS
	SETR		
	DNEZ		
DIS3	BR	IMP	
	YNEC	15	
	BR	DIS2	
	BR	DIS1	
IMP	TDA		ПРОВЕРКА НАЖАТИЯ;
	ALEC	1	КНОПОК;
	BR	F	К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КНОПКИ;
	TYA		ПРОВЕРКА ФЛАГА <ПУСК>;
	TCY	5	
	TBIT1	0	
	BR	CLC	ПУСК—> НА СЧЕТ ВРЕМЕНИ;
	TAY		
CLC	BR	DIS3	<ПУСК> НЕ УСТАНОВЛЕН;
	TAY		СЧЕТ ВРЕМЕНИ;
	CLC		
	RSTR		
	TCY	4	
	IMAG		
	TAM		
	ALEC	4	
INC	BR	WAIT	
	CLA		
	TAM		
	DYN		
	IMAG		
	TAM		
	RETN		
	ALEC	9	
	BR	WAIT	
	CALL	INC	
	ALEC	9	
	BR	WAIT	
	CALL	INC	
	ALEC	5	
	BR	WAIT	
	CALL	INC	
	ALEC	9	
	BR	WAIT	
	CLA		
	TAM		
WAIT	DNEZ		ЗАДЕРЖ. ДО КОНЦА ИМП—СА
	BR	WAIT	
	BR	DIS1	
	LDP	0	
F	BR	FILT	
	MEMORY	00 000	
FILT	TYA		ОПРЕДЕЛЕНИЕ КНОПКИ;
	ALEC	0	
	BR	SETFL	
	ALEC	1	
	BR	RSTFL	
	LDP	15	
	BR	STA	
SETFL	TCY	5	УСТАНОВКА ФЛАГА <ПУСК>;
	SBIT	0	
	TAY		
	BR	DIS	
RSTFL	TCY	5	СБРОС ФЛАГА <ПУСК>;
	RBIT	0	
	TAY		
DIS	LDP	15	
	BR	DIS3	
O	END		

Рис. 7. Программа, реализующая функции секундомера

РЖ ВИНТИ, 1984

7Б315ДЕП. Устройство последовательного обмена для микроЭВМ «Электроника 60». Тихоненко В. П., Политыкин Б. М., Созинов В. Н., Байда Д., Жукова Т. П. Донецк, политехн. ин-т, Донецк, 1984, 5 с.

Приведено описание устройства последовательного обмена, выполненного в стандарте микроЭВМ «Электроника 60» на плате размером 240×135×12. Режимы функционирования: асинхронная передача и прием; синхронная передача; синхронный прием с внутренней и внешней синхронизацией.

Скорость обмена выбирается пользователем; при синхронном режиме до 56000 бит/с; при асинхронном — до 9600 бит/с. Модуль имеет выходы для контроля и управления модемом; программное управление разрядностью передаваемых слов (5—8 бит), числом стоп-разрядов (1, 1,5, 2) и контролем передачи по паритету; возможность подключения четырех внешних устройств (по числу микросхем КР580ИК51). Выходной разъем типа СНП-59-96.

РЖ ВИНТИ, 1984

9Б10. Использование микроЭВМ в школах. Creating links with reality. Clothier Paul. «Educ. Comput.», 1984, No 4.

Сообщается, что в школах США расширяется преподавание курса управления с использованием микроЭВМ. Основная трудность при этом — нехватка квалифицированных преподавателей в области ВТ и электроники. Даются рекомендации школьным преподавателям, обладающим основными знаниями в области программирования, для овладения основами науки управления.

Предполагается при этом, что в их распоряжении имеется микроЭВМ с устройствами ввода-вывода. Приводятся простейшие схемы, позволяющие контролировать работу микроЭВМ и демонстрировать ее учащимся. Особо полезны в школе АЦП, позволяющие показать на экране почти любую физическую величину, и ЦАП, позволяющие использовать выходные данные микроЭВМ.

Статья поступила 29 октября 1984 г.

АДАПТЕР МАГИСТРАЛЕЙ СМ ЭВМ И микроЭВМ «ЭЛЕКТРОНИКА 60»

Мини-ЭВМ СМ-3, СМ-4, «Электроника 100-25» и микроЭВМ ряда «Электроника 60М» представляют собой два семейства программно-совместимых электронных вычислительных машин [1]. Мини-ЭВМ типа СМ ЭВМ в качестве стандартного средства обмена с внешними устройствами используют единый интерфейс «Общая шина», по которому параллельно передаются адрес, данные и управляющие сигналы. Для мини-ЭВМ создан большой объем программного обеспечения, включающего операционные системы, языки высокого уровня, пакеты прикладных программ для различных областей науки и техники. Странами СЭВ разработан обширный набор периферийных и запоминающих устройств и контроллеров с интерфейсом «Общая шина» [2].

В микроЭВМ в качестве стандартного средства обмена с периферийными устройствами принят магистральный параллельный интерфейс (МПИ), в котором, в отличие от «Общей шины», адрес и данные передаются по одним и тем же сигнальным линиям. Мультиплексирование адреса и данных снижает пропускную способность шины, но значительно уменьшает число линий связи, в результате чего уменьшаются габариты и стоимость устройств микроЭВМ.

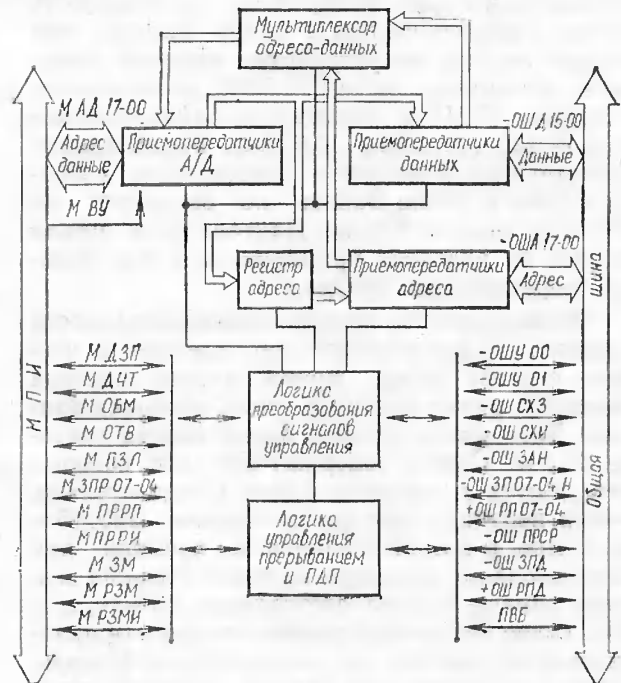
Разработанное связное устройство (адаптер) позволяет соединить интерфейс микроЭВМ с интерфейсом мини-ЭВМ, использовать для микроЭВМ весь набор периферийных устройств и контроллеров, выпускаемых для мини-ЭВМ «Электроника 100-25» и СМ ЭВМ. Адаптер обеспечивает одновременную работу микроЭВМ с несколькими внешними устройствами, имеющими интерфейс «Общая шина» в программном режиме, режимах прерывания и прямого доступа к памяти (ПДП). Он не имеет программных регистров и не требует специального программного обеспечения, «прозрачен» для программиста.

В отличие от магистрали МПИ, в которой адрес и данные передаются по одним и тем же линиям с временным уплотнением, в «Общей шине» адрес и данные передаются по отдельным линиям. Отличаются также временные диаграммы управляющих сигналов в циклах обмена данными, прерывания и захвата магистрали.

Адаптер (см. рисунок) выполняет следующие основные функции:

- разделение адреса и данных, передаваемых из МПИ в «Общую шину»;
- мультиплексирование адреса и данных, передаваемых из «Общей шины» в МПИ;
- управление операциями прямого доступа к памяти;
- преобразование сигналов синхронизации и управления;
- управление прерываниями программы.

Для разделения адреса и данных используется адресный регистр, который по сигналу синхронизации запоминает адрес на время выполнения операции обмена. С выхода регистра адрес через передатчики поступает на линии адреса «Общей шины». При передаче из «Общей шины» адреса и данные поступают на входы мультиплексора, который последовательно передает их в МПИ. В программном режиме передатчики адреса «общей шины» постоянно разрешены, а мультиплексор настроен на передачу данных. Если устройство «Общей шины» работает в режиме прямого доступа к памяти, находящейся в МПИ, то передатчики адреса «Общей шины» запрещаются и мультиплексор настраивается на передачу адреса из «Общей шины» в МПИ.



Функциональная схема адаптера магистралей

Преобразование управляющих и синхронизирующих сигналов осуществляется с помощью специальной логики, которая одновременно управляет мультиплексором и передатчиками МПИ и «Общей шины» в соответствии с протоколом обмена. Логика управления прерыванием и ПДП позволяет устройствам «Общей шины» работать в режимах прерывания программы и прямого доступа к памяти.

При работе с микроЭВМ, имеющей диспетчер памяти, адаптер позволяет использовать четыре уровня прерывания программы и адресоваться устройствам прямого доступа к памяти емкостью до 256 Кбайт. Для этого в МПИ введены дополнительные линии: 5, 6, 7 — линии уровня запроса прерывания и 16, 17 — линии разряда адреса [3].

Если на вход адаптера от процессора поступает сигнал разрешения прерывания или разрешения ПДП и если устройства «Общей шины» не требуют прерывания или прямого доступа, то адаптер передает эти сигналы к устройству, установленному в следующей позиции конструктива микроЭВМ. Если устройство «Общей шины» требует прерывания или ПДП, то адаптер разрешает ему занять «Общую шину» и запрещает прохождение сигналов разрешения прерывания и ПДП к устройствам микроЭВМ, расположенным электрически дальше от процессора.

При работе адаптер вносит временные задержки в циклы обмена между устройствами, расположенными в МПИ и «Общей шине». Экспериментально измеренная длительность сигнала синхронизации в цикле Запись при чтении сектора из устройства внешней памяти на магнитном диске СМ 5400, работающего в режиме ПДП, в оперативное запоминающее устройство составляет 1,6 мкс. Минимальная теоретически возможная длительность сигнала Обмен в цикле Запись по стандарту на МПИ составляет 524 нс. Длительность цикла Запись от адаптера примерно на 1 мкс больше теоретического предела.

Оценим средние потери производительности микроЭВМ, работающей параллельно с чтением сектора диска. Время чтения сектора включает время поиска и время передачи данных. Диск имеет среднее время поиска сектора 50 мкс. Сектор содержит 256 слов, которые передаются с периодом 5 мкс. Следовательно, время передачи сектора составляет $256 \times 5 = 1280$ мкс, а потери машинного времени при использовании адаптера за период чтения сектора, равный 6,28 мс, составляют 256 мкс, т. е. 4%. Такое снижение производительности практически не заметно для пользователя. Использование адаптера для обмена с оперативной памятью существенно снижает производи-

тельность процессора и является нерациональной.

К каждой из 54 линий «Общей шины» адаптер подключает резисторные делители с волновым сопротивлением 120 Ом, которые задают на линиях уровень напряжения 3,4 В. Следует отметить, что внешние устройства, используемые в ЭВМ «Электроника 100-25», имеют на линиях разрешения передачи и разрешения ПДП согласование, отличное от принятого в «Общей шине»: резистор 390 Ом, подключенный к нулевой шине питания. При использовании этих устройств необходимо обеспечить 120-омное согласование указанных линий путем подключения резистора величиной 180 Ом к линии и шине питания 5 В.

Адаптер собран на микросхемах серий К555, К531, К559. Микросхемы серии К555 отличаются значительно меньшей потребляемой мощностью при тех же временных характеристиках, что и микросхемы наиболее распространенной серии К155. Микросхемы серии К531 обладают высоким быстродействием и хорошими нагрузочными характеристиками. Для обмена информацией с «Общей шиной» и межмодульным параллельным интерфейсом используются приемники и передатчики серии К559.

Адаптер выполнен на печатной плате с размерами 240×280 мм и питается от источника постоянного тока напряжением $5 \pm 0,25$ В. Соединяется с периферийными устройствами, имеющими интерфейс «Общая шина», с помощью кабелей, для подключения которых содержит два 60-контактных разъема. Адаптер проверен в работе с дисковыми операционными системами РАФОС, ТМОС, МДОСРВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наумов Б. Н., Гиглавы А. В. Микропроцессорная технология — основа перспективных ЭВМ массового применения. — Микропроцессорные средства и системы, 1984, № 1, с. 7.
2. Преснухин Л. Н., Нестеров П. В. Цифровые вычислительные машины. — М.: Высшая школа, 1981. — 471 с.
3. Мячев А. А., Никольский О. А. Стандартные интерфейсы микропроцессорных систем. — Микропроцессорные средства и системы, 1984, № 1, с. 29—30.

Статья поступила 11 декабря 1984 г.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ВУЗОВ УРАЛА И СИБИРИ

С 6-го по 8-е февраля 1985 г. в г. Челябинске проходила научно-методическая конференция вузов Урала и Сибири «САПР и микропроцессоры в учебном процессе». Конференция особо отметила использование диалоговых вычислительных комплексов (ДВК) — основное перспективное направление в организации учебного процесса.

Ю. Н. Знаменский, В. В. Карев, Л. Я. Крушевский,
А. В. Маслов, С. П. Поликарпочкин

СКОРОСТНОЙ ДУПЛЕКСНЫЙ АДАПТЕР МЕЖПРОЦЕССОРНОЙ СВЯЗИ «ЭЛЕКТРОНИКА МС 8002»

Адаптер «Электроника МС 8002» организует скоростную межпроцессорную дуплексную связь в многомашиных вычислительных комплексах на базе мини-ЭВМ, имеющих канал типа «Общая шина» (СМ ЭВМ), и «Электроника 100—25», «Электроника 79» для повышения производительности и надежности.

Один из подходов к повышению производительности, живучести и надежности систем [1, 2] — использование многомашиных вычислительных комплексов.

Пример — комплекс в гибкой производственной системе, на котором организована централизованная база данных для хранения технологических карт, загружаемых на конкретный исполнительный элемент системы. Второй пример — региональный центр системы бронирования и продажи авиабилетов, обслуживающий аэропорт областного центра, где требуются повышенные надежность и быстродействие, но установка «большой» ЭВМ экономически невыгодна. Организация эффективной работы многомашиных вычислительных комплексов невозможна без применения в них средств скоростной межпроцессорной связи.

Описание адаптера «Электроника МС 8002»

Адаптер «Электроника МС 8002» (рис. 1) подключается к каналу ЭВМ «Общая шина» на правах контроллера высшего устройства.

Адаптер содержит три практически независимых блока (рис. 2): блок приемника, блок передатчика, блок тестового шлейфа. Управление каждым блоком независимое и соответствует традиционным архитектурным принципам, но набор выполняемых функций оптимизирован для скоростного обмена и упрощения отладки протокольных программ.

Блоком приемника управляют через регистры состояния и управления (РСУПМ), адреса памяти (РАППМ), счета слов (РССПМ), встроенного таймера (РТПМ), ошибок (РОШПМ), данных (РДПМ).

В регистре РСУПМ могут быть заданы пять операций: ввод, фиктивный ввод, ввод без таймерного контроля, фиктивный ввод без таймерного контроля, отсчет времени. При выполнении «ввода» данные, поступа-

ющие от удаленной ЭВМ, вводятся (и размещаются) в оперативную память, подсчитывается контрольный интервал времени, величина которого задана в 16-разрядном регистре таймера РТПМ, а вес одного разряда РТПМ задан в регистре РСУПМ.

Начальный адрес ОЗУ и длина вводимого массива задаются в регистрах РАППМ и РССПМ соответ-

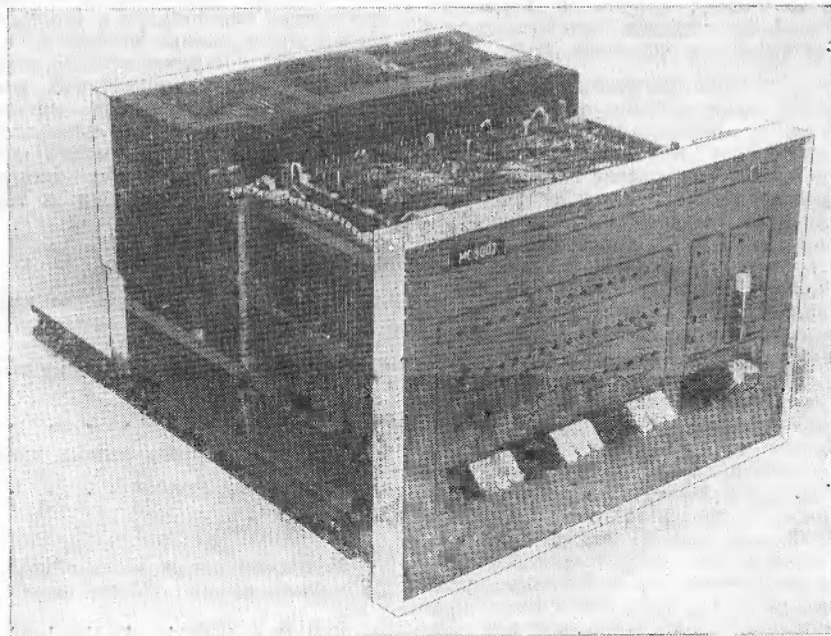
венно. При фиктивном вводе принимаемая информация не записывается в ОЗУ подключенной ЭВМ.

Таймерный контроль может быть выключен заданием разновидности операции ввода.

Ввод можно завершить по исчерпанию области памяти, отведенной для приема, при поступлении сигнала конца массива от удаленной ЭВМ или по ошибке. При завершении ввода процессор прерывается по отдельному для приемника вектору.

Ошибки приема фиксируются. В регистре РОШПМ предусмотрено позиционное кодирование срабатывания таймерного контроля, неответственности памяти, нарушения последовательности сигналов синхронизации, нарушения четности на интерфейсе с удаленной ЭВМ.

Блок передатчика имеет для про-



* Рис. 1. Общий вид адаптера «Электроника МС 8002»

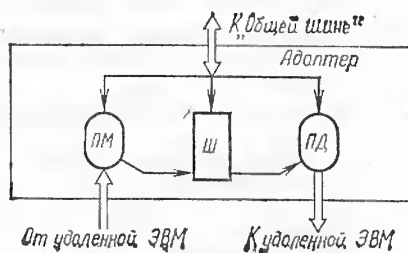


Рис. 2. Структурная схема адаптера «Электроника МС 8002»: ПМ — блок приемника; ПД — блок передатчика; Ш — блок тестового шлейфа

грамного управления регистры: состояния и управления (РСУПД), адреса памяти (РАППД), встроенного таймера (РТПД), ошибок (РОШПД), данных (РДПД). Блоку передатчика можно задать пять операций: вывод, фиктивный вывод, вывод без таймерного контроля, фиктивный вывод без таймерного контроля, отсчет времени. При выполнении «вывода» данные из указанной области оперативной памяти выводятся в интерфейс удаленной ЭВМ, ведется подсчет контрольного интервала времени, величина которого задана в регистре РТПД, а вес одного разряда РТПД — в регистре РСУПД.

Начальный адрес ОЗУ и длина выводимого массива данных задаются в регистрах РАППД и РССПД соответственно. Таймерный контроль можно выключить, задав разовидность операции вывода. При фиктивном выводе в интерфейс удаленной ЭВМ выводится информация не из оперативной памяти, а из регистра данных, и обращение в ОЗУ не производится. Вывод может быть завершен либо по окончании передачи всех указанных в регистре РССПД данных, либо по истечении контрольного интервала времени, либо при обнаружении ошибок. При завершении операции процессор прерывается по отдельному для передатчика вектору.

Ошибки передачи фиксируются. В регистре РОШПД предусмотрено позиционное кодирование срабатывания таймерного контроля, неотвечающей памяти, нарушения последовательности сигналов синхронизации в интерфейсе с удаленной ЭВМ.

Операции фиктивного ввода и вывода предусмотрены для тестирования и реализации разнообразных протоколов межмашинного взаимодействия. Совмещение таймерного отсчета позволяет реализовать контроль по времени в пределах программы-драйвера без обращения к общесистемной таймерной службе. Так как установка контрольного интервала времени делается во многих протоколах при задании каждой операции обмена, наличие встроенных таймеров приводит к снижению затрат времени процессора на таймерные операции. Например, при средней длине массива в 1 Кбайт и темпе обмена в 1 Мбайт/с обращения процессора к таймерной службе должны были бы следовать с интервалом в 1000 мкс. Это обусловило бы значительную часть затрат производительности процессора. Вес одного разряда регистров таймеров можно программно указать равным 10 мкс или 1 мс. Это дает возможность назначать длину контрольного интервала от 10 мкс или 1 мс до 64 с с шагом 1 мс.

Блок тестового шлейфа управляют через программно-доступные регистры состояния и управления (РСУТШ) и данных (РДТШ). При работе в режимах тестовых проверок и отладке программ можно задать четыре разновидности работы тестового шлейфа: режим полной операции, режим одиночных слов, режим группы из К-слов и режим имитации ошибок.

В режиме полной операции все управляющие сигналы и сигналы данных транслируются с выхода передатчика на вход приемника без искажений. В режиме одиночных слов передача очередного 16-разрядного слова с выхода передатчика на вход

приемника происходит по команде процессора. В режиме группы из К-слов по одной команде процессора с выхода передатчика на вход приемника передаются только К-слова, причем число К задается записью в регистр РДТШ. В режиме имитации ошибок тестовый шлейф работает, как в режиме одиночных слов, с тем отличием, что в приемник поступают из передатчика только контрольные разряды, а сами данные принимаются в приемник из регистра РДТШ.

Все эти предусмотренные функции упрощают отладку программ протоколов связи, позволяют проверить и сами схемы обнаружения ошибок. Реализация управления тестовым шлейфом с помощью отдельных регистров создает удобства для написания отдельных программ имитации обмена и позволяет не проводить никаких изменений в рабочих программах при отладке с использованием имитационных программ. Такая отладка программ, реально взаимодействующих с аппаратурой, значительно уменьшает продолжительность отладки и снимает психологическую напряженность в работе программиста, поскольку дает инструмент детального наблюдения и точ-

ного контроля работы отлаживаемой программы.

Адаптер «Электроника МС 8002» конструктивно выполнен в виде комплектного блока, который встраивается в стойку СМ ЭВМ согласно стандартам СЭВ 834—78. Современная элементная база адаптера размещена на 15 платах размером 135××240 мм. Канал типа «Общая шина» подсоединяется к адаптеру с помощью наборных разъемов типа РШЗП (ЗШЗТ), установленных на задней стенке устройства. Кабели межмашинного интерфейса подсоединяются к адаптеру через разъемы с коаксиальными контактными парами, установленные на ТЭЗах физического согласования.

В комплект адаптера входит панель для автономной настройки, однако она может использоваться и при работе устройства в составе комплекса. Индикаторы панели упрощают отладку программного обеспечения. Клавиатура панели служит для изменения глубины буферной памяти приемника и передатчика. Панель можно навесить вместо передней стенки корпуса адаптера или на переднюю стенку (см. рис. 2).

Основные технические характеристики адаптера приведены в таблице.

Технические характеристики адаптера «Электроника МС 8002»

Со стороны асинхронных каналов ввода и вывода:

Режим работы	Дуплексный
Разрядность передаваемых данных, бит	16
Защита от ошибок	Контроль четности для каждых четырех разрядов данных
Максимальная скорость обмена, слов/с	1 200 000

Со стороны канала «Общая шина»:

Режим работы	Непосредственный доступ к памяти с отдельным управлением для ввода и вывода
Разрядность передаваемых данных, бит	16
Максимальная длина массива, слов	65 536

Максимальная задержка ретрансляции данных:

Из асинхронного канала вывода в «Общую шину», нс	Не более 650
Из «Общей шины» в асинхронный канал ввода, нс	Не более 800

Режим работы тестового шлейфа:

Полная операция:	
Одно слово	
Группа слов	
Имитация ошибок	

Габариты, мм	485×485×310
Потребляемая мощность, В·А	Не более 350
Напряжение, В	220
Частота, Гц	50

Организация дуплексной связи между ЭВМ с помощью адаптеров «Электроника 8002»

Соединяемые ЭВМ обмениваются данными в режиме прямого доступа в память соединяемых ЭВМ. Обменом управляют с помощью прерывания и программного доступа к управляющим регистрам. Связь ЭВМ строится по конфигурации «точка-точка» с установкой по одному адаптеру на каждую из соединяемых ЭВМ при длине кабелей связи до 25 м (рис. 3). Скорость обмена через адаптер существенно зависит от быстродействия ОЗУ ЭВМ и при цикле ОЗУ, равном 650 нс, достигает 1 Мбайт/с в каждом направлении при одновременных потоках данных (в дуплексном режиме).

Два адаптера, подключенных к разным ЭВМ, соединяются между собой с помощью набора из 25 параллельных линий в каждом направлении. В состав линий входят 16 линий данных Д0...Д15; 4 линии контроля данных К0...К3; 3 линии синхронизации: ГОТОВ, ПРОДОЛЖИТЬ, РАЗЪЕДИНИТЬ; одна линия указателя имитационного шлейфа — ШИ; одна линия программного сброса

ка канала — ПСК. Сигналы на линиях данных и контроля, линиях ШИ и ПСК — потенциальные, а на линиях синхронизации — импульсные. Логика синхронизации — стартовая.

Одновременно с каждым 16 разрядами данных, сопровождаемыми контрольными разрядами, подается сигнал ГОТОВ, а после приема этих данных — сигнал ПРОДОЛЖИТЬ. После передачи последнего слова массива и получения сигнала ПРОДОЛЖИТЬ выдается сигнал РАЗЪЕДИНИТЬ, означающий для приемника окончание массива в передатчике.

Максимальная скорость передачи сигналов по такому интерфейсу ограничена суммой двух времен распространения по кабелю, двух длительностей импульсных сигналов синхронизации (по 50 нс каждый) и двух времен реакции адаптеров. Время распространения по кабелю длиной 25 м составляет $25 \times 2 \times 5 = 250$ нс. Если предположить мгновенную реакцию адаптеров, то общая сумма будет равна $2 \times 50 + 250 = 350$ нс на передачу каждого 16 разрядов данных.

Реально при работе адаптеров в контрольно-измерительном режиме «фиктивный ввод-фиктивный вывод», в котором игнорируется быстродействие памяти процессора, получена скорость порядка 2,2 Мбайт/с, т. е. сумма двух времен реакции — 800 нс.

Сигнал программного сброса ПСК, принимаемый из межмашинного интерфейса в адаптер, означает, что в передатчике ЭВМ-партнера программно установлен ноль. Этот сигнал упрощает и ускоряет выполнение повторного старта обмена.

Сигнал на линии имитационного шлейфа указывает о переводе обоих наборов линий для передачи и приема в состояние имитационного шлейфа. Набор линий для приема данных соединяется в оконечных ТЭЗах адаптера с набором линий для передачи данных. Состояние линии ШИ задается программно, запись в соответствующий разряд регистра РСУПД в «собственном» адаптере и индицируется соответствующим разрядом в регистре РСУПД адаптера удаленной ЭВМ.

Таким образом, из одной ЭВМ можно задать тестирование «собственного» адаптера, кабелей связи и ТЭЗов физического сопряжения в адаптере, подключенном к удаленной ЭВМ. Такая возможность вместе с введением блока локального тестового шлейфа повышает надежность и эксплуатационные показатели комплексов из ЭВМ.

Каждая линия межмашинного интерфейса реализуется в виде двух коаксиальных кабелей (при передаче парафазным сигналом) с волновым сопротивлением 50 Ом, диаметром

оплетки 1,0 мм. Таким образом, между машинами укладывается 100 коаксиальных кабелей в виде двух жгутов (диаметр каждого 25 мм). Согласующие элементы, непосредственно работающие на кабель, — микросхемы К500ПУ124 и К500ПУ125.

Для повышения быстродействия адаптера приняты специальные структурные решения: установлен в каждом направлении обмена буферной памяти объемом 16×16 бит с дисциплиной FIFO, введена пакетная передача данных на участке адаптер—ОЗУ.

Буферная память реализована на элементах КР1802ИР1 и работает со скоростью записи-чтения 5 Мслов/с. В блоке приемника разгружать буферную память можно в двух режимах: прямого доступа к ОЗУ подключенной ЭВМ и программного чтения выхода памяти с помощью обращения процессора к регистру данных приемника РДПМ. В блоке передатчика буферная память загружается также в двух режимах: прямого доступа и программной записи с помощью обращения к регистру данных передатчика РДПД.

Пакетирование передачи на участке адаптер—ОЗУ (при работе в режиме прямого доступа) заключается в следующем. При вводе данных в ОЗУ подключенной машины после накопления в буферной памяти хотя бы одного слова адаптер посылает запрос на захват канала «Общая шина». При предоставлении адаптеру доступа к каналу можно передавать не одно, а несколько записанных в буфер слов за одну процедуру доступа. При пакетированной передаче контролируется наличие требований прямого доступа от других устройств, подключенных к каналу, например дисковых накопителей. По такому требованию канал освобождается, а если требований нет, то данные передаются в ОЗУ подключенной ЭВМ до полной разгрузки буферной памяти адаптера. Аналогично используется память в передатчике при загрузке данных из ОЗУ подключенной ЭВМ в буферную память передатчика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вейцман К. Распределенные системы мини- и микроЭВМ/Пер. с англ.; Под ред. Г. П. Васильева. — М.: Финансы и статистика, 1980.
2. Каляев А. В. Принципы организации многопроцессорных систем сверхвысокой производительности. — Микропроцессорные средства и системы, 1984, № 2, с. 31—35.
3. Пролейко В. М. Микропроцессорные средства вычислительной техники и их применение. — Микропроцессорные средства и системы, 1984, № 1, с. 11—16.

Статья поступила 1 декабря 1984 г.

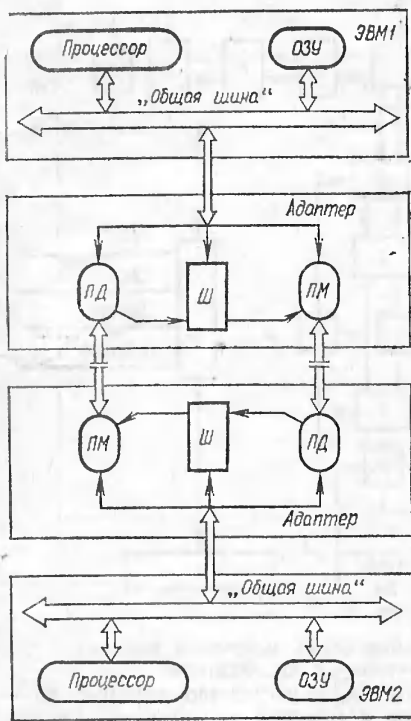


Рис. 3. Структурная схема организации дуплексной связи двух ЭВМ с помощью адаптеров «Электроника 8002». Обозначения те же, что и на рис. 2

П. И. Пархоменко, В. П. Бражник

УНИФИЦИРОВАННЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ 16-РАЗРЯДНЫХ микроЭВМ

Бестрансформаторный источник питания «Электроника МС 92301.1» с выходной мощностью 220 Вт и высокими эксплуатационными характеристиками (см. таблицу) предназначен прежде всего для питания серийных микроЭВМ «Электроника МС 1213» и микроЭВМ ряда «Электроника 60-1»: «Электроника МС 1211» и «Электроника МС 1212», а также быстродействующего периферийного процессора «Электроника МС 1603», имеющих повышенную производительность.

По сравнению с источником питания БПС6-1 для микроЭВМ «Электроника 60» новый источник питания обладает высокой надежностью благодаря применению микросхем более высокой степени интеграции и уменьшению их общего числа, а также меньшей материалоемкостью, улучшенной технологичностью при серийном производстве и значительно лучшей ремонтпригодностью. Источник питания «Электроника МС 92305.1» состоит из следующих функционально законченных и электрически связанных частей:

сетевой фильтр — для защиты промышленной сети от радиопомех, создаваемых устройствами питания;

устройства питания, обеспечивающего стабилизированные выходные напряжения и сигналы управления, необходимые для нормальной работы микроЭВМ;

декоративной панели с модулем управления.

Воздушное охлаждение источника питания обеспечивают вентиляторы микроЭВМ. В источнике МС 92301.1 предусмотрен ряд сервисных функций:

защита по току от перегрузки и короткого замыкания в режиме ограничения тока с восстановлением выходных напряжений при снятии перегрузки;

защита от превышения выходных напряжений;

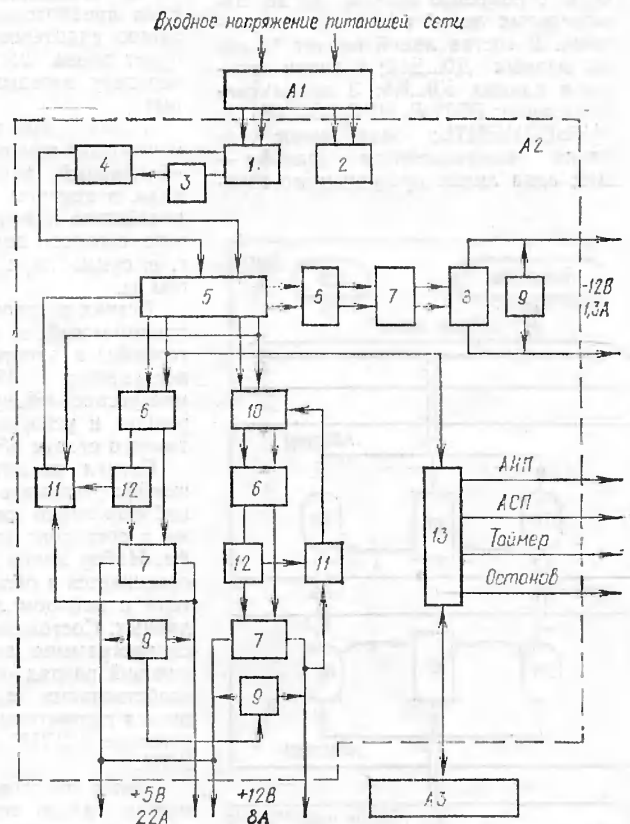
мягкий запуск, т. е. ограничение пусковых токов в момент включения. Сохранение входных напряжений обеспечивается в течение не менее 30 мс при пропадании трех полупериодов подряд или отключении питающей сети.

В таблице приведены сравнительные характеристики источников питания БПС6-1 и «Электроника МС 92301.1».

Функциональная схема источника «Электроника МС 92301.1» показана на рисунке. Выпрямленное и отфильтрованное напряжение

входной сети подается на однотактный инвертор с токовым управлением, работающий на повышенной частоте преобразования 33 кГц. Гальваническая развязка между входом и выходом обеспечивается одним мощным трансформатором на ферритовом сердечнике.

Основной канал +5 В включает в себя однопериодный выпрямитель с диодом рекуперации КД2997, фильтр и цепи управления широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) на микросхеме К1114ЕУ1. Дополнительный канал +12 В включает в себя мощный токовый ключ, однопериодный выпрямитель с ди-



Функциональная схема источника питания

«Электроника МС 92301.1»:

A1 — сетевой фильтр; A2 — устройство питания; A3 — декоративная панель с модулем управления; 1 — выпрямитель; 2 — вспомогательное питание; 3 — мягкий запуск; 4 — накопительный конденсатор; 5 — преобразование и гальваническая развязка; 6 — выпрямитель; 7 — фильтр LC; 8 — линейный стабилизатор; 9 — защита по напряжению; 10 — импульсная модуляция; 11 — цепь управления ШИМ; 12 — цепь защиты по току; 13 — сигналы контроля и управления

Наименование характеристики	«Электроника МС 92301.1»	БПС6-1
Напряжение питающей сети, В	220 + 10 ± 15 ¹⁰	220 + 10 ± 15 ¹⁰
Величина выходного напряжения, В	+5, +12, -12	+5, +12, -12
Ток нагрузки, А	22; 8; 1,3	18; 3,5; 1,5
Максимальная нестабильность выходного напряжения при всех дестабилизирующих факторах, %	±3,4; ±3; ±3	±2,8; ±2,4; ±2,4
Напряжение пульсаций, мВ	100, 240, 240	100, 200, 200
Температура окружающей среды, °С	±5...+50	±5...+50
Удельная характеристика устройства питания, Вт/дм ³	48	23
Наличие сигналов управления:		
АИП, АСП, Таймер, Останов	+	+
Суммарная выходная мощность, Вт	221	130
Потребляемая мощность, Вт	450	400
Масса, кг	7	7,7

одом рекуперации КД213А, LC фильтр и цепи управления ШИМ на микросхемах КР544УД1 и КР1006ВИ1.

Цепи управления ШИМ каналов +5 В и +12 В размещены на двухсторонней печатной плате, с размерами 115×70 мм. Устройство логики, собранное также на двухсторонней печатной плате, формирует сигналы ТТЛ уровня — авария источника питания (АИП), авария сетевого питания (АСП) и Таймер, которые необходимы для работы микроЭВМ. Декоративная панель с модулем управления имеет

индикацию на светодиодах: Питание и Работа, а также три клавиши управления: Рестарт — для повторной выработки сигнала АИП длительностью 1 мкс; Таймер — для включения-выключения сигнала «Таймер» с частотой 50 Гц; Останов — для управления микроЭВМ.

Создание и освоение в серийном производстве рассмотренного импульсного источника питания позволили решить проблему питания целого ряда новых моделей микроЭВМ.

Статья поступила 11 декабря 1984 г.

УДК 681.324

Р. И. Белицкий

АДРЕСАЦИЯ ДАННЫХ В ПОТОКОВОЙ МУЛЬТИМИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЕ С МАГИСТРАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ

Организация вычислительного процесса в ЭВМ, управляемых потоком данных [1], в идеале основывается на потоковых схемах программ [2]. Главный принцип такой организации — отсутствие в программе явно заданной последовательности выполнения команд и активизация последних по готовности их данных — обеспечивает существенный рост производительности ЭВМ. Более широкий класс задач, чем потоковые, представляют являющиеся их прямым обобщением асинхронные схемы программ [2], хотя они и приводят к некоторым временным издержкам в вычислительных машинах с соответствующей организацией вычислений.

Основные трудности при построении потоковых или асинхронных ЭВМ — сложность внутрисистемного коммутатора и алгоритма управления им, а также отсутствие развитого алгоритмического языка, позволяющего стро-

ить детерминированные программы. Настоящая работа посвящена анализу «узких мест» в организации потоковых и асинхронных многопроцессорных систем и описанию смешанной потоково-асинхронной многошинной мультипроцессорной системы, далее называемой *мультипроцессором с магистральной структурой*, в которой эти узкие места практически отсутствуют. При анализе предполагалось, что число процессоров в мультипроцессоре достаточно для исполнения каждого оператора на своем процессоре. Такое идеализированное предположение сделано для того, чтобы исключить из рассмотрения вопросы рациональной диспетчеризации заданий, которые одинаково остро стоят для всех многопроцессорных систем с архитектурой MIMD [3].

В архитектуре потоковых ЭВМ в качестве основных используют два механизма: *анализа готовности данных и передачи данных*.

Готовность данных в асинхронных системах заменяется механизмом вычисления и анализа значения спусковой функции. При этом в общем случае анализ и подтверждение готовности осуществляются программно-аппаратными средствами с использованием специальных флагов готовности. Вычисление и анализ спусковой функции обеспечиваются выполнением соответствующей ей программы или одного оператора. Собственно вычисление и анализу должно предшествовать фактическое получение процессором, реализующим спусковую функцию, текущих значений всех ее аргументов.

Передача данных в известных системах осуществляется на основе одного из трех методов адресации: указания адресов операторов-получателей в операторе-формирователе данных; указания адресов операторов-формирователей в операторе-получателе данных; указания в операторах адресов памяти. Очевидно, использование адресации к памяти невозможно без применения флагов готовности, так как нельзя различить старые и новые значения данных (если только не используется язык единственного присваивания).

Рассмотрим недостатки описанных механизмов. При анализе готовности данных по флагу готовности и соответствующей ему передаче данных через память в системе образуется явно выраженное узкое место — память, работа с которой носит сугубо последовательный характер. В результате этого в рассматриваемом случае параллелизм потоковой ЭВМ становится существенно ниже параллелизма, заложенного в потоковой программе. При вычислении и анализе значений спусковых функций в асинхронных ЭВМ с передачей данных через память ситуация аналогичная. При явном задании адресов операторов-получателей резко уменьшается параллелизм, который может быть задан в исходной программе, так как число полей адреса в коде команды ограничено, причем, обычно, невелико (редко более двух), что вызвано ограниченностью длины всего командного слова. Поэтому *распараллеливание по циклам*, при котором достигается наибольший эффект от использования многопроцессорной системы MIMD, не может быть непосредственно реализовано в рассматриваемых системах.

Более естественна адресация операторов-формирователей данных, так как здесь небольшое число адресных полей в операторах в какой-то мере обусловлено небольшой и всегда ограниченной адресностью (т. е. числом операндов) команд элементарных процессоров, образующих систему. Однако между числом обрабатываемых оператором данных и числом производителей этих данных есть тесная связь

лишь при использовании алгоритмических языков или программ «с единственным присваиванием». Анализ готовности данных или значений спусковых функций при адресации потребителей данных не приводит к каким-либо издержкам, так как данные при этом находятся уже у потребителя. В то же время при адресации формирователей данных подобный анализ приводит к издержкам, во многом аналогичным возникающим при адресации через память.

Таким образом, базовые механизмы известных потоковых и асинхронных ЭВМ либо снижают степень параллелизма, присущего исполняемой программе, либо не позволяют строить программы с высокой степенью параллелизма.

В описываемом ниже мультипроцессоре с магистральной структурой совместно используются два типа адресации, которые, в совокупности, сочетают в себе достоинства описанных выше методов, но в основном свободны от их недостатков. Первым типом адресации является традиционное *непосредственное указание* в операторах *адресов памяти*, вторым — *ассоциативная адресация*. Применение адресации первого типа позволяет снять ограничения на характер и степень параллелизма, заложенного в прикладных программах, а применение второй, являющейся обобщением адресации операторов-производителей данных, дает возможность в более полном объеме реализовать этот параллелизм.

Простейший мультипроцессор с магистральной структурой, архитектура которого основана на адресации памяти и ассоциативной адресации, состоит из ряда элементарных процессоров и обобществленного устройства ввода-вывода. Выходы элементарных процессоров через элементы распределенного арбитра подключены к общим шинам, а посредством последних — к соответствующим модулям общей памяти, полные копии которых имеются в каждом элементарном процессоре. Элементарные процессоры имеют в своем составе помимо модулей процессора и памяти специальные блоки аппаратной поддержки потоково-асинхронной архитектуры и управления многошинным коммутатором.

При ассоциативной адресации данных каждому элементарному процессору доступна вся информация, которой обмениваются между собой операторы, независимо от наличия в нем собственных модулей общей памяти. Поэтому возможно двоякое толкование адресов данных, передаваемых по магистрали: как собственно адресов общей памяти, используемых при обращении к ней, и как ассоциативных признаков передаваемых данных. В последнем случае исключается упомянутая выше необо-

димось многократного обращения к одним и тем же ячейкам памяти при неготовности данных. Кроме того, при ассоциативной адресации такого рода возможен *одновременный обмен информацией между любым числом неконкурирующих источников и приемников*, по крайней мере при достаточном числе шин. Здесь источники считаются не конкурирующими между собой, если они формируют одинаковые значения одних и тех же данных, и с приемниками, если они обращаются к одним и тем же данным.

Анализ готовности данных и значений спусковых функций в описываемом мультипроцессоре также базируется на двоякой интерпретации адресов памяти. Готовность данных здесь, как и вообще при адресации через память, подтверждается флагом готовности, который сопровождает передаваемые по шинам данные (для этого флага в системе предусмотрены специальные линии готовности, дополняющие стандартные общие шины, разрядность модулей общей памяти увеличена на единицу). Следовательно, готовность данных, как и их значения, может быть получена и проанализирована одновременно любым числом процессоров, каждый из которых, даже в худшем случае, выполнит такой анализ не более чем за одно обращение к общей памяти.

Анализ значений спусковых функций осуществляется путем одновременного выбора процессорами системы аргументов их соответствующих предикатов из всей массы передаваемых по магистрали данных. При неготовности данных также требуется не более одного обращения процессора к памяти на каждый аргумент предиката. Другим механизмом, используемым для эффективного вычисления и анализа значений спусковых функций, является аппаратная реализация базового набора спусковых функций, позволяющая преобразовать значения входных аргументов в значение соответствующего предиката быстрее, чем будет необходимо обработать следующие значения данных.

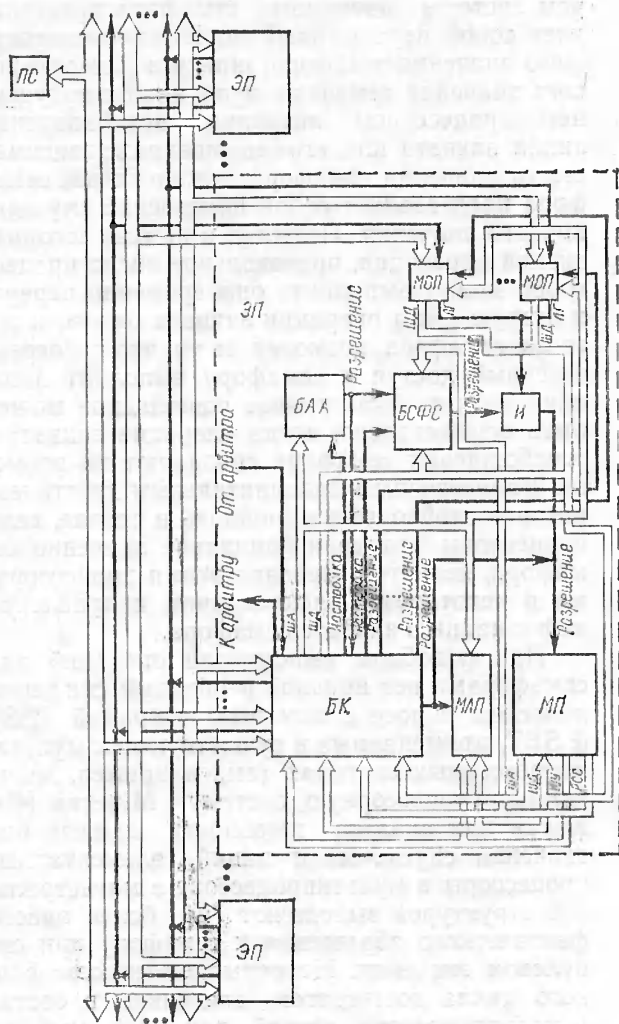
Использование адресации памяти и ассоциативной адресации позволяет эффективно реализовать еще одну функцию управления параллельными процессами, которая выходит за рамки асинхронных и потоковых схем программ. Такой функцией является синхронизация процессов с помощью семафоров [4]. Введение операций над семафорами в систему операторов мультипроцессора целесообразно в тех случаях, когда им должны решаться задачи с общими ресурсами, для которых прежде всего предназначены системы MIMD. Реализация семафорных операций основана на следующем.

Известно, что операция захвата процессо-

ром системы (двоичного) семафора представляет собой неразрывный цикл: получение текущего значения семафора, запись в качестве нового значения семафора нуля, анализ полученного процессором значения, возобновление цикла захвата или его завершение в зависимости от значения семафора; освобождение семафора представляет собой присвоение ему единичного значения. Поэтому, в рамках ассоциативной адресации, произвольное число процессоров может выполнить одновременно первую и вторую фазы операции захвата одного и того же семафора, несмотря на то, что непосредственный доступ к семафору выполнит лишь один из них. Аналогичное совмещение может быть осуществлено, когда операции захвата и освобождения семафора совпадают во времени. Единственным дополнительным действием, которое необходимо выполнить в случае, если процессоры получили единичное значение семафора, является передача этими процессорами в некотором фиксированном направлении информации о захвате семафора.

При подобном выполнении операций над семафорами нет никакой необходимости в циклическом опросе с помощью операций TEST & SET, применяемых в существующих мультипроцессорных системах (см., например, мультимикропроцессорную систему Minerva [4]). Как и при анализе готовности данных или значений спусковых функций, элементарные процессоры в мультипроцессоре с магистральной структурой выполняют не более одного фактического обращения к семафору при его нулевом значении. Непрерываемость семафорного цикла достигается введением в состав мультипроцессора единой для всей системы памяти семафоров (эта память не обязательно должна подключаться к специальной шине). Распространение в заданном направлении сигнала о захвате семафора обеспечивается распределенным арбитром шин, имеющимся в мультипроцессоре.

С учетом сказанного выше можно достаточно легко описать работу узлов мультипроцессора, представленных на рисунке. Элементарные процессоры (ЭП) являются теми устройствами системы, которые выполняют отдельные операторы параллельной программы. Память семафоров (ПС) обеспечивает непрерываемость семафорного цикла. Блок коммутатора (БК) инициализируется, когда модуль процессора (МП) обращается к ячейкам памяти. При обращениях МП к локальной памяти БК просто выдает сигнал разрешения обмена данными между модулем локальной памяти (МЛП) и МП. При обращениях МП к общей памяти БК анализирует тип исполняемой операции. Если выполняется операция записи информации в общую па-



Мультимикропроцессор с магистральной структурой

мять БК автоматически дополняет информацию единичным значением бита готовности и передает ее по соответствующей шине во все ЭП. Если выполняется операция сброса бита готовности по некоторому адресу БК передает по соответствующей шине нулевое значение бита готовности при неопределенном значении остальных информационных разрядов.

В тех случаях, когда МП выполняет операции чтения, захвата семафора или анализа значений спусковых функций, БК передает блоку ассоциативной адресации (БАА) и (для последних двух операций) блоку анализа значений спусковых функций и семафоров (БСФС) сигналы настройки. По этим сигналам БАА получает из МП адрес ячейки общей памяти, из которой должна быть прочитана информация, а БСФС получает из МП код исполняемой операции и, для спусковых функций, значение константы, являющейся

одним из двух аргументов предиката. После завершения настройки БК разрешает МП выполнить операцию чтения данных из соответствующего (собственного) модуля общей памяти (МОП) или из ПС. Чтение осуществляется в один или два этапа. Если бит готовности данного установлен и выполняется обычная операция чтения или бит готовности установлен и соответствующий предикат принимает истинное значение, или получено единичное значение семафора, то чтение выполняется в один этап. В противном случае на втором этапе БАА анализирует все адреса, передаваемые по соответствующей шине, и при совпадении некоторого адреса с внутренним содержимым БАА последний запускает БСФС, который повторяет весь цикл анализа. Второй этап заканчивается, когда читаемое данное будет удовлетворять поставленным условиям.

Описанный мультимикропроцессор может быть без особой аппаратной избыточности построен на основе серийных микропроцессорных БИС. Целесообразность использования микропроцессоров в качестве базы для построения потоковой системы с магистральной структурой обусловлена, во-первых, шинной организацией большинства микропроцессоров, позволяющей естественным образом сопрягать их с внешней магистралью, во-вторых, простотой введения системных функций в набор операций микропроцессора с помощью изменения его интерфейса, в третьих, малыми габаритными размерами и низкой стоимостью микропроцессорных БИС, что позволяет строить мощные мультимикропроцессоры со значительным числом процессоров. Следует отметить также, что альтернативами полному тиражированию общей памяти по элементарным процессорам могут служить частичное тиражирование, при котором фиксированная часть памяти является централизованной, а копии остальной имеются в каждом процессоре, и использование кэш-памяти [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Treleaven P. C., Brownbridge D. R., Hopkins R. P. Data-driven and demand-driven computer architecture. — *Computing Surveys*, 1982, v. 14, N 1, p. 93—143.
2. Алгоритмы, математическое обеспечение и архитектура многопроцессорных вычислительных систем. /Под ред. А. П. Ершова. — М.: Наука, 1982. — 336 с.
3. Мультимикропроцессорные системы и параллельные вычисления /Под ред. Ф. Г. Эпслоу. — М.: Мир, 1976. — 383 с.
4. Widdoes L. C. The munerva multi-microprocessor. — In: *Proceedings of the 3rd Annual Symposium on Computer Architecture*, Clearwater, Fla., 1976, p. 34—37.

Статья поступила 17 сентября 1984 г.

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

В канун Нового 1985 года в Академии наук СССР закончились выборы. В Отделение информатики, вычислительной техники и автоматизации АН СССР избраны следующие новые действительные члены и члены-корреспонденты — ведущие ученые академических и отраслевых НИИ, КБ, промышленных предприятий:

Действительные члены АН СССР

АЛЕКСЕЕВ Анатолий Семенович
ВАЛИЕВ Камиль Ахметович
ГУЛЯЕВ Юрий Васильевич
ЕМЕЛЬЯНОВ Станислав Васильевич
ЕРШОВ Андрей Петрович
КОШКИН Лев Николаевич
МИХАЛЕВИЧ Владимир Сергеевич
МОИСЕЕВ Никита Николаевич
НАУМОВ Борис Николаевич
ПОЖЕЛА Юрас Карлович
ПОСПЕЛОВ Гермоген Сергеевич
РЖАНОВ Анатолий Васильевич
САВИН Анатолий Иванович
ЩЕРЕМЕТЬЕВСКИЙ Николай Николаевич

Члены-корреспонденты АН СССР

АВЕН Олег Иванович
АГАДЖАНОВ Павел Артемьевич
АФАНАСЬЕВ Александр Михайлович
БАБАЯН Борис Арташесович
БАСИСТОВ Анатолий Георгиевич
ГРИБОВ Борис Георгиевич
ГУСЬКОВ Геннадий Яковлевич
ЕФРЕМОВ Вениамин Павлович
ЖУРАВЛЕВ Юрий Иванович
ИВАННИКОВ Виктор Петрович
КАЛЯЕВ Анатолий Васильевич
КОЗЛОВ Дмитрий Ильич
КОЛЕСНИКОВ Владислав Григорьевич
КРАСНОЩЕКОВ Павел Сергеевич
КУЗНЕЦОВ Федор Андреевич
КУРДЮМОВ Сергей Павлович
МИЗИН Игорь Александрович
МИКАЭЛЯН Андрей Леонович
МИРОШНИКОВ Михаил Михайлович
ПАРХОМЕНКО Павел Павлович
ПРЕСНУХИН Леонид Николаевич
РЯБОВ Геннадий Георгиевич
СТОГНИЙ Анатолий Александрович
СУМАРОКОВ Леонид Николаевич
ШИПУНОВ Аркадий Георгиевич
ШОКИН Юрий Иванович

УДК 681.322.1

С. М. Косенков, А. Н. Полосин, З. А. Сцепицкий, М. И. Дябин, А. И. Половянюк

БЫТОВАЯ ПЕРСОНАЛЬНАЯ микроЭВМ «ЭЛЕКТРОНИКА БК-0010»

Массовая компьютеризация — это веление времени. Трудно переоценить роль персональных компьютеров в достижении этой цели. Серийные микроЭВМ «Электроника ДЗ-28», «Искра 226», диалоговые вычислительные комплексы «Электроника НЦ-80-20» (перечислены модели микроЭВМ, которые можно отнести к классу персональных компьютеров) ориентированы в основном на применение в деловой сфере, сфере научных исследований и сфере производства.

Бытовая персональная микроЭВМ «Электроника БК-0010» рассчитана на использование прежде всего в качестве домашнего информационного центра: игры-развлечения; необходимые расчеты и вычисления, справочники, карточки, записные книжки и т. п.; различные машинные учебные общеобразовательные программы; курсы обучения иностранным языкам и т. д.

В сфере обучения такая микроЭВМ с успехом послужит делу подготовки школьников к работе с вычислительной техникой, обучению программированию и применению ЭВМ, существенно повысит эффективность обучающих процессов, поможет в управлении процессом обучения.

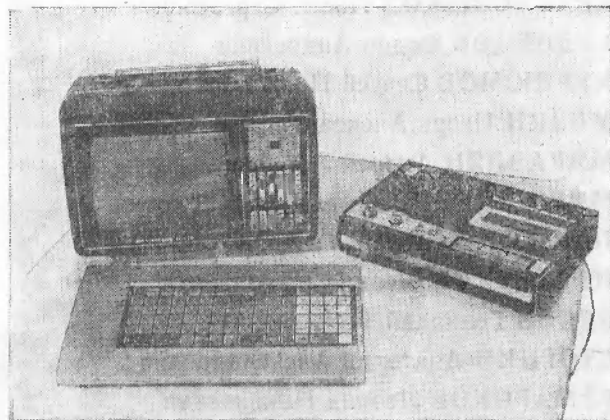


Рис. 1. Бытовая персональная микроЭВМ «Электроника БК-0010»

МикроЭВМ «Электроника БК-0010» представляет собой настольный блок, состоящий из двух отдельных функционально и конструктивно завершенных узлов: информационно-вычислительного устройства и блока питания в комплекте с бытовым телевизором и бытовым кассетным магнитофоном (рис. 1).

Информационно-вычислительное устройство смонтировано на двух печатных платах — вычислителя и клавиатуры. Все активные элементы информационно-вычислительного устройства расположены на плате вычислителя. Обе платы установлены в пластмассовый корпус с габаритными размерами 370×180×70 мм. На верхней лицевой панели корпуса устанавливается цветной шильд клавиатуры, на котором нанесено обозначение всех клавиш и выделены отдельные функциональные зоны. Помимо этого шильд защищает внутренний объем информационно-вычислительного устройства от попадания посторонних частиц.

Информационно-вычислительное устройство имеет отсек пользователя, открыв который можно заменить шильд клавиатуры и ПЗУ (РПЗУ), установленные в двух розетках типа РС-24, для ориентации микроЭВМ на решение каких-либо частных (специальных) задач и придать новые функциональные назначения ряду клавиш. Разъемы для подключения микроЭВМ к внешним устройствам расположены на задней панели корпуса информационно-вычислительного устройства.

Архитектура и структура персональной микроЭВМ «Электроника БК-0010»

МикроЭВМ «Электроника БК-0010» включает: процессор; оперативное запоминающее устройство емкостью 32 Кбайта; постоянное запоминающее устройство емкостью 32 Кбайта; контроллер клавиатуры и собственно клавиатуру; параллельный программируемый интерфейс ввода-вывода; контроллеры кассетного магнитофона, последовательного программируемого интерфейса ввода-вывода, ОЗУ и

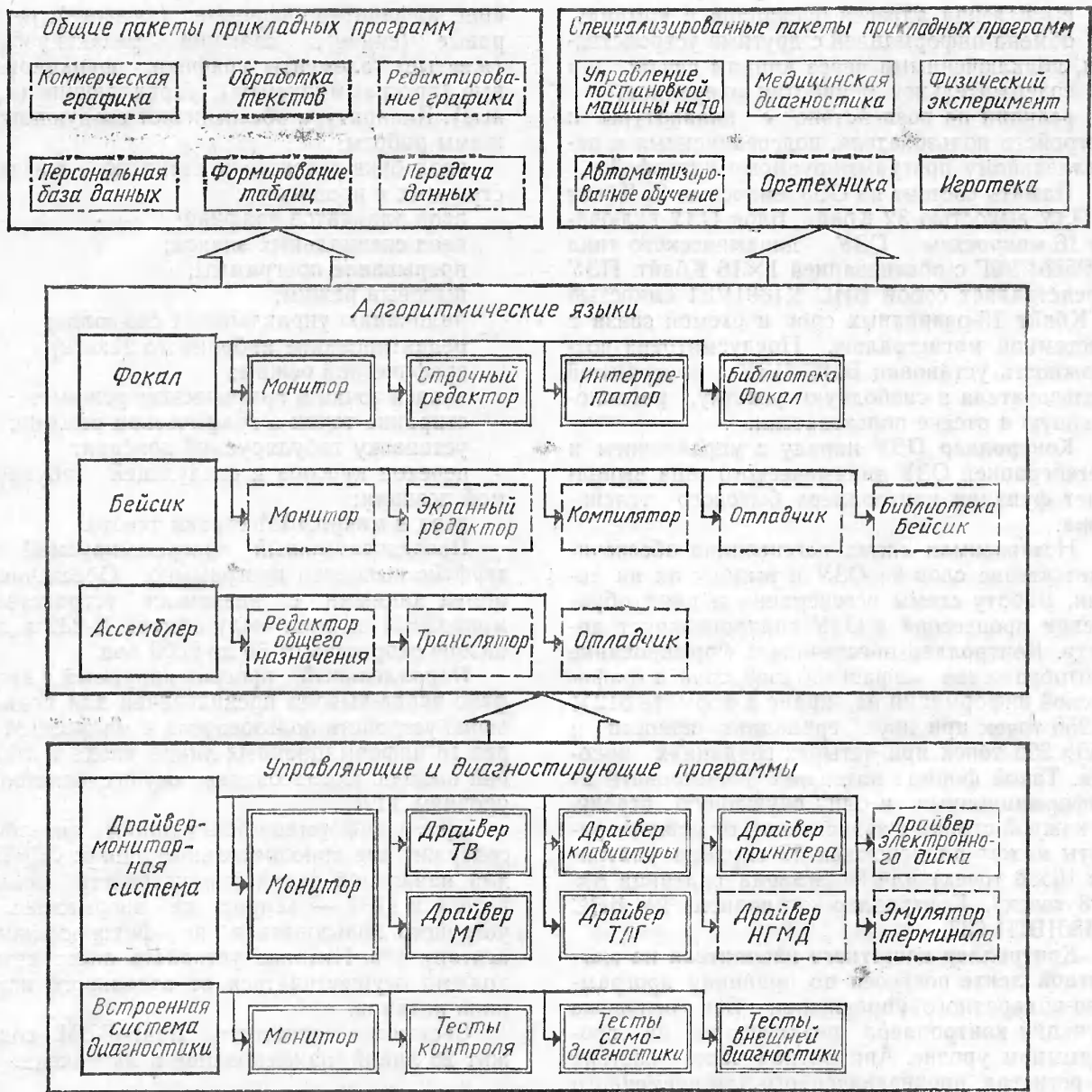


Рис. 2. Структура программного обеспечения микроЭВМ «Электроника БК-0010»: (====) разработано, (----) разрабатывается, (-.-.-) планируется, (—) частично разработано

бытового телевизионного приемника; внутреннюю системную магистраль микроЭВМ; блок питания.

Все основные узлы микроЭВМ связаны с процессором через единую системную магистраль. Благодаря простоте конструкции, использованию элементной базы повышенной степени интеграции, встроенным средствам контроля и диагностики достигаются высокая надежность и ремонтпригодность.

Применение самых современных БИС и СБИС позволяет эффективно наращивать системное и прикладное программное обеспече-

ние (рис. 2), обеспечивать высокий уровень эксплуатационных характеристик микроЭВМ.

Возможность наращивания аппаратных средств обеспечивается магистральной структурой микроЭВМ, наличием параллельного и последовательного программируемых интерфейсов и выводом внутренней системной магистрали на отдельный разъем.

Процессор микроЭВМ «Электроника БК-0010» выполнен на базе однокристалльного 16-разрядного микропроцессора K1801BM1 и предназначен для выполнения следующих функций:

вычисления адресов операндов и команд; обмена информацией с другими устройствами, подключенными через каналы связи; содержательной обработки операндов; реакции на воздействие с клавиатуры и устройств пользователя, подсоединенных к параллельному программируемому интерфейсу.

Память состоит из ОЗУ емкостью 32 Кбайт и ПЗУ емкостью 32 Кбайт. Блок ОЗУ включает 16 микросхем ОЗУ динамического типа КР565РУ6Г с организацией 1×16 Кбайт. ПЗУ представляет собой БИС К1801РЕ1 емкостью 4 Кбайт 16-разрядных слов и схемой связи с системной магистралью. Предусмотрена возможность установки БИС ПЗУ с программой пользователя в свободную розетку, расположенную в отсеке пользователя.

Контроллер ОЗУ наряду с управлением и регенерацией ОЗУ динамического типа выполняет функции контроллера бытового телевизора.

Независимая схема регенерации обеспечивает чтение слов из ОЗУ и выдачу их на экран. Работу схемы регенерации и цикл обращения процессора к ОЗУ синхронизирует арбитр. Контроллер обеспечивает формирование и отображение алфавитно-цифровой и графической информации на экране в формате 512×256 точек при двух градациях яркости и 256×256 точек при четырех градациях яркости. Такой формат позволяет формировать 24 информационных и одну служебную строку. В каждой строке в зависимости от режима работы может размещаться 32 символа (матрица 16×8 точек) или 64 символа (матрица 8×8 точек). Контроллер выполнен на БИС К1801ВП1-037.

Контроллер кассетного накопителя на магнитной ленте построен по принципу программно-аппаратного управления. Все основные функции контроллера реализованы на программном уровне. Аппаратная часть состоит из регистра, предназначенного для временного хранения информации, и схемы преобразователей уровня сигналов. Контроллер обеспечивает запись до 256 Кбайт на стандартную магнитофонную кассету типа МК60 со скоростью 1200 бод. Метод записи — разновидность широтно-импульсной модуляции.

Контроллер клавиатуры предназначен для формирования и параллельного ввода кодов символов (КОИ 7) в системную магистраль микроЭВМ. Контроллер выполнен на БИС К1801ВП1-014.

Клавиатура микроЭВМ представляет собой печатную плату с установленными на ней 92 переключателями ПКН-150 (см. цветной разворот). Маркировка клавиш нанесена на цветном шильде клавиатуры. Разными цветами выделены отдельные функциональные группы кла-

виш: алфавитно-цифровые (зеленые), регистровые (синие), клавиши редактирования (желтые), элементы графики, функциональные (программируемые), управляющие (красные). Клавиатура обеспечивает следующие режимы работы:

ввод букв русского и латинского алфавита строчных и прописных;

ввод элементов графики;

ввод специальных знаков;

прерывание программы;

шаговый режим;

индикацию управляющих символов;

редактирование набранного текста;

графический режим;

запись точки в графическом режиме;

стирание точки в графическом режиме;

установку табулируемой позиции;

переход курсора к следующей табулируемой позиции;

ввод в микроЭВМ строки текста.

Последовательный программируемый интерфейс выполнен программно. Обеспечивает обмен данными с внешними устройствами микроЭВМ по протоколу обмена R-232 в диапазоне скоростей от 50 до 9600 бод.

Параллельный программируемый интерфейс ввода-вывода предназначен для подключения устройств пользователя к микроЭВМ через 16 информационных линий ввода и 16 линий вывода. Согласование осуществляется по уровням TTL.

Кроме информационных линий интерфейс содержит две дополнительные линии: Сброс — для начальной установки устройств пользователя и ПРТ — запрос на прерывание от устройств пользователя по фиксированному вектору 100. Питание устройств пользователя должно осуществляться от отдельного источника питания.

Системная магистраль микроЭВМ содержит 26 линий, наименование и назначение ко-

Перечень сигналов системного интерфейса (обозначение по ОСТ 11 305.903—80)

Обозначение линий (сигналов)	Наименование линий	Число линий в группе
АД 15 00	Адрес-данные	16
ОБН	Синхронизация обмена	1
ОТВ	Ответ устройства	1
ДЧТ	Чтение данных	1
ДЗП	Запись данных	1
ЗПР	Запрос на прерывание	1
РЗР	Разрешение на прерывание	1
ОСТ	Останов	1
ПВС	Прерывание по внешнему событию	1
ПЗП	Признак записи байта	1
УСТ	Установка	1

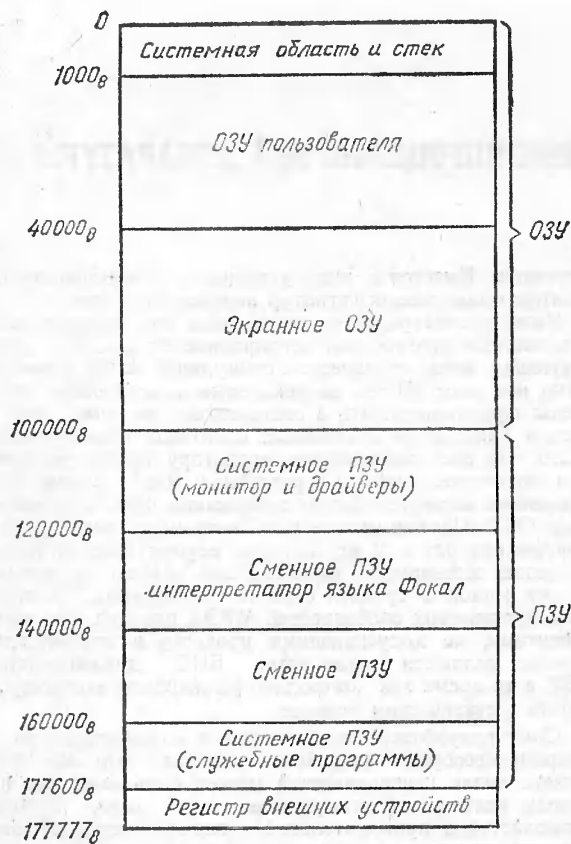


Рис. 3. Распределение адресного пространства микроЭВМ «Электроника БК-0010»

торых приведены в таблице. Системная магистраль соответствует магистрали МПИ (ОСТ 11.305.903—80).

По системе команд и архитектуре микроЭВМ «Электроника БК-0010» совместима с микроЭВМ ряда «Электроника 60». Некоторые отличия в распределении адресного пространства объясняются требованиями минимальной стоимости и особенностями применяемых периферийных устройств.

Адресное пространство микроЭВМ

Постоянное и оперативное запоминающие устройства и область экранной памяти микроЭВМ «Электроника БК-0010» расположены в едином адресном пространстве величиной 64 Кбайта, распределение которого приведено на рис. 3.

МикроЭВМ может работать на двух конфигурациях адресного пространства, устанавливаемых программно. Различие этих конфигураций состоит в распределении адресного пространства между ОЗУ пользователя и ОЗУ экранной памяти.

Область ОЗУ пользователя:

конфигурация 1 0...37777
 конфигурация 2 0...67777

Область ОЗУ экранной памяти:

конфигурация 1 40000...77777
 конфигурация 2 70000...77777

Монитор и драйверы внешних устройств 100000...1177777

Интерпретатор языка высокого уровня Фокал-БК-0010 120000...137777

Свободное место для ПЗУ с программой пользователя 140000...157777

Мониторная система диагностики и контроля 160000...177577

Системные регистры 177600...177777

Применение

За короткий срок на основе микроЭВМ «Электроника БК-0010» создана недорогая система управления расходом топлива и техническим обслуживанием сельскохозяйственных машин. Разработана и проходит опытную эксплуатацию в МОНИКИ им. Владимирского портативная система медицинской диагностики для диспетчерского обследования. В ИОФ АН СССР эта микроЭВМ применена в установке для автоматизации физического эксперимента. В стадии разработки находятся системы автоматизации делопроизводства и учетно-расчетных операций в системе бытового обслуживания, устройство управления системой жизнеобеспечения в длительных геофизических экспедициях. МикроЭВМ может успешно использоваться в качестве активного терминала в САПР и АРМ в различных отраслях промышленности.

Статья поступила 21 января 1985 г.

РЖ ВИНТИ, 1984

9Б324. Применение персональных ЭВМ для управления промышленными системами. Evaluating personal computers for process control. James Don R., Grierson Joseph B., In Tech., 1984, 31, N 1.

Рассматриваются возможности использования персональных ЭВМ, созданных на базе 16-разрядных МП, для управления промышленными системами в реальном времени. Приводятся критерии выбора соответствующей персональной ЭВМ, исходя из функциональности, надежности, производительности, состава оборудования, программной поддержки, возможности расширения.

С. Н. Попев

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ АППАРАТУРЫ НА БАЗЕ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

Схемотехнические и конструктивные особенности микропроцессорной радиоэлектронной аппаратуры (МРЭА) по отношению к другим изделиям цифровой техники обуславливают необходимость разработки новых методов и технических средств ее диагностики.

Обмен информацией между отдельными компонентами МРЭА проводится с помощью ряда сигналов по шинам адреса, данных и управления. В простых системах шина адреса используется в мультиплексном режиме и служит как для выдачи адресной информации, так и для передачи данных. Для 8-разрядных микропроцессоров типа КР580ИК80А характерны 16-разрядная шина адреса, 8-разрядная шина данных, а число линий в шине управления колеблется от четырех в простых до 30...40 в сложных мультипроцессорных системах. Таким образом, для контроля состояния МРЭА и проведения диагностических экспериментов требуется 32-, 64-канальная диагностическая аппаратура.

Для организации двухсторонней передачи данных по шинам в МРЭА широко применяются микросхемы с возможностью переключения выходов в высокоимпедансное состояние. Поэтому диагностическое оборудование для МРЭА должно обеспечивать распознавание, кроме сигналов «Log.0» и «Log.1», состояния с высоким импедансом.

В МРЭА, помимо БИС собственно микропроцессора, широко используются программируемые БИС, реализующие функции контроллеров внешних устройств, обработки запросов на прерывание, прямого доступа к памяти и т. д. Все эти БИС настраиваются для функционирования в требуемом режиме микропроцессором, работающим по определенной программе. Это означает, что диагностическое оборудование должно обеспечивать автоматическую генерацию управляющих команд для периферийных БИС.

Варианты конструктивного исполнения МРЭА весьма разнообразны — от одноплатных систем без разъема, на который были бы выведены основные сигналы шин, до многоплатных систем, выполненных с учетом стандартов на конструктивные, информационные и электрические характеристики, что также предъявляет специфические требования к диагностическому оборудованию.

Наиболее полно указанным выше требованиям отвечают диагностические системы, реализующие метод внутрисхемной эмуляции. Суть этого метода сводится к замещению микропроцессора (или ряда микропроцессоров) специальным устройством — эмулятором, содержащим, как правило, микропроцессор того же типа, что и замещаемый. Эмулятор позволяет полностью контролировать диагностируемую систему со стороны внешней ЭВМ, снабженной соответствующим программным обеспечением. Существенным недостатком метода внутрисхемной эмуляции, ограничивающим область его применения, является высокая стоимость необходимых для его реализации аппаратных средств.

Следует упомянуть еще один метод диагностики неисправностей МРЭА — метод сигнатурного анализа [1], позволяющий при небольших аппаратных затратах проводить поиск и локализацию неисправностей МРЭА. Однако, чтобы обеспечить проведение контроля по методу сигнатурного анализа, разработчик МРЭА должен предусмотреть определенные программно-аппаратурные средства в разрабатываемом устройстве и, кроме того, соответствующим образом оформить техническую доку-

ментацию. Имеется в виду указание в принципиальных электрических схемах сигнатур контрольных точек.

Ниже рассматривается диалоговая автоматизированная система диагностики неисправностей (АСДН), реализующая метод статической стимуляции [2, 3]. Практически все узлы МРЭА, за некоторым исключением, способны функционировать в статическом режиме, находясь в каждом из возможных состояний сколь угодно долго, что дает возможность оператору проконтролировать логические сигналы в различных точках схемы. Исключением являются блоки, содержащие БИС динамических ОЗУ. Последние требуют постоянной регенерации информации раз в 2 мс, которая осуществляется контроллером регенерации, выполненным обычно на микросхемах малой и средней степени интеграции. Анализ схемотехнических особенностей МРЭА показал, что компонентами, не допускающими проверку в статическом режиме, являются только сами БИС динамического ОЗУ, в то время как контроллер регенерации можно проверить в статическом режиме.

Опыт разработки, изготовления и эксплуатации ряда микропроцессорных устройств показал, что 80—90% общего числа неисправностей может быть выявлено по методу статической стимуляции. Суть этого метода заключается в принудительной подаче определенных входных сигналов (стимулов) и оценке реакций на них в контрольных точках диагностируемой МРЭА. Для реализации этого метода диагностики ранее использовались относительно простые устройства, в которых выдача стимулов и анализ реакций проводилась вручную с помощью клавишных панелей и светодиодных индикаторов [4]. Определение ожидаемых реакций в соответствующих точках схемы, сравнение их с реальными и формирование стимулирующих воздействий — все эти задачи были возложены целиком на оператора.

Использование персонального компьютера «Микро-80» [5] позволило создать автоматизированную систему диагностики неисправностей, имеющую малые габариты, низкую стоимость и в то же время высокие эксплуатационные характеристики (рис. 1). Вместо микроЭВМ «Микро-80» в АСДН могут работать серийно выпускаемые микроЭВМ СМ-1800, «Электроника К1-20». АСДН позволяет привлекать к работам по диагностике МРЭА персонал, не имеющий специальной подготовки.

АСДН, построенная по модульному принципу, содержит в своем составе следующие модули: центральный процессор, память, алфавитно-цифровой дисплей, интерфейсный модуль, модуль диагностики.

Модуль центрального процессора выполнен на базе микропроцессора КР580ИК80А. Кроме собственно микропроцессора модуль содержит тактовый генератор, системный контроллер, буферные схемы, а также ПЗУ объемом до 8 Кбайт.

Модуль памяти реализован на БИС динамического ОЗУ К565РУ3, К565РУ5, К565РУ6. Регенерация информации производится контроллером, реализующим алгоритм «скрытой» регенерации, что позволяет избежать потерь производительности микропроцессора.

Модуль алфавитно-цифрового дисплея собран на микросхемах малой и средней степени интеграции и используется совместно с черно-белым телевизором. Модуль имеет два режима работы: алфавитно-цифровой (32 строки по 64 символа в каждой) и псевдографиче-

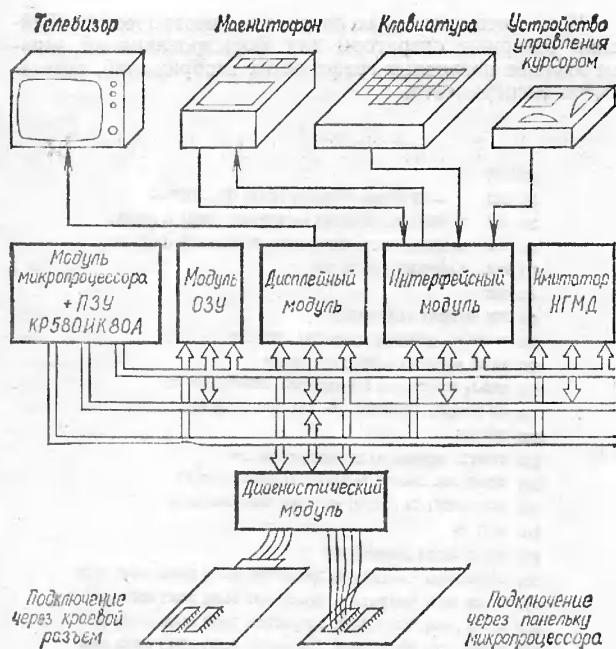


Рис. 1. Структурная схема системы диагностики на базе персонального компьютера «Микро-80»

ский (128 точек по горизонтали и 64 точки по вертикали).

Интерфейсный модуль предназначен для сопряжения персонального компьютера с кассетным магнитофоном, универсальной клавиатурой и устройством управления курсором. Запись информации на магнитофон производится по методу фазовой модуляции. Скорость записывания информации составляет 1500 бит/с. Универсальная клавиатура служит для ввода алфавитно-цифровой информации. Устройство управления курсором предназначено для перемещения курсора по экрану по координатам X и Y, фиксирования его положения при нажатии на кнопку. В интерфейсном модуле используются БИС КР580ИК55. Расширенный вариант персонального компьютера содержит модуль имитатора накопителя на гибких магнитных дисках, выполненный на ОЗУ [6]. При наличии имитатора персональный компьютер работает под управлением стандартной дисковой операционной системы, совместимой с ДОС СР/М.

Модуль диагностики (рис. 2) позволяет проводить диагностику неисправностей МРЭА, построенной на базе 8- и 16-разрядных микропроцессоров КР580ИК80А и К1810ВМ86. В состав модуля входят следующие основные схемы:

- 20-разрядная схема контроля и формирования сигналов на шине адресов;
- 16-разрядная схема контроля и формирования сигналов на шине данных;
- схема контроля и формирования сигналов на шине управления;
- схемы организации пошаговой работы для микропроцессоров КР580ИК80А и К1810ВМ86;
- схема формирования сигналов пробника;
- 8-разрядные ЦАП и АЦП.

В модуле используются БИС программируемого периферийного адаптера КР580ИК55 и микросхемы серий К589 и К155. Предусмотрена возможность при соответствующем изменении программ обслуживания выбрать место подключения модуля к диагностируемой аппаратуре: либо через краевой разъем, либо через панельку микропроцессора.

Состояние любой линии в шинах можно изменить и одновременно проконтролировать, что позволяет зафиксировать короткие замыкания и обрывы в линиях шин. Пробник, входящий в состав модуля диагностики, предназначен для контроля состояния внутренних сигналов и обеспечивает распознавание высокоимпедансного состояния в контрольной точке.

При определении причины неисправности МРЭА не следует пренебрегать контролем аналоговых величин, в частности, напряжений источников питания. Для этой цели в состав модуля включен 8-разрядный АЦП. Этот АЦП может быть программно переключен в режим ЦАП для имитации работы различных датчиков, с которыми в штатном режиме взаимодействует диагностируемая МРЭА.

Таким образом, модуль диагностики реализует программно управляемый интерфейс между персональным компьютером и диагностируемой МРЭА. Модуль позволяет полностью контролировать работу проверяемого устройства со стороны персонального компьютера.

Большая часть функций, выполняемых АСДН, реализована программно. Программное обеспечение АСДН строится по иерархическому принципу. Нижний уровень иерархии представляет программа монитор, записанная в ПЗУ. Все остальные программы загружаются с кассетного магнитофона и используются для ввода-вывода информации подпрограммы монитора.

Программы диагностики разрабатываются на языке Бейсик. Интерпретатор языка Бейсик дополнен рядом операторов и встроенных функций, предназначенных для обслуживания диагностического модуля и обработки данных на уровне отдельных битов.

Оператор SADR X формирует на шине адресов адрес, равный результату выражения X.

Оператор ATX служит для выдачи на шину данных результатов выражения X.

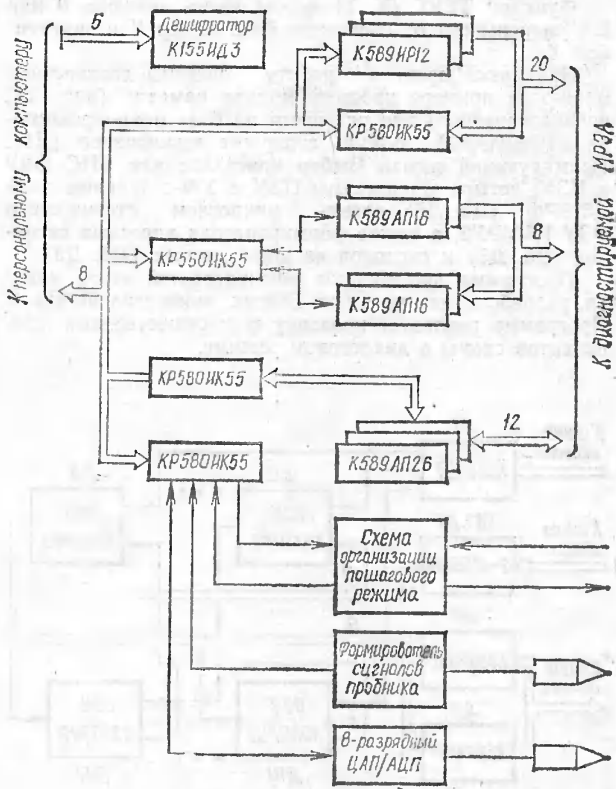


Рис. 2. Схема диагностического модуля

Оператор MEMW X, Y предназначен для записи в ячейку памяти диагностируемой МРЭА результата выражения Y. Адрес ячейки задается выражением X.

Оператор PORTW X, Y служит для записи в порт с адресом X результата выражения Y.

Функции RADR (0) и RDAT (0) позволяют контролировать состояние адресной магистрали и магистрали данных.

Результат работы функции MEMR (X) — целое число, равное содержимому ячейки памяти с адресом X. Для чтения содержимого портов, расположенных в диагностируемой МРЭА, служит функция PORTR (X).

Функция PROBE (X) предназначена для определения состояния контрольной точки, к которой подключен пробник. Выражение X задает номер пробника.

Такое расширение позволило разрабатывать эффективные диагностические программы на языке высокого уровня и отказаться от трудоемкого процесса разработки программ на ассемблере. Интерпретатор имеет объем 8 Кбайт и может размещаться как в ОЗУ, так и в ПЗУ.

При разработке диагностических программ необходимо обрабатывать данные на уровне отдельных битов. Для этой цели предназначены следующие операторы и функции, не являющиеся традиционными для языка Бейсик.

Оператор SET X, Y, Z устанавливает бит номер Y в переменной X в состоянии Z, принимающее значение 0 или 1.

Оператор SHL X, Y сдвигает переменную X влево на Y разрядов. В освободившиеся разряды записываются нули.

Оператор SHR X, Y сдвигает переменную X вправо на Y разрядов. В освободившиеся разряды записываются нули.

Оператор ROTATE X, Y производит циклический сдвиг вправо переменной X на Y разрядов.

Функция TEST (X, Y) может иметь значение 0 или 1 в зависимости от состояния бита номер Y в переменной X.

Проиллюстрировать работу системы диагностики можно на примере простого модуля памяти (рис. 3), предназначенного для устройств на базе микропроцессора КР580ИК80А. Модуль содержит дешифратор (Д1), формирующий сигнал Выбор кристалла для БИС ОЗУ и ПЗУ, четыре микросхемы ПЗУ с УФ-стиранием типа К573РФ5 (Д2...Д5), восемь микросхем статического ОЗУ К565РУ2, а также формирователи адресных сигналов (Д6, Д7) и сигналов на шине данных (Д8, Д9).

Программа диагностики несправностей этого модуля, разработанная на языке Бейсик, приведена на рис. 4. Программа реализует проверку всех существенных компонентов схемы в диалоговом режиме.

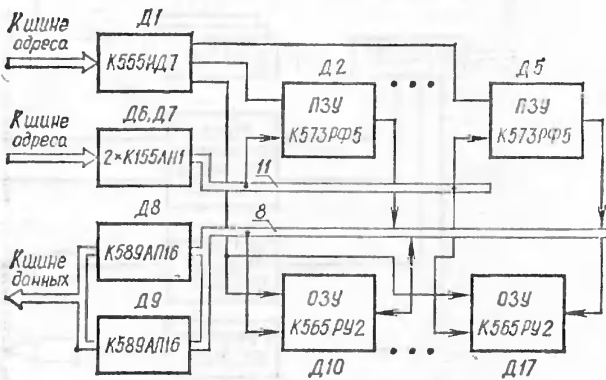


Рис. 3. Структурная схема комбинированного модуля памяти

Кроме перечисленных операторов интерпретатор Бейсика содержит операторы для формирования на экране дисплея наглядных графических изображений, результатов эксперимента.

```

40 REM
20 REM --- ПРОГРАММА ПРОВЕРКИ МОДУЛЯ ОЗУ - ПЗУ ---
30 REM ПРИСОЕДИНИТЬ ПРОВЕРКА МАГИСТРАЛИ АДРЕСА И ДАННЫХ,
40 REM ПРОВЕРКА РАБОТЫ ДЕШИФРАТОРА, КОНТРОЛЬНЫЕ СЛОВА ПЗУ,
60 REM РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ОЗУ_
60 REM
70 REM ПРОВЕРКА МАГИСТРАЛИ
80 PRINT " --- ПРОВЕРКА МОДУЛЯ ОЗУ - ПЗУ ---"
90 PRINT " ПРОВЕРКА МАГИСТРАЛИ АДРЕСА"
100 FOR I%=1 TO 25: SAOR C%: C%=&SHL(T%*I)
210 S%=&RADR(0): IF RADR(0) <> S% THEN GOSUB 1000
220 NEXT I%
230 PRINT " ПРОВЕРКА МАГИСТРАЛИ ДАННЫХ ---"
340 FOR I%=1 TO 7: SDAT T%: T%=&SHL(T%*I)
350 S%=&RDAT(0): IF RDAT(0) <> S% THEN GOSUB 1000
360 NEXT I%
370 REM ПРОВЕРКА ДЕШИФРАТОРА
380 GOSUB 2000: "D1": I%<0: I%=&NOT I%: GOSUB 2100: GOSUB 3000
390 GOSUB 2000: "D1/3": I%<0: I%=&NOT I%: GOSUB 2100: GOSUB 3000
400 GOSUB 2000: "D1/4": I%<0: I%=&NOT I%: GOSUB 2100: GOSUB 3000
410 GOSUB 2000: "D1/5": I%<0: I%=&NOT I%: GOSUB 2100: GOSUB 3000
420 GOSUB 2000: "D1/0": I%<0: I%=&NOT I%: GOSUB 2100: GOSUB 3000
430 PRINT " --- ПРОВЕРКА ПЗУ ---"
440 GOSUB 4000: "D2": INPUT K%:K%
450 GOSUB 4000: "D3": INPUT K%:K%
460 GOSUB 4000: "D4": INPUT K%:K%
470 GOSUB 4000: "D5": INPUT K%:K%
480 FOR I%=1 TO 4
490 I%<0: I%=&NOT I%: S%="D%": GOSUB 5000
500 IF I% <> K% THEN GOSUB 6000
510 I%=&NOT I%: I%=&NOT I%: S%="D%": GOSUB 5000
520 IF I% <> K% THEN GOSUB 6000
530 I%=&NOT I%: I%=&NOT I%: S%="D%": GOSUB 5000
540 IF I% <> K% THEN GOSUB 6000
550 I%=&NOT I%: I%=&NOT I%: S%="D%": GOSUB 5000
560 IF I% <> K% THEN GOSUB 6000
570 PRINT " --- ПРОВЕРКА ОЗУ ---"
580 FOR I%=&2000 TO &1023
590 I%=&NOT I%: MEM I%: T% IF MEMR(I%) <> T% THEN GOSUB 7000
600 T%=&SHL: MEM I%: T% IF MEMR(I%) <> T% THEN GOSUB 7000
610 NEXT I%
620 END
1000 PRINT " ОШЕКА В МАГИСТРАЛИ. ДОЛЖНО БЫТЬ - "; HEX$(T%)
1010 PRINT " БЫТЬ - "; HEX$(S%)
1020 RETURN
2000 PRINT " УСТАНОВИТЕ ПРОВЕРКИ НА,
2010 RETURN
2100 PRINT " ПОСЛЕ УСТАНОВКИ ПРОВЕРКА НАЖИТЕ НА ЛЮБУЮ КЛАВИШУ"
2110 INPUT(ANY): RETURN
3000 FOR I% TO I%+1 STEP 1000: SAOR I%
3100 IF PROBE(C) <> 0 THEN PRINT " ОШЕКА !!! "
3200 NEXT I%
3300 RETURN
4000 PRINT " ОБЕДИТЕ СТАНОВЯЩИЕ КОНТРОЛЬНЫЕ СЛОВА ДАН. ";
4010 RETURN
5000 FOR I% TO I%+1: S%=&NOT S%: MEMR(I%): NEXT I%
5010 RETURN
6000 PRINT " ОШЕКА В ПЗУ "; S%: " !!!!!! "
6010 RETURN
7000 PRINT " ОШЕКА В ОЗУ !!! !!! "
7010 PRINT " АДРЕС: "; I%: " ДОЛЖНО БЫТЬ - "; HEX$(T%)
7020 PRINT " БЫТЬ - "; HEX$(MEMR(I%))
7030 RETURN

```

Рис. 4. Программа проверки модуля памяти

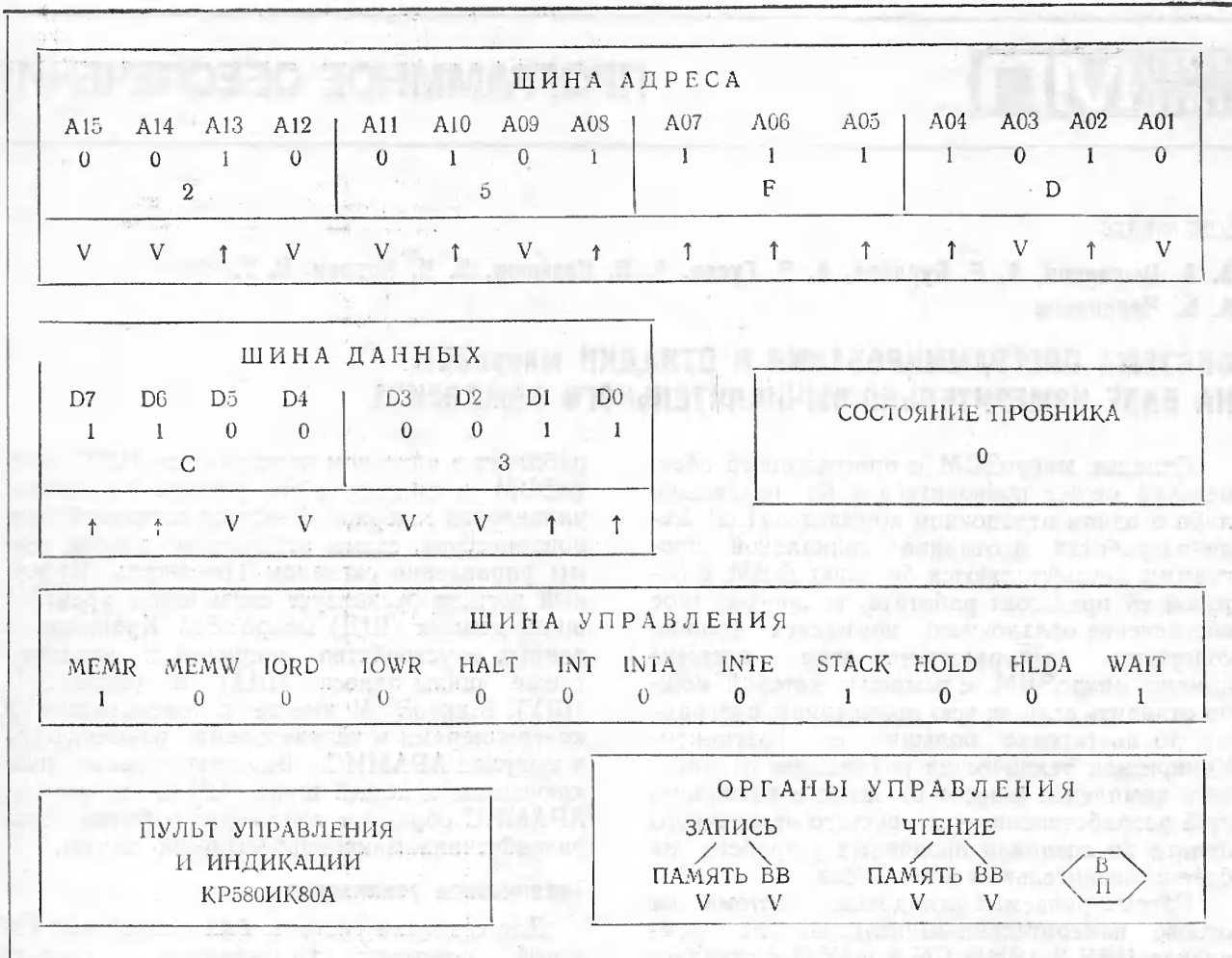


Рис. 5. Кадр дисплея: форма представления информации о состоянии диагностируемой системы

Большинство программ диагностики предусматривает использование устройства управления курсором. В этом случае на экран выводится список возможных команд, а выбор необходимой команды производится путем перемещения курсора в соответствующее «окно». Подобный способ взаимодействия с компьютером освобождает оператора от необходимости приобретения навыков работы с алфавитно-цифровой клавиатурой.

Рассмотрим еще один интересный, на наш взгляд, пример использования АСДН. На ранних этапах разработки МРЭА и при обучении основам микропроцессорной техники большую помощь может оказать технический пульт управления и индикации. С помощью АСДН оказалось возможным «изготавливать» такой пульт чисто программными средствами. Программа, имитирующая работу пульта, формирует на экране дисплея его схематическое изображение. На рис. 5 приведен вид «пульта» для МРЭА, построенной на базе МКП БИС серии КР580.

Состояние шин индицируется в двоичном и шестнадцатеричном виде. Для отображения состояния органов управления (тумблеров и кнопок) используются псевдографические символы из набора символов дисплейного модуля. С помощью устройства управления курсором можно изменять их положение. Любое состояние шин диагностируемой МРЭА отображается на экране дисплея.

АСДН на базе персонального компьютера является эффективным и вместе с тем недорогим средством диагностики неисправностей МРЭА. АСДН может быть использована на всех стадиях цикла «жизни» МРЭА: при разработке, изготовлении и эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

- Смирнов Н. И., Стручков А. А., Судовцев В. А. Диагностика неисправностей в цифровой аппаратуре на БИС. — Зарубежная радиоэлектроника, 1979, № 1.
- Coffron J. W. Understanding and troubleshooting the Microprocessor. — Prentice-Hall, 1980.
- Кофрон Дж. Технические средства микропроцессорных систем. — М.: Мир, 1983.
- Poosch U. W., Chattergy R. Designing microcomputer systems. — Hayden, 1980.
- Зеленко Г. В., Панов В. В., Попов С. Н. Радиолюбителям о микропроцессорах и микро-ЭВМ. Цикл статей. — Радио, 1982, № 9—12; 1983, № 2—4, № 6—12.
- Зеленко Г. В., Панов В. В., Попов С. Н. Электронный «квазидиск» для персонального компьютера. — Микропроцессорные средства и системы, 1984, № 4.

Статья поступила 23 ноября 1984 г.

УДК 681.3.06

В. А. Цыганков, А. Е. Бураков, А. В. Гусев, А. В. Козырев, В. Н. Котлин, В. Г. Фаас,
А. Б. Черепанов

СИСТЕМА ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ОТЛАДКИ микроЭВМ НА БАЗЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Отладка микроЭВМ и программного обеспечения может проводиться либо отдельно, либо в одном отладочном комплексе [1, 2]. Если разработка и отладка прикладной программы осуществляются без микроЭВМ, в которой ей предстоит работать, то программное обеспечение отладочного комплекса должно содержать программу-имитатор системы команд микроЭВМ, с помощью которой можно отладить если не всю прикладную программу, то достаточно большие ее фрагменты. Конкретная техническая реализация отладочного комплекса зависит от задач и возможностей разработчиков — от простого отладочного пульта до специализированных устройств на базе вычислительных комплексов.

Рассматриваемая отладочная система на основе измерительно-вычислительного комплекса ИВК-2 (ЭВМ СМ-4 с УСО в стандарте КАМАК) обслуживает восемь рабочих мест (рис. 1) и позволяет отлаживать как аппаратные, так и программные компоненты микроЭВМ с использованием реальной микроЭВМ в многопользовательском режиме при полном наборе сервисных отладочных процедур.

Предусмотрена возможность подключения к микроЭВМ реальной аппаратуры или устройств, имитирующих ее работу. Система обеспечивает возможность обучения основам проектирования микропроцессорной техники и приемам программирования.

Каждая пара рабочих мест оборудована двумя видеотерминалами и одним специально спроектированным модулем для автоматизации разработки микропроцессорных систем (АРАМИС).

Крейт КАМАК подключается к общей шине ЭВМ СМ-4 через контроллер, который организует информационную шину крейта. На эту шину выводится восемь устройств сопряжения, УС1...УС8, основу которых составляют технологическое ОЗУ, устройство управления и буферный регистр. Технологическое ОЗУ

работает в адресном пространстве ПЗУ микроЭВМ и имитирует его работу. Устройство управления содержит фиксатор состояний микропроцессора, схемы останова по адресу, схемы управления сигналом Готовность. Буферный регистр организует связь шины крейта и шины данных (ШД) микроЭВМ. Кроме шины данных в устройство сопряжения заведены также шины адреса (ША) и управления (ШУ). МикроЭВМ вместе с телевизионными контроллерами и телевизорами размещаются в модулях АРАМИС. Видеотерминалы, подключенные к общей шине СМ-4, и модули АРАМИС образуют собственно рабочие места разработчика микропроцессорных систем.

Техническая реализация

Для создания системы был разработан базовый комплект управляющих средств (БАКУС), включающий одноплатную микроЭВМ (БАКУС-01), выполненную на микропроцессорном комплекте серии КР580. МикроЭВМ реализована на печатной плате размером 170×200 мм и кроме микропроцессора КР580ИК80А содержит 1 Кбайт ОЗУ К565РУ2, 2 Кбайт ПЗУ К556РТ5, параллельный порт ввода-вывода КР580ИК55, схемы синхронизации и шинные формирователи К589АП16. Объем ПЗУ можно увеличить до 4 Кбайт, используя дополнительные платы комплекта. Буферизованные шины адреса и данных, каналы порта ввода-вывода, а также необходимые сигналы управления выведены на 62-контактный разъем типа ГРПМ. Структура машины типична для встраиваемых микроЭВМ. Размещение на одной плате с процессором параллельного порта ввода-вывода позволяет уже в одноплатном варианте решать достаточно широкий круг задач, связанных с разработкой приборов для научных исследований или контроллеров технологического оборудования. Для визуализации результатов работы микроЭВМ в состав комплекта входит специально разработанная плата контроллера

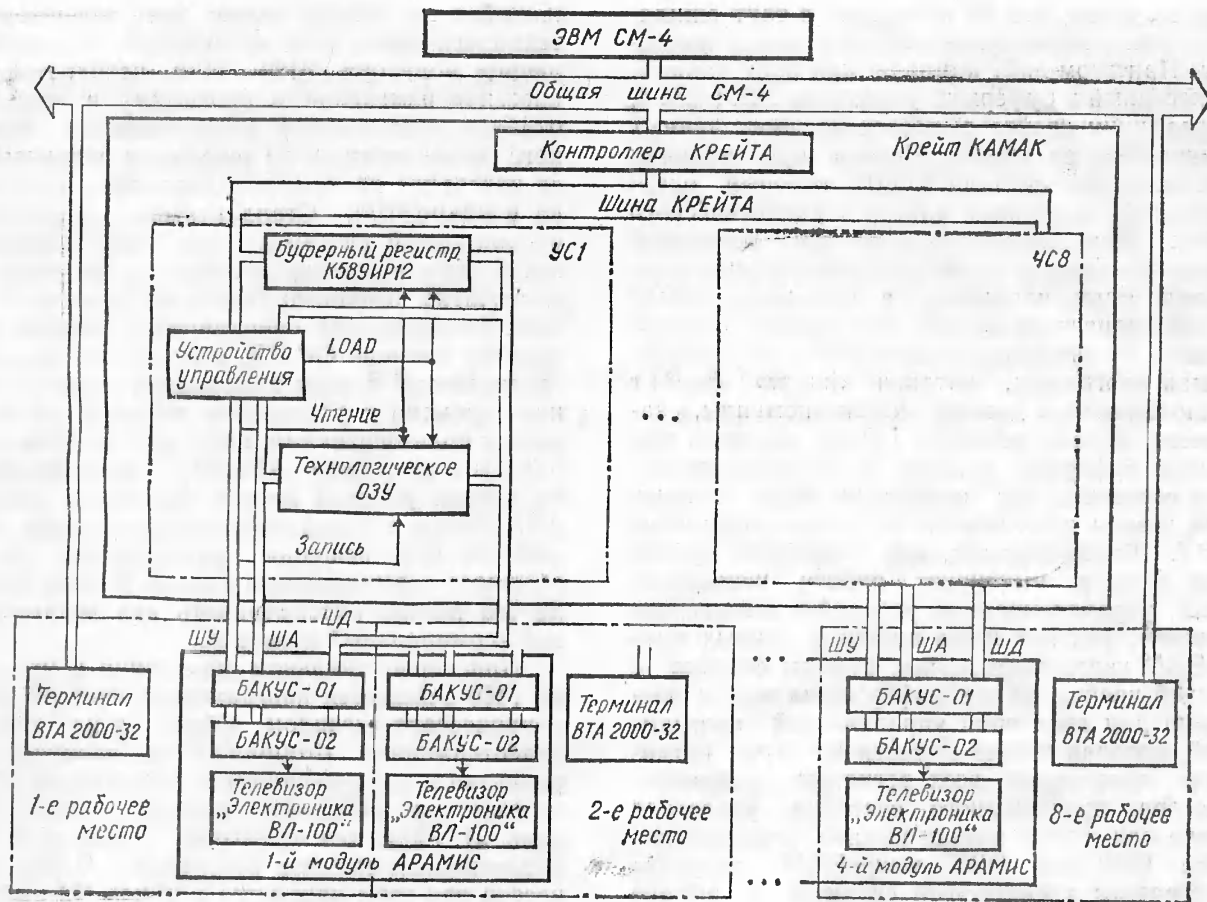


Рис. 1. Структурная схема системы

телевизионного монитора БАКУС-02, позволяющего под управлением микроЭВМ отображать алфавитно-цифровую информацию в 18 строках по 32 символа в каждой строке на экране бытового телевизионного приемника. На плате БАКУС-02 такого же размера, как и плата микроЭВМ, размещены 1 Кбайт ОЗУ для хранения информации, выводимой на экран, знакогенератор кодов КОИ-7, синхрогенератор и схемы управления, вырабатывающие полный видеосигнал для подключения ко входу видеосуилителя телевизионного приемника. ОЗУ контроллера является сегментом ОЗУ микроЭВМ, при этом цикл вывода символа на экран для нее эквивалентен записи кода этого символа по определенному адресу ОЗУ.

Внутри каждого модуля АРАМИС размещены две микроЭВМ БАКУС-01, два контроллера БАКУС-02 и два телевизионных приемника «Электроника ВЛ-100», работающих в режиме видеотерминала. Системная шина каждой микроЭВМ выведена через специальный разъем на лицевую панель модуля, что

позволяет подключать необходимые внешние устройства или наблюдать сигналы в характерных точках. Связь ИВК-2 с модулями АРАМИС производится через специальное устройство сопряжения, выполненное в стандарте КАМАК. Восемь таких устройств установлены непосредственно в крейте ИВК-2.

Принципы функционирования

На стадии отладки, пока конкретная прикладная программа не прошита в ПЗУ и микросхемы не установлены на плату микроЭВМ, их роль выполняет эквивалентное по объему и быстродействию технологическое ОЗУ, размещенное в устройстве сопряжения в крейте КАМАК. Оригинальным здесь являются способ загрузки машинных кодов программы в технологическое ОЗУ и организация сервисных отладочных процедур. В устройстве сопряжения, куда заведена системная шина микроЭВМ, размещен специальный буферный регистр, подключенный к шине данных (микросхема КР589ИР12). Управление сигналом Готовности микропроцессора осуществляется та-

ким образом, что он переходит в такт ожидания после выполнения каждого цикла команды. При этом байт команды или байт данных, занесенный в буферный регистр из ЭВМ СМ-4, через шину крента выдается на шину данных микроЭВМ по стробу. Чтение при наличии специального сигнала LOAD, который одновременно запрещает работу технологического ОЗУ. Микропроцессор исполняет очередной цикл команды и вновь переходит в такт ожидания. Если, например, в очередном цикле микропроцессору потребуется принять информацию из технологического ОЗУ, то управляющая программа, которая «знает» формат выполняемой в данный момент команды, запретит выдачу команды LOAD, переводя тем самым буферный регистр в высокоимпедансное состояние, что освободит шину данных для чтения информации из технологического ОЗУ. Таким образом, для микроЭВМ буферный регистр имитирует работу некоторого ПЗУ, управляющего ее работой в отладочном режиме. Так как шина адреса и данных микроЭВМ через специальные буферы связана с шиной крента, то эта информация всегда доступна для прочтения управляющей программой, которая может вывести на экран терминала содержимое всех регистров микропроцессора, программного счетчика, указателя стека или любой ячейки памяти технологического ОЗУ или ОЗУ микроЭВМ. Загрузка программы в микроЭВМ сводится к выдаче микропроцессору последовательности управляющих команд на запись очередного байта в технологическое ОЗУ с определенного адреса с последующим его инкрементированием. Изменение содержимого любого программно доступного регистра микропроцессора также производится подачей управляющих команд через буферный регистр. Работа загруженной в микроЭВМ программы может происходить в пошаговом (поцикловом) или автоматическом режиме в зависимости от того, каким образом производится управление сигналом Готовность микропроцессора.

Программное обеспечение отладочного комплекса включает операционную систему реального времени ОС-РВ, управляющую программой монитор М80, кросс-ассемблер и драйвер модуля сопряжения.

Порядок работы системы

Исходная программа на языке ассемблера микропроцессора вводится в ЭВМ СМ-4 средствами стандартного текстового редактора и хранится в дисковой памяти машины. Трансляция исходного текста программы в коды микропроцессора осуществляется кросс-ассемблером. Сформированный таким образом загрузочный модуль программы, также хра-

нящийся на дисках, может быть загружен в технологическое ОЗУ микроЭВМ под управлением монитора М80. При необходимости внесения изменений в программу в процессе отладки производится редактирование исходного текста программы текстовым редактором, ее повторное кросс-ассемблирование и загрузка в микроЭВМ. Стандартными средствами операционной системы, при необходимости, могут быть получены листинги трансляции и распечатка исходного текста программы. Следует отметить, что операционная система реального времени ОС-РВ, обеспечивая мультипрограммный режим выполнения задач реального времени и разделения ресурсов системы между пользователями, позволяет производить работы с модулями АРАМИС одновременно на восьми рабочих местах. Возможна работа АРАМИСов с использованием свободных терминалов для решения традиционных задач обычного терминального класса. В этом смысле его можно рассматривать как многоцелевой терминальный комплекс.

При первоначальном обращении к монитору М80 очищается программный счетчик микропроцессора сигналом Сброс, а на экране видеотерминала отображаются специальная разметка и вся необходимая информация о состоянии и режимах работы микроЭВМ (рис. 2). Задаются пошаговый режим работы, восьмеричная система счисления. Микропроцессор при этом находится в цикле M1 выборки команды в такте ожидания. Монитор устанавливает курсор в поле ввода управляющей команды и ожидает ее поступления. Пользователь имеет возможность выбрать одну из одиннадцати команд управления, исполнение которых наступает сразу после нажатия соответствующей кнопки на клавиатуре терминала. Так, например, нажатие кнопки «А» приведет к изменению режима работы микроЭВМ на автоматический, когда монитор не управляет сигналом Готовность и он устанавливается нажатием кнопки Пуск. При этом происходит автономная работа микроЭВМ под управлением программы, записанной в технологическом ОЗУ с адреса, указанного в программном счетчике РС. Повторное нажатие кнопки «А» опять переведет микроЭВМ в пошаговый режим, когда монитор снимает сигнал Готовность после исполнения каждого машинного цикла микропроцессора.

В режиме Шаг вновь становится возможной подача одной из команд управления или просмотр содержимого регистров микропроцессора. В пошаговом режиме на экране видеотерминала постоянно отображается кроме содержимого регистров А, В, С, D, E, H, L также содержимое программного счетчика, указателя стека, регистра признаков, номер

НАБОР КОМАНД: А — ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ РЕЖИМА ШАГ/АВТОМАТ
 G — ПУСК
 C — СБРОС
 E — ВЫХОД В МОНИТОР ОС—РВ
 H — ВЫВОД НАБОРА КОМАНД
 L — ЗАГРУЗКА ПРОГРАММЫ
 O — ВВОД АДРЕСА ОСТАНОВА
 R — ЧТЕНИЕ ИЗ ОЗУ
 S — ВВОД СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ
 V — ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО РЕГИСТРОВ
 W — ЗАПИСЬ В ОЗУ

```

.....
.....
ВВОД КОМАНД>—          РЕЖИМ : ШАГ          СИСТЕМА СЧИСЛ.: 8
.....
PC=000000 D=061 RD M1 LXI SP, 2177          АДР. ОСТ=0000 47
.....
РЕГИСТРЫ A=000 B=377 C=250 D=101 E=000 H=040 L=021 SP=000000 PC=000000
.....
РЕГИСТР ПРИЗНАКОВ F: S Z 0 AC 0 P 1 C
                   1 0 0 0 0 1 1 0
  
```

Рис. 2. Кадр дисплея при работе монитора М80

цикла исполняемой команды и ее мнемоника, информация на шине данных и направление передачи этой информации — чтение или запись в запоминающее устройство или в одно из внешних устройств. Монитор постоянно информирует пользователя о том, в какой системе счисления он выводит информацию на экран.

Система счисления в любой момент может быть изменена на десяти- или шестнадцатеричную подачей управляющей команды S. С помощью команды V можно изменить содержимое любого регистра микропроцессора, программного счетчика, указателя стека и регистра признаков. При подаче команды V монитор входит в диалог и запрашивает название регистра и информацию, необходимую для занесения в этот регистр. Таким же образом может быть модифицировано содержимое любой ячейки ОЗУ микроЭВМ или технологического ОЗУ подачей команды W. Прочитать содержимое ОЗУ (массивами по 176 байт) можно подачей команды R после ответа на запрос монитора о начальном адресе массива. При подаче команды O в ответ на запрос монитора можно ввести адрес программного останова в выбранной системе счисления. Останов происходит при исполнении программы в автоматическом режиме работы. Подав коман-

ду L и назвав имя файла рабочей программы, можно произвести ее загрузку в технологическое ОЗУ. Если во время работы пользователю потребуется информация о командах управления, то вывод ее на экран осуществляется командой H. По окончании работы с монитором М80 выход в монитор ОС-РВ происходит по команде E. Характерные моменты работы сопровождаются выдачей специальных комментариев типа: Идет загрузка, Сброс, Аппаратная ошибка, Достигнут адрес останова.

Разработанный отладочный комплекс может быть достаточно просто воспроизведен на базе любого аналогичного ИВК с аппаратурой КАМАК (ИВК-3, ИВК-20). Необходимые при этом аппаратные затраты сводятся к изготовлению микроЭВМ и модуля сопряжения. Отладочный комплекс кроме своего основного назначения — автоматизации отладки микроЭВМ позволил разработать и включить в учебный процесс лабораторный практикум по курсу «Микропроцессоры и микроЭВМ». Размещаемая в модулях АРАМИС отладочного комплекса микроЭВМ БАКУС-01 послужила основой разработки устройства управления промышленным роботом, прибора для определения параметров вакуумно-дуговой плавки, устройства управления разворотом гусеничной

машины, хирургического кардиомонитора. Все эти устройства со встроенной микроЭВМ БАКУС-01 являются, по существу, продукцией отладочного комплекса. Без изменения идеологии и архитектуры комплекс достаточно просто может быть перестроен на отладку микроЭВМ, реализованных на других микропроцессорных наборах,

ЛИТЕРАТУРА

1. Дж. Кофрон. Технологические средства микропроцессорных систем. — М.: Мир, 1983. — 344 с.
2. Иванов В. И., Лобанов В. И., Митрофанов А. В. Отладочные средства для малоразрядных однокристалльных микроЭВМ. — Микропроцессорные средства и системы, 1984, № 2, с. 42—45.

Статья поступила 18 декабря 1984 г.

УДК 681.3.06

А. А. Туманов

СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ ПРОГРАММ ДЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРА КР580ИК80 НА БАЗЕ микроЭВМ «ИСКРА-226»

Доступные по стоимости микроЭВМ типа «Искра-226» с богатыми аппаратно-программными возможностями позволяют построить кроссовую систему с набором средств, повышающих эффективность разработки и отладки ПО для микропроцессоров. Главный фактор при этом — использование наиболее доступного и вместе с тем весьма мощного диалогового языка Бейсик с возможностью оптимизации наиболее ответственных участков программ на языке ассемблер.

При отсутствии доступа к специальным прототипным или кроссовым комплексам типа микроЭВМ СМ-1800 или АРМ2-05 создание средств разработки программного обеспечения (ПО) для микроконтроллеров и управляющих систем на базе микропроцессоров — важная задача. Разработка кроссовой системы для имеющейся в наличии ЭВМ достаточно трудоемка, и в результате большое число предприятий, применяющих микропроцессоры, проводят свои разработки в абсолютных кодах. При этом они пользуются отладочными средствами типа «Электроника К1-20» или самодельными стендами.

Кроссовая система на базе «Искра-226» (КРОСС-МИКРОС) состоит из экранного редактора текстов, кросс-ассемблера для микропроцессора КР580ИК80 и диалогового имитационного отладчика. Подготовленные программные коды могут переноситься с дисков в ППЗУ под управлением программно-аппаратного средства «Программатор», подключаемого к ЭВМ.

Для работы системы КРОСС-МИКРОС достаточно микроЭВМ «Искра-226», накопителя ГМД и печатающего устройства.

Разработка и отладка программ эффективны во многом благодаря диалоговому режиму работы, использованию подсказок и меню команд, независимым экранным областям, си-

стеме управления дисковыми файлами. Для выполнения большинства операций достаточно нажать всего одну клавишу дисплея, а объекты на экране выбираются с помощью клавиш перемещения курсора.

Система управления дисковыми файлами запускается после загрузки программ КРОСС-МИКРОС и обеспечивает сервисные процедуры подготовки и имитатора.

Экранный редактор текстов служит для экранного просмотра, изменения и расширения текстов объемом до 4 К символов. Редактор характеризуется плотным расположением текста в памяти и на диске, переменной длиной строки и мгновенным отображением изменений на экране (табл. 2).

Кросс-ассемблер микропроцессора КР580ИК80 предоставляет мнемоническое задание операций, адресов и чисел в десятичной и шестнадцатеричной системах счисления; директивы подготовки байтовых, словных, текстовых данных и директиву управления счетчиком адреса.

Кросс-ассемблер — таблично-управляемый и однопроходный. В начальном диалоге определяется необходимость в объектном файле, листинге, распечатке таблицы имен, указываются параметры промежуточного файла. Дополнительный просмотр промежуточного файла обеспечивает быстрое разрешение ссылки вперед, распечатку листинга с сообщениями об ошибках и запись на диск объектного файла в компактном формате.

Таблица 1
Возможности системы управления дисковыми файлами

Функция	Способ запуска с клавиатуры
Индикация первых 32 строк справочника файлов активного дисковода	Автоматически после запуска и после завершения рабочих процедур
Индикация меню команд системы управления файлами	Автоматически
Выбор файла для дальнейшей обработки из числа 32 строк на экране	Клавиши управления курсором
Вывод последующих строк справочника файлов группами по 32	CONTINUE
Вывод итоговой информации о содержимом активного диска	Автоматически при выдаче последней группы строк
Редактирование выбранного текстового файла	EDIT
Создание нового текстового файла	INIT имя нового файла, его размер в секторах
Ассемблирование исходного текста выбранного файла	TRACE
Удаление файла	DELETE
Распечатка файла или группы связанных файлов	PRINT
Копирование файла	RECALL
Инициализация файловой дискеты	СФ30
Смена активного дисковода	ERASE

Характеристика экранного редактора текстов

Функции	Способ запуска клавиатуры
Индикация в любой момент меню команд редактора	LIST
Почередное включение режимов вставки или замены символов	INSERT
Замена символа, указываемого курсором, новым	Новый символ
Вставка нового символа перед положением курсора и автоматическое раздвижение строки	Новый символ
Завершение строки текста, разбиение строки на две части, создание пустой строки	СФО
Запись текста на диск	SAVE
Отказ от редактирования	CLEAR
Вывод первой страницы (23 строки) текста на экран	SHIFT B
— очередной страницы	SHIFT P
— предыдущей страницы	SHIFT G
— конца текста	SHIFT E
Удаление строки или ее части	SHIFT K
— символа	DELETE
Перевод курсора в начало страницы	SHIFT L
— — в конец страницы	SHIFT N
— — к началу следующей строки	SHIFT F
— — влево, вверх, вправо, вниз; протяжка текста вверх или вниз	←, ↑, →, ↓
— — в начало или конец текущей строки	←—, —→

Таблица 3

Области экранного табло и действия, допустимые в них

Строки табло	Допустимые операции
A=00 B=00 C=00 D=00 E=00 H=00 L=00 BC=0000 DE=0000 HL=0000 SP=0000 PC=0000 FC=0 FZ=0 FS=0 FP=0 FY=0 DE=0000 ДАМП=0000 СТЕК=0000	Перемещение курсора вверх или вниз по кольцу Изменение шестнадцатеричных кодов
ОСТ.1=0000 ОСТ.2=0000 ОСТ.3=0000, ОСТ.4=0000 GO=0, STEP=1	Индикация и изменение содержимого байтов памяти и их дизассемблирование Задание точек остановов по адресам памяти Запуск программы по адресу, содержащемуся в РС в непрерывном режиме (клавиша 0) или по шагам (клавиша 1)

Имитационный отладчик позволяет испытывать программы для микропроцессора КР580ИК80 при полном отсутствии аппаратуры микропроцессора и его периферийных блоков.

Программная имитация обеспечивает набор сервисных процедур для повышения эффективности отладки. Однако микропроцессорные программы при этом выполняются не в реальном масштабе времени, т. е. медленно, и основное его назначение — проверка общей логики испытываемой программы.

Имитационный отладчик позволяет индентифицировать содержимое регистров и флагов; прогонять программы непрерывно или по шагам; изменять содержимое регистров и флагов; задавать до четырех точек останова; распечатывать память порциями по десять байтов, начиная с заданного адреса в порядке возрастания или убывания адресов; индентифицировать причины останова; прерывать выполняемую программу по вмешательству пользователя; дизассемблировать программные коды; загружать объектные файлы с проверкой правильности формата; проверять допустимость адресов в диапазоне до 4 Кбайт.

Основные операции по управлению имитационным выполнением микропроцессорной программы производятся с помощью экранного табло при сочетании на нем нескольких функциональных областей.

Для имитации работы внешних объектов пользователь может расширить имитатор специализированной подпрограммой на языке Бейсик. Имитационный отладчик построен так, что передает управление пустой или непустой специализированной подпрограмме при обработке каждого обращения к ячейке памяти или порту ввода-вывода. Поэтому специализированная подпрограмма может отфильтровать «свой» адреса и выполнить связанные с ними имитационные действия. С основной частью имитационного отладчика связываются с помощью простого протокола, обеспечивающего останов либо продолжение счета (после выполнения операций периферийного имитатора).

К недостаткам КРОСС-МИКРОС отнесем малое быстродействие (это связано с использованием языка Бейсик) и упрощенность функций редактирования. Она применима для разработок ПО объемом до 4 Кбайт.

Система развивается для повышения быстродействия, поддержания технологии модульного программирования и создания быстрого отладчика, способного работать как в режиме имитации, так и в режиме непосредственного управления аппаратурой внутрисхемного эмулятора микропроцессора КР580ИК80.

Статья поступила 20 сентября 1984 г.

И. З. Карась

ОПЫТ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Переход к промышленным методам производства программных средств обработки информации является закономерным этапом развития вычислительной техники [1, 2]. Отнесение программных средств к продукции производственно-технического назначения предполагает появление в народном хозяйстве новых производственно-экономических объектов — программостроительных предприятий. Возможны два полярных подхода к проблеме создания таких предприятий:

рассматривать разработку программ как принципиально новую, не имеющую аналогов в машиностроении форму работ, а принципы машиностроительного производства распространять только на процесс тиражирования;

считать программирование одним из видов производственной деятельности и вписывать его в организационно-управленческие рамки машиностроения.

Настоящая работа содержит анализ опыта создания и обеспечения функционирования программостроительного предприятия на основе существующих нормативных документов, регламентирующих деятельность машиностроительного завода, включая требования единой системы технологической подготовки производства (ЕС ТПП) [3], инструкции к составлению отчетов промышленных предприятий [4] и др.

Постановка проблемы

В деятельности программостроительного предприятия можно выделить два основных направления: технологическое и плано-экономическое.

В настоящее время создано значительное число технологий программирования, обеспечивающих существенное повышение эффективности труда программистов в процессе разработки программных средств. Главными достоинствами таких технологий являются универсальность, гибкость, масштабельность внедрения [5, 6].

Традиционный процесс программирования включает четыре этапа: описание задачи на языке спецификации; перевод задачи на машинный язык; отладка; документирование.

В дальнейшем термин «программостроительное производство» будет использоваться для обозначения такого процесса, при котором инженерный труд применяется только на первом этапе, а три последующих этапа формализованы и сводятся к нормируемому пооперационным действиям, доступным лицам со средним специальным образованием.

В обозримом будущем указанное требование вряд ли может быть реализовано для системных программ, сложных систем реального времени и т. п. Однако для широкого спектра конторских, экономических, научно-технических расчетов в ближайшее время ожидается появление адекватных программных систем, поддерживающих автоматизированный выпуск прикладных программ [7, 8].

Таким образом, технология программостроительного производства должна сводить процесс создания программы к подготовке спецификации предметной области, описывающей изготавливаемое изделие, к вводу этих спецификаций в базу данных с последующей настройкой типовых проектных решений, заложенных в технологию, и их комплексированием в конкретное программное средство. Технологический, производственный цикл изготовления должен быть четко регламентирован в соответствии с требованиями ЕС ТПП. По типу действий такой процесс близок к сборочному программированию модулей, специализированных посредством конкретизирующего программирования [9].

К особенностям программостроительной технологии, не зависящим от вида производимых программных средств, относятся следующие:

каждая из технологий должна базироваться на наборе типовых проектных решений (ТПР), представленных в виде пакетов прикладных программ, в том числе и специально разработанных для конкретного технологического процесса;

программная оснастка должна обеспечивать автоматизацию ввода спецификаций, настройку и сборку ТПР, а также документирование процесса;

контроль качества создаваемого программного обеспечения осуществляется программным путем на каждом технологическом этапе с помощью контрольно-измерительного программного комплекса;

трудозатраты на создание систем пропорциональны объему введенных спецификаций, который практически линейно зависит от информационных возможностей изготавливаемой системы; модификация программных изделий осуществляется аналогично их изготовлению в рамках единого технологического цикла;

поставляемое пользователю программное изделие является закрытым, полностью готовым к промышленной эксплуатации, имеет заводские гарантии качества и практически не требует сопровождения;

каждая из программостроительных технологий ориентирована на узкий класс изделий, ограниченный типовыми проектными решениями и составом спецоснастки; при этом подготовка производства программных изделий нового класса по трудоемкости эквивалентна освоению заводом нового изделия.

Программостроительная технология должна ориентироваться на изделия, имеющие достаточно широкий рынок сбыта, обеспечивать существенный скачок в повышении качества и надежности программных изделий, резкое снижение затрат на их программное сопровождение, точное определение себестоимости производства и ее снижение за счет специализации.

Создание, освоение и внедрение программостроительного производства для систем обработки информации осуществляется с 1978 г. в экспериментальном вычислительном центре (ЭВЦ) на основе СКС-технологии [10]. Предметом поставок этого предприятия являются программные изделия, состоящие из специфицированных (согласно техническим требованиям) сборочных единиц: базы данных, программных средств ввода, обработки, вывода и диалогового поиска информации [11]. На каждое изделие выпускаются отдельные технические условия, согласованные с заказчиком.

Одним из наиболее сложных вопросов при создании программостроительных предприятий является организация плано-экономической деятельности. Подход к программостроительному предприятию, как к НИИ или КБ при условии отнесения создаваемых программ к продукции производственно-технического назначения, обладает рядом положительных факторов, реализуемых НПО «Центр-программсистем». Вместе с тем, последовательная реализация плано-экономических принципов организации машиностроительного завода применительно к программостроительному предприятию также имеет преимущества, среди которых можно выделить следующие:

возможность немедленного использования всего комплекса существующих экономических, финансовых и бухгалтерско-учетных документов,

регламентирующих деятельность машиностроительных заводов при их минимальной переработке и уточнении; детальный учет себестоимости и полной стоимости изготовления программных средств на основе развитых методов бухгалтерского учета заводской продукции;

линейная зависимость цены изделия от его функциональных возможностей, определяемых объемом вводимых спецификаций;

использование уже существующих положений для управления процессами разработки новых программных средств и программностроительных технологий с последующим их внедрением на программностроительных заводах;

отсутствие потенциального различия между предприятиями, производящими программные и технические компоненты систем управления и обработки информации (с точки зрения отраслевого и государственного управления).

Применение планово-экономических принципов машиностроения к программностроительным предприятиям соответствует тенденции размытия границ между использованием программных и электронных компонентов в системах [12] и фактически готовит переход к созданию предприятий по производству систем в составе аппаратных и программных средств, поставляемых соответственно машиностроительными и программностроительными предприятиями. Реализация сформулированных экономических принципов управления начата в 1983 г. в ЭВЦ на основе общесоюзных, отраслевых и других регламентирующих материалов [13, 14]. На выпускаемые предприятием программные средства [11] в установленном порядке введены нормы трудоемкости и машинного времени, послужившие основой разработки оптовых цен, входящих в прейскурант оптовых цен по комплексному централизованному обслуживанию средств вычислительной техники. Соответствующим образом организованы внутризаводское планирование, учет продукции, оплата труда.

Программные изделия

Программные изделия, выпускаемые предприятием, представляют собой четыре программно-технологических комплекса:

ВВОД — локальный и (или) дистанционный диалоговый (с дисплея) и (или) пакетный (с магнитного носителя) ввод данных с форматным или логическим контролем, парольной защитой. В состав комплекса входит сформированная структура базы данных реляционного типа объемом 29/100 Мбайт, содержащая до 32 тыс. отношений, до $2 \cdot 10^6$ выборок в одном отношении, до 36 тыс. атрибутов

в выборке. Комплект поставки: «Комплекс программный ВВОД»; «Структура информационная БАЗА ДАННЫХ»; «Структура информационная КАТАЛОГ ВХОДНЫХ МАСОК»; «Структура информационная КАТАЛОГ ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ».

ОБРАБОТКА — анализ и логическая обработка данных в пакетном режиме по заранее подготовленным запросам либо с включением для обработки пакетов прикладных программ. Комплект поставки: «Комплекс программный ОБРАБОТКА»; «Структура информационная КАТАЛОГ ПАКЕТНЫХ ЗАПРОСОВ».

ВЫВОД — локальный и (или) дистанционный вывод информации на дисплей, АЦПУ, магнитный носитель. Комплект поставки: «Комплекс программный ВЫВОД»; «Структура информационная КАТАЛОГ ВЫХОДНЫХ ФОРМ».

ДИАЛОГ — локальный и (или) дистанционный диалог как по заранее подготовленным запросам («выбор из меню»), так и по запросам, формируемым пользователем в процессе диалога на языке урвия SEQUEL [14]. Предусмотрена защита от несанкционированного доступа к данным. Комплект поставки: «Комплекс программный ДИАЛОГ»; «Структура информационная КАТАЛОГ СОСТОЯНИЯ ДИАЛОГА».

Потребители продукции ЭВЦ — организации, обеспечивающие создание отраслевых систем управления, центры обработки статистической информации и др. Создание автоматизированных систем отраслевого управления на основе программностроительного производства [15] позволяет постепенно наращивать системы сверху вниз с непрерывной адаптацией их возможностей к требованиям заказчика в процессе развития. При адаптации не возникает традиционной проблемы модификации программных модулей, отчужденных от программиста.

В настоящее время подготовлено и освоено производство систем следующих типов:

СИНФОР (система информирования руководства) — с фиксированной структурой диалога типа «выбор из меню»;

Кадры — с обработкой по произвольному сочетанию атрибутов базы данных и произвольной структурой диалога;

Материально-техническое снабжение и комплектация — с нормативным расчетом потребности в материалах и комплектующих изделиях для обеспечения плана производства;

СТАТОБРАБОТКА — с регламентированной пакетной обработкой данных и выдачей большого числа выходных форм, в том числе форм ЦСУ СССР.

В ближайшие два года планируется освоить производство систем со

сложной логической обработкой информации на основе наиболее мощных систем управления базами данных, а также расширить возможности изделий применительно к режимам реального времени.

В качестве перспективной задачи рассматривается переход к производству сетей обработки данных, состоящих из унифицированных модулей и обеспечивающих возможность санкционирования доступа к данным с любого терминала сети. Типовой модуль сети будет составлять следующие компоненты:

база данных реляционного типа, включающая связанные отношения, на которых поддерживается целостность; отношения, полученные в результате заранее заданной логической обработки; отношения, формируемые по вводимым при диалоге запросам пользователей на период обработки запроса;

система управления базой данных, содержащая средства манипулирования данными на уровнях физических записей и логических структур реляционной модели;

система управления сетью в составе программных средств, содержащая информацию о других модулях сети и обеспечивающая обмен данными между модулями через средство сетевого доступа;

система интерпретации данных, обеспечивающая сложную логическую обработку данных, включающую пакеты прикладных программ и программы интерпретации данных;

система сетевого доступа для сопряжения модуля с терминалами пользователя, другими модулями сети, а также интерфейс с данными, хранящимися на ЭВМ «Эльбрус», СМ и т. п.;

система управления диалогом, управляющая, в соответствии со схемой диалога пользователя, программами интерпретации данных, задаваемыми в интерактивном режиме на русском, английском и немецком языках.

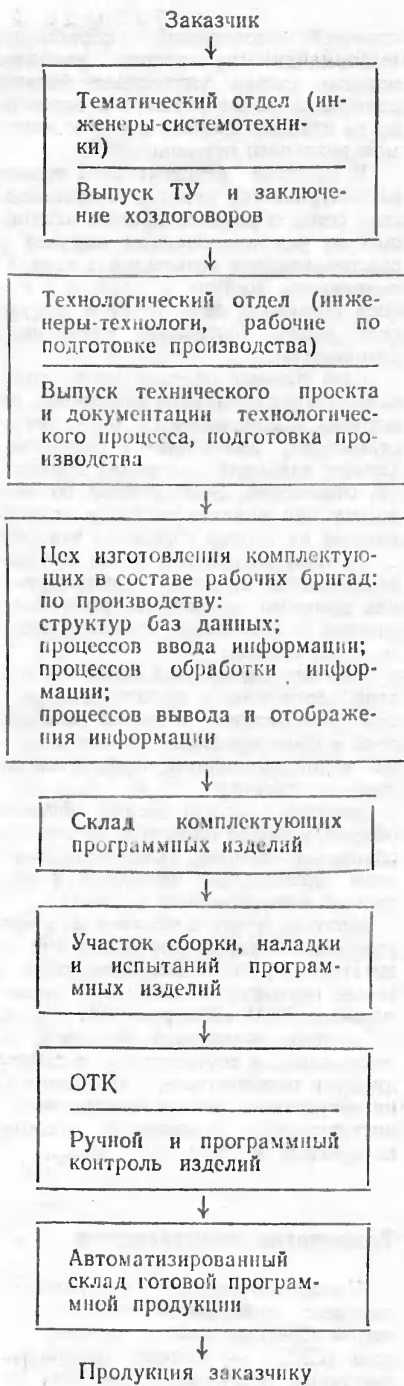
Технология производства

Инструментальный программный комплекс, поддерживающий технологию — Средство конструирования систем (СКС), — состоит из взаимосвязанных программных средств автоматизированного проектирования программного изделия. Состав СКС:

база знаний, состоящая из набора типовых проектных решений/пакетов прикладных программ (ТПР/ПП) — ВВОД, ОБРАБОТКА, ВЫВОД, ДИАЛОГ;

инструментально-технологическое средство генерации базы данных и настрояка ТПР/ПП на конкретные требования заказчика — СИНТЕЗ, КОНСТРУКТОР;

средство сопровождения и документирования систем — РЕДАКТОР; контрольно-измерительный про-



уровень нормирования 85%;
 уровень пооперационного контроля 75%;
 длительность производственного цикла — 3...12 месяцев в зависимости от сложности изделия;
 вычислительная среда для поддержания технологии производства (ЕС1033 и старшие модели, ОС.ЕС.6.1, дисплейные станции ЕС.7906, ЕС7920).
 В настоящее время в ЭВЦ начата подготовка технологической линии для производства программных средств на основе СУБД сетевого типа, ведутся работы по привязке ПРИЗ-технологии [6] к требованиям ЕС ТПП, подготовлено включение в технологический процесс комплекса ППР АСУП, сопровождаемых НПО «Центрпрограммсистем».

Организация планово-экономической деятельности

Экономика, организация, планирование, управление в ЭВЦ организованы на тех же принципах, что и на машиностроительном заводе [13]. Поэтому рассмотрим только специфическую сторону формирования основных фондов и оборотных средств, управления трудом, расчета себестоимости, управления финансами, бухгалтерско-учетной деятельности и отчетности программостроительного предприятия.

В зависимости от назначения программных средств производства различают источники финансирования затрат на их приобретение и изготовление:

централизованные капитальные

вложения или фонд развития производства (ФРП) — основные средства; единый фонд развития науки и техники (ЕФРНТ) или фонд развития производства — покупная спецнастка и спецнастка собственного изготовления;

оборотные средства — спецнастка собственного изготовления, программные комплектующие.

Таким образом, программные средства производства (в зависимости от источника финансирования и категории) по-разному влияют на формирование себестоимости изделия. Составную часть себестоимости изделия Δs , образуемую программными средствами производства, можно описать формулой

$$\Delta s = s_1 + \frac{s_2}{n} + k_1 s_3 + k_2 s_4,$$

где s_1 — стоимость-покупных комплектующих для данного изделия, s_2 , s_3 , s_4 — затраты на спецнастку собственного производства из оборотных средств, на спецнастку из ЕФРНТ, на основные средства (соответственно); n — ожидаемая величина партии выпуска изделий с использованием спецнастки; k_1 — нормативный коэффициент возмещения затрат ЕФРНТ за счет выпускаемой продукции; k_2 — нормативный коэффициент амортизационных отчислений.

Одной из ключевых проблем организации экономической деятельности предприятия является введение таких нормативных коэффициентов k_1 и k_2 , при которых влияние различных категорий программных средств произ-

Таблица 1

Калькуляция оптовой цены	
на комплектующее изделие «Атрибут»	
Лимитная (планово-условная) цена 8 руб. 46 коп.	
Начало серийного выпуска с 1983 г.	
Калькуляционная единица шт.	
(единица измерения)	
Наименование статей калькуляции по установленному в отрасли перечню	Затраты, руб.
Основные материалы	0,34
Основная заработная плата производственных рабочих	1,73
Отчисления в централизованный фонд с освоения новой техники	0,25
Отчисления на содержание вышестоящей организации	0,02
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	1,80
Цеховые расходы	0,89
Общезаводские расходы	1,35
Прочие расходы	0,03
Производственная себестоимость	6,16
Полная себестоимость	6,41
Прибыль	1,52
Оптовая цена	7,93

Структура основного производства

граммный комплекс — СОПРОВОЖДЕНИЕ.

Структура производства представлена на рисунке.

Технология производства по состоянию на 1985 г. характеризуется следующими основными признаками: тип производства — единичный; вид технологического процесса — маршрутно-операционный; вид изделия — комплект;

Фрагмент прейскуранта оптовых цен

водства на себестоимость продукции было бы примерно одинаковым — цена изделия не должна существенно зависеть от того, изготовлена спецнастка за счет оборотных средств или за счет ЕФРПТ и т. п. Принципиальной проблемой является уменьшение длительности цикла полного обновления основных программных средств (в настоящее время — 10 лет), что заставляет относить программные средства производства к спецнастке, так как реальный срок их использования 3...5 лет.

Маршрутно-операционная технология производства сводит производственные процессы к вводу информации с видеотерминала в режиме диалога, т. е. фактически к заполнению наборов таблиц и ответов на фиксированную последовательность запросов. Это позволяет выделить элементарные комплектовочные каждой из сборочных единиц изделия и определить оптимально-статистические нормативы трудоемкости, затраты машинного времени и расход материалов на их изготовление и сборку. Такие нормативы являются основой планирования и учета производственной деятельности ЭВЦ. В качестве примера в табл. 1 приведен расчет оптовой цены на изделие «атрибут», являющееся внутренним комплектующим для сборки изделия «База данных».

Изготовление и поставка продукции ЭВЦ осуществляется на основе договоров поставки продукции производственно-технического назначения, включающих ведомость поставки с определением общей цены изделия на основе прейскуранта (табл. 2, 3).

Основными экономическими показателями деятельности ЭВЦ являются план по объему, номенклатуре и реализации продукции, а также план по труду. Основным отчетным документом — форма ПП о выполнении плана по продукции, составленная согласно разделам, регламентирующим отчетность машиностроительного предприятия [4]. Внутривзаводское планирование осуществляется для производственных отделов по следующим основным показателям: объем производства в нормо-часах, номенклатура производства, нормативы затрат и заработной платы на нормо-час продукции.

Учет продукции осуществляется на основе инвентаризации (табл. 4). Склад готовой программной продукции организован по традиционному заводскому принципу, с той лишь особенностью, что объектом хранения и последующей отгрузки заказчику является информация на магнитных носителях, а не сами магнитные носители или другие вещественные объекты.

Основные производственные операции выполняются производственными рабочими с квалификационным уровнем оператора ЭВМ. Операторы объединены в бригады, специализирую-

Номер позиции	Наименование изделия	Номер ГОСТа, ТУ, чертежа	Нормативно-чистая продукция, руб.	Оптовая цена, руб.
5-1089	Компонент программный «ОПИСАНИЕ БИТОВОГО УКАЗАТЕЛЯ» (входит в «Структуру информационную БАЗА ДАННЫХ»)	ДСТ1.721.020 [11]	5	8
5-1090	Компонент программный «СТРОКА СЛОВАРЯ» (входит в «Структуру информационную БАЗА ДАННЫХ»)	— » —	7	12
5-1091	Компонент программный «ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ» (входит в «Структуру информационную БАЗА ДАННЫХ»)	— » —	7	12

Таблица 3

Расчет стоимости поставки

Номер позиции по прейскуранту	Наименование изделия	Количество, шт.	Оптовая цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
5-1088	Компонент программный «АТРИБУТ» (входит в «Структуру информационную БАЗА ДАННЫХ»)	100	8	800,0
5-1091	Компонент программный «ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ» (входит в «Структуру информационную БАЗА ДАННЫХ»)	9	12	108,0
3-1104	Компонент программный «ВЫХОДНАЯ ФОРМА» (входит в «Структуру информационную КАТАЛОГ ВЫХОДНЫХ ФОРМ»)	11	73	803,0
ВСЕГО:				2499,0

щиеся на изготовлении определенной продукции — выходных форм, условий обработки и т. п. В некоторых производственных операциях (наладке изделия, синтезе базы данных) заняты специалисты с высшим и средним специальным образованием, которые по форме планирования их деятельности и условиям выплаты премий относятся к категории рабочих (аналогичное положение действует на значительном числе машиностроительных предприятий, выпускающих сложную продукцию). Основная форма оплаты — окладно-премиальная. Готовится переход на сдельную фор-

му оплаты труда и введение бригадного подряда.

Инструментальное производство — подразделения, занятые созданием СКС, — по характеру деятельности осуществляет программирование в традиционном понимании. Однако планирование и учет работы этих подразделений имеют специфические особенности, связанные с тем, что создаваемые ими программные средства принимаются на баланс предприятия и входят в отчет по промышленной деятельности. При этом опытно-конструкторские работы осуществляются ИТР за счет наклад-

Наименование цеха отдел 14

Наименование кладовой, участка

Инвентаризационная ведомость незавершенного производства

Шифр затрат (номер заказа)	Наименование детали, сборочной единицы	Обозначение детали, сборочной единицы	% операции (% готовности)	Фактическое количество в шт.	Количество по оперативному учету в шт.	Результаты		Заграты своето цеха						Заграты других цехов					
						на шт.	на кол.	Стоимость материала	Стоимость комплекующих изделий	Заработная плата	Стоимость материала	Стоимость комплекующих изделий	Заработная плата	Стоимость материала	Стоимость комплекующих изделий	Заработная плата			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Атрибут	И1-001-20	3	10				0,17	1,70			1,30	13,80	0,07	0,7	0,02	0,2	0,26	2,60
	Описание	И1-008-20																	
	Битовый указатель																		
	Строка словаря	И1-011-20	3	600				0,26	156,0			2,0	1200,0	0,07	42,0	0,02	12,0	0,26	56,001
	Функциональная зависимость	И1-016-20	3	10				0,26	2,60			2,0	20,0	0,07	0,7	0,02	0,2	0,26	2,6
	Маска состоя- ния диалога	И2-017-20																	
	Выходная форма	И5-003-20	2	73								9,35	682,5						
	Запись инст- рукции на вы- вод	И5-010-20	2	60								0,25	15,0						
Итого:								765				8913,6	1275,4	205,0	3054,45				

Общая стоимость незавершенного производства изделий с учетом затрат других 14214,4

Председатель комиссии:
Члены комиссии:

Материально ответственное лицо:

ных расходов, непосредственное кодирование относится к производственной деятельности и нормируется по внутреннему прейскуранту, содержащему значение внутризаводской стоимости одного оператора языка исходного текста программы в зависимости от сложности и новизны. В 1984 г. начат перевод программирования на Р-технологии [5], что упрощает процесс единообразного представления и учета результатов программирования.

Непосредственное сравнение экономических характеристик ЭВЦ, как программостроительного предприятия, с характеристиками НИИ или КБ затруднено из-за принципиально различного подхода к созданию программ и учету затрат. Затруднено также прямое сравнение ЭВЦ с фондами алгоритмов и программ, так как стоимость поставки из фонда учитывает только стоимость тиражирования и сопровождения без покрытия затрат на подготовку и обновление производства (пакеты программ сдаются в фонд безвозмездно). Используя промышленную аналогию, можно рассматривать фонды алгоритмов и программ как предприятия, которые получают бесплатное оборудование, комплектующие изделия и технологию, а затраты несут только на заработную плату и материалы. Вместе с тем, проведенные эксперименты позволяют говорить о том, что за счет специализации производительность труда рабочего ЭВЦ не менее чем в 10 раз превышает производительность труда программиста при разработке аналогичных программных средств. В одном из экспериментов бригада операторов за пять часов изготовила средствами СКС программу, включающую при прямом программировании около 500 операторов PL/1. Трудоемкость изготовления составила 106 чел.-ч., стоимость информационных комплектующих программы по прейскуранту — 498 руб., что в 5..7 раз дешевле прямого программирования.

Полученные результаты далеко не бесспорны. Ряд вопросов организации производства, например таких, как количественное измерение качества и надежности программной продукции, требует еще своего решения. Однако уже в настоящее время можно утверждать, что создание программостроительного предприятия на принципах машиностроительного завода возможно.

Изменение порядка финансирования работ по созданию программных средств и систем существенно повышает оптовые цены на программную продукцию, что приведет к повышению ответственности предприятий за разработку, поставку и использование программных средств, позволит проводить целенаправленную государственную плановую и финансовую по-

литику в отношении этого вида продукции.

Изменение цен не вызовет роста затрат на создание и использование программных средств, но даст возможность получить их в явном виде. Аналогичные соображения могут быть высказаны по отношению к проблеме производства, поставок и использования информации.

Последовательное внедрение существующих методов управления машиностроением в программостроительное производство позволит (по аналогии с развитием управления) дать прогноз и представить в общих чертах программостроение, а возможно, и системостроение, в рамках уже существующего машиностроительного народнохозяйственного комплекса.

Создание и развитие программостроительных предприятий, ориентированных на производство определенных классов программного обеспечения, откроет перспективу разветвления широкомасштабного производства систем на промышленной основе, позволит повысить эффективность использования средств вычислительной техники, обеспечит развитие промышленных методов обработки информации, в конечном итоге, послужит существенному ускорению развития производительных сил.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ершов А. П. Комплексное развитие системного программного обеспечения — постановка проблем. Препринт 469, ВЦ СО АН СССР, Новосибирск, 1983. — 38 с.

2. Survival and Prosperity in the 80's by Dr. Frank Greenwood and Mary M. Greenwood. — Journal of systems management, v. 33, No 11, November 1982, p. 6—7.

3. ГОСТ 14.001.73—ГОСТ 14.004.74, ГОСТ 14.101.73 — ГОСТ 14.106.74, ГОСТ 14.201.73 — ГОСТ 14.204.73, ГОСТ 14.301.73 — ГОСТ 14.315.74, ГОСТ 14.401.73 — ГОСТ 14.410.74 ЕСТПП. — Госстандарт СССР, 1975. — 255 с.

4. Типовая инструкция к составлению отчетов производственных объединений (комбинатов) и промышленных предприятий о выполнении плана по продукции. Утв. ЦСУ СССР 19.06.81 № 236/4. — М.: ВГО «Союзучетиздат», 1981. — 48 с.

5. Вельбицкий И. В., Ходаковский В. М., Холмов Л. И. Технологический комплекс производства программ на машинах ЕС ЭВМ, БЭСМ-6. — М.: Статистика, 1980. — 263 с.

6. Калья А. П., Кахро М. И., Тыугу Э. Х. Инструментальная система программирования ЕС ЭВМ (ПРИЗ). — М.: Финансы и статистика, 1981. — 158 с.

7. Джексон Р. Колин. Средства автоматизированного проектиро-

вания, практически исключают прикладное программирование. — Электроника, 1982, № 11, с. 24—22.

8. Система автоматизированной разработки программного обеспечения. — Электроника, 1984, т. 57, № 1, с. 14—17.

9. Ершов А. П. Опыт интегрального подхода к актуальной проблематике программного обеспечения. — Кибернетика, 1984, № 3, с. 11—21.

10. Александрова И. А., Карась И. З., Серебро Б. А. Промышленная технология проектирования информационных систем на основе СКС. В: Обработка данных в автоматизированных системах. — М.: МДНТП им. Ф. Э. Дзержинского, 1984, с. 41—46.

11. Информационный указатель. — М.: Стандарты, 1983, № 10, с. 57.

12. The end of the hardware era by Stephen J. McClellan (an excerpt for his book The Computer Industry Shakeout). — Datamation, v. 30, No 6, May, 1984, p. 122—134.

13. Справочное пособие директору производственного объединения (предприятия). (Экономика, организация планирование, управление). В 2-х т., т. 2. Под ред. Егнazarяна Г. А. и Шеремета А. Д. — М.: Экономика, 1977, — 511 с.

14. Chamberlin D. et al., History and Evaluation of system R. — Communication of the ACM, 1981, v. 24, No 10, p. 632—646.

15. Карась И. З. Автоматизированные информационные системы в управлении. — Вопросы радиоэлектроники. Сер. АСУ, 1982, вып. 2, с. 66—72.

Статья поступила 17 декабря 1984 г.

РЖ ВИНИТИ, 1984

7Б832. Лазерные печатающие устройства. Les imprimantes'a Raser Remy Claire. «Micro-syst», 1984, No 39.

Сообщается о разработке лазерных печатающих устройств, рассчитанных на широкое применение. Эти устройства имеют быстродействие 10 тыс. строк в минуту, отличаются малым уровнем шума, обеспечивают высокое качество печати и широкое разнообразие шрифтов. Излагаются принципы действия лазерных печатающих устройств и их характеристики.

НАУКА О ПРОГРАММАХ

В связи с выступлением на страницах «МП» (№ 3, 1984) Г. С. Цейтина и О. К. Тихомирова о психологических аспектах программирования и опубликованными в этом же номере этюдами Л. В. Городней и А. К. Кирпотина из повседневной практики программистов, хотел бы в несколько более общем контексте кратко высказать свою точку зрения на проблемы развития науки о программах.

Насыщение цивилизации орудиями труда все в большей степени приводит в действие внутренний психологический механизм, иногда определяемый как «принцип свиньи»: если что-то хорошо, то чем его больше, тем лучше. В прошлом веке, когда была предложена первая телеграфная линия, высказывались серьезные сомнения в ее целесообразности. Однако в паше время к моменту, когда ЭВМ вышла за пределы исследовательских лабораторий и вступила в сферу практического использования, сомнений в ее полезности не было.

Сейчас мы размышляем уже не о том, в какой степени нужны ЭВМ, мы говорим о дальнейшем развитии индустрии ЭВМ, сожалеем о том, что пока нет достаточно мощной отрасли, специализирующейся в выпуске компьютеров. При этом все в большей мере осознается тот факт, что казавшийся на первых этапах становления вычислительной техники эфемерным и второстепенным программный продукт начинает постепенно становиться самой трудоемкой составляющей средств компьютерной техники. Эксперты считают, что сохранение существующих темпов создания программ может привести к тому, что все население Земли будет заниматься разработкой и сопровождением разнообразных программ.

Совершенно естественным в этой связи оказывается вопрос: как повысить производительность труда людей, занимающихся разработкой программного продукта? Как и во многих других аналогичных ситуациях надежды при этом обращаются к науке, так как до сих пор программирование рассматривается все еще как специфическое ремесло. Однако здесь мы сталкиваемся с принципиально различными точками зрения на программирование.

Д. Кнут назвал свой многотомный труд «Искусство программирования». Открывая эту книгу, автор пишет, что «процесс составления программ для цифровой вычислительной маши-

ны особенно привлекателен тем, что он не только дает экономические результаты, но и доставляет эстетические переживания, во многом близкие тем, которые испытывают при сочинении стихов или музыки». Эти слова несомненно отражают тот факт, что одна из точек зрения во многом исходит из того, чтобы считать программирование делом творческих личностей — художников.

История ЭВМ подарила нам также и другие образы профессиональных программистов, образы одержимых программистов. На западе их называют «хакеры», от слова «to hack» — рассекать, кропать. Вот что пишет о хакерах Дж. Вейценбаум: «Хакер действует без определенной цели: он не в состоянии поставить перед собой ясно сформулированную долгосрочную цель и выработать план ее достижения, поскольку он обладает лишь умением, но не знанием. Он не предполагает ничем, что он мог бы анализировать; короче говоря, у него нет предмета для построения теорий. Его мастерство, таким образом, бессмысленно. Оно просто не имеет никакого отношения к чему-нибудь, кроме того инструмента, с помощью которого оно может быть реализовано».

Если проанализировать психологическую ситуацию, в которой оказывается профессиональный программист, то она довольно своеобразна. С одной стороны, программист считает, что может заставить ЭВМ делать все, что он хочет. С другой стороны, ЭВМ постоянно предоставляет ему несопроверяемые свидетельства его неудач. И всякий раз он воспринимает это как свой личный позор. Здесь нет выхода. Если инженер традиционных отраслей техники может смириться с тем, что существуют вещи, которых он пока не знает, то программист действует в мире, созданном им самим. Поэтому ЭВМ бросает вызов могуществу самого программиста, как личности, а не его знаниям.

Можем ли мы и дальше мириться с таким положением? Представляется, что эпоха микропроцессоров, персональных компьютеров, супер ЭВМ требует научного подхода, основу которого составляет анализ и синтез.

Можем ли мы сегодня утверждать, что такая наука о программах уже существует? Исторически первые ЭВМ были предназначены для решения математических задач. Поэтому именно математики стояли у истоков традиционного программирования, теоретическую основу которого составила теория нормальных алгоритмов Маркова, алгоритмических схем Ляпунова и Янова. Принято считать, что наука начинается с квантификации, введения количественных понятий. В науке, предметом которой явились программы, первым таким научно измеряемым понятием стал объем памяти, используемой для размещения программы.

А. П. Ершовым была впервые доказана эквивалентность задачи экономии памяти задаче раскраски графа. С. С. Штаркманом и А. П. Ершовым был предложен подход, основанный на составлении логической шкалы рабочих ячеек и обратном просмотре команд.

Принципиальный вклад в решение задачи об экономии памяти внес С. С. Лавров, которым было введено понятие операторной схемы и показано, что выбор варианта распределения памяти эквивалентен преобразованиям графа. В настоящее время работы этого направления развивают алгоритмическую технику экономии памяти: в контексте более широких преобразований программ распространяют теорию на более содержательные классы операторных схем и программ, развивают методы эффективного программирования условий.

Математическая теория лежит и в основе школы В. М. Глушкова, исходящей из понятия системы алгоритмических алгебр, тесно связанного с общей теорией автоматов. Программа, согласно этому подходу, отождествляется с таким автоматом. На этой основе удалось доказать ряд строгих утверждений о построении регулярных форм программ, оптимизировать процессы трансляции и микропрограммную реализацию команд ЭВМ. Попытки охватить теорией более сложные программные конструкции привели к введению в теорию представлений программ как цепочек предложений формальных языков и грамматик. В. М. Глушковым и его сотрудниками была изучена связь между автоматами и грамматиками, построена теорема об эквивалентности множества всех автоматных грамматик языков и регулярных цепочек конечных детерминированных автоматов. Развита теория параметрических систем программирования, состоящая в эффективном решении проблемы синтаксического анализа для широкого класса языков программирования. Проблема формализации синтаксического описания языка решена путем задания метаязыков синтаксиса и семантики.

Работы этих направлений позволили подвинуть вперед разработку трансляторов, систем микропрограммирования. Выросла эффективность работы по созданию сложных программных структур автоматизации программирования. Аксиоматический, алгебраический подход к программам продолжает развиваться в направлении отыскания достаточно общих и в то же время богатых структур, алгебраических программ, с целью нахождения регулярных методов их синтеза и анализа.

К сожалению, абстрактность математического подхода не позволяет учитывать при проектировании программ многих важных характеристик,

не относящихся к их алгебраической сущности. Например, необходимость ясного документирования программ, тестирования, сопровождения программ объемом в тысячи и сотни тысяч команд привело программистов к некоторым интуитивным принципам, неочевидным с математической точки зрения.

Так появляется «прагматическая» наука о программах, «технология программирования». Понимание необходимости расчленения программы на самостоятельные, удобочитаемые части привело к появлению технологии модульного программирования. В 1961 г. Дейкстрой были сформулированы в общем виде правила структурного подхода к проектированию программ. Сейчас под структурным программированием понимают «проектирование, написание и тестирование программ в соответствии с определенной дисциплиной». Мак Кракен, однако, сказал об этом: «Не многие рискнули бы дать определение. Не ясно, существует ли оно вообще». Когда Киут попросил Хоара дать краткое определение структурного программирования, Хоар ответил, что это — «систематическое использование абстракции для управления массой деталей и способ документирования, который помогает проектировать программу».

В основу абстракций структурного программирования положены работы Бома и Джакопини, строго показавших, что любая программа может быть построена композицией всего лишь трех базовых структур: следования, развилки и цикла. Структурированная программа представляет собой иерархию этих базовых структур. Построены правила преобразования неструктурированных программ в структурированные. Существенной стороной подхода структурного программирования является его прагматизм. Многие языки программирования стали основываться на концепции структурного подхода: АДА, Модула II, Паскаль и др. Структурный подход можно по праву назвать «технологической наукой о программах».

Итак, «математика программ» и «технология программ». В то же время программный продукт является неотъемлемой частью современного мира, объективной реальностью. Его как отчужденный от человека продукт можно изучать экспериментально. Так появилась еще одна «физическая наука о программах». В 1976 г. Хелстедом были опубликованы первые работы, посвященные «термодинамике программ», позже названной «эмгрической теорией программ».

В основу этой теории положено приближенное комбинаторное соотношение, определяющее длину программы через число простых (различных) операторов и простых операндов. Это простое соотношение обладает удивительно мощным экстраполирующим

свойством: достаточно знать, сколько будет обрабатываться данных и какими операторами, для того, чтобы предсказать, какой длины будет реализуемая алгоритм программы.

Естественно, что это соотношение было подвергнуто всесторонней экспериментальной проверке. Уравнение длины проверялось многими исследователями, и нигде коэффициент корреляции с экспериментальными результатами для самых различных программ не составил меньше 0,95. На основе уравнения длины были предложены подходы к априорной оценке объема памяти для программы, реализующей заданный алгоритм с учетом уровня языка реализации. Введено корректное количественное определение уровня языка на проблемной области, уровня программы. Теория здесь дала возможность квантифицировать уровень интеллектуального содержания алгоритма, совершенство программы. В теории классифицируются все несовершенства программы, уменьшающие их эффективность, производится прогнозирование времени разработки программ, числа ошибок, программирования априорно, по заданному алгоритму.

Все это представляется во многом неправдоподобным, даже неверным. Как, зная только алгоритм решения задачи, определить время его программирования, да еще и оценить число ошибок, которые будут сделаны? На этот вопрос не дает ответа никакая наука — утверждают сегодня многие. Это утверждение тесно смыкается с ортодоксальным подходом к программированию, согласно которому наука ничего не может дать для практики программирования в силу ее глубокой субъективности. В попытке внести ясность в эту проблему, автор предлагает провести аналогию с техникой и сравнить технические науки и изобретательство. Здесь наличие диалектического взаимодействия, которое никогда не будет односторонне разрешено. Вообще говоря, мы настолько глубоко вошли сейчас в мир, заполняемый программами, что пора уже поставить перед собой вопрос: кто же такой сегодняшний программист — инженер-проектировщик или рабочий, создающий непосредственно потребляемый продукт, часть ЭВМ? Нужны ли нормировщики в программировании? Эти и многие другие вопросы, правильное их понимание дадут нам возможность уменьшить время тех неизбежных «человеческих мук», в процессе которых рождается новый цикл наук о законах человеческого мышления. Первыми вестниками этого процесса являются попытки создать науку о программах — объективно отчужденных продуктах человеческого интеллекта.

«Программирование — зеркало разума» — писал Джералд Вейнберг. Путь человечества к созданию науки

о программах — это путь к познанию самих себя как интеллектуальных субстанций. Из истории известно, что внедрение в столь интимную область протекало весьма болезненно. Вспомним хотя бы средневековые запреты на анатомирование трупов, когда люди делали первые попытки познать самих себя как физические объекты. В наше время каждая программа — это в некотором роде тот же «труп», против анатомирования которого возражают сторонники программирования как искусства, это тот объект, который никогда нельзя будет свести к точной математической категории. «На ошибках учатся» — это высказывание в программировании следует понимать буквально.

Наука о программах, понимаемая с разных позиций, по-разному испытывает дифференциацию и интеграцию. Это начало наук о законах интеллектуального мира, созданного самим человеком.

В. В. Крылов,
доктор технических наук,
профессор, зав. кафедрой Горьковского политехнического института

РЖ ВИНТИ

9Б3. О природе программирования. — Вычислительные системы. Новосибирск, 1983, № 96, с. 51—74.

Обосновывается тезис о том, что программирование как научная дисциплина является ветвью прикладной математики, а как вид деятельности — разновидностью математической практики и что по своей природе основания программирования являются логико-математическими. Обсуждаются такие разделы программистских знаний, как теория, технология и методология.

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР

Взрывной рост приложений ЭВМ оказывает все более заметное влияние на пути развития науки о программах, в поле зрения которой попадают психологические, экономические и социальные аспекты компьютеризации, объединяемые иногда общим понятием — человеческий фактор.

Трудности сопряжения в рамках развивающейся дисциплины программирования строго формальных методов решения точно поставленных задач — с одной стороны, и неформальных методов инженерного искусства в тех прикладных задачах, где определяющим оказывается человеческий фактор — с другой, с неизбежностью порождает острые методологические противоречия.

Г. Р. Громов

ПРОГРАММИРОВАНИЕ: РЕМЕСЛО, НАУКА, ИСКУССТВО, ТЕХНОЛОГИЯ...

Природа тоже разбита на факультеты, но, к сожалению, иначе, чем университет.

Академический фольклор.

Функциональная сложность объектов автоматизации на базе ЭВМ быстро увеличивается с расширением круга приложений информационной технологии. Неизбежным следствием этой тенденции оказывается наблюдаемый в настоящее время сдвиг акцентов в практике программирования с исторически первых проблем логического проектирования и кодирования программ, по точно заданным формальным спецификациям, к проблемам анализа так называемых слабоструктурированных задач, создания принципиально новой технологии программирования для областей приложений с трудноформализуемыми условиями. При этом программирование, как профессиональная деятельность, все дальше эволюционирует за пределы узкого круга точно поставленных задач, которые преобладали в первые десятилетия компьютерной эры и дали повод рассматривать эту область инженерной деятельности как строго формализуемую математическую дисциплину (см., например, Э. Дейкстра «Программирование как математическая дисциплина», 1974).

Внедрение мини- и микроЭВМ в самую гущу сложных производственных отношений современных предприятий, учреждений, КБ и научных лабораторий ставит перед программированием принципиально новые, несопоставимо более сложные задачи и соответственно накладывает на эту до недавнего времени «точную» дисциплину отпечаток естественных, а в ряде случаев и гуманитарных наук.

Первые две строчки опубликованного несколько десятилетий назад стихотворения Б. Слуцкого: «Что-то физики в почете. Что-то лирики в загоне» — сразу же стали крылатой фразой, поэтически емко и точно отразив те сдвиги в социальных приоритетах, которые вызвал в послевоенной науке «атомно-кибер-

нетический» бум. Четверть века спустя, уже не только конкурсные комиссии технических вузов, но и независимые эксперты из самых различных стран отмечали, что «тенденция сменила знак». Если в конце 50-х годов в программы гуманитарных факультетов, в том числе и старейших университетов, спешно включались курсы из цикла «физика для поэтов», то в наше время раздаются столь же настойчивые призывы к гуманизации инженерного образования.

Еще 20 лет назад смысл последних достижений молекулярной генетики обычно поясняли широкой публике с помощью простой аналогии: «код первичной структуры ДНК играет для функционирования генетического аппарата живого организма ту же роль, что код программы для функционирования ЭВМ». В 1981 г. журнал «Computer & People» опубликовал статью «Техника автоматизации процессов разработки программного обеспечения», автор которой, кроме прочего, разъяснил читателям популярного компьютерного журнала, что «программное обеспечение играет для машины ту же самую роль, которую ДНК играет для живого организма».

Сначала на страницах специальных изданий, а затем и в массовой научно-технической периодике все более настойчиво обсуждается точка зрения, согласно которой изучение структуры и функций аппаратно-программных комплексов по мере роста их сложности с неизбежностью ведет к ситуации, когда человек будет пытаться, рассматривая ЭВМ как своего рода «зеркало», заглядывать, таким образом, внутрь своей интеллектуальной сущности.

Растущий интерес к естественнонаучным и гуманитарным аспектам процесса технологической эволюции вообще, а науки об ЭВМ в особенности неслучаен. Быстро убегающий

барьер сложности изделий современной вычислительной техники уже не позволяет рассчитывать в ближайшем будущем на успех каких-либо практически интересных попыток описания их структуры и функций в категориях лишь традиционных «точных» наук.

По-видимому, первым толчком к такому переосмыслению методологических основ информационной технологии послужил «кризис прикладного программирования», широко дискутируемый на страницах научной периодики конца 70-х годов. Одна из крайних точек зрения, высказывавшихся в то время, была сформулирована в 1978 г. на страницах журнала «Datamation» Р. Лемосом (Калифорнийский университет, Лос-Анжелес): «Наука об ЭВМ не является и никогда не будет точной наукой, как, например, физика или математика. Эта новая наука значительно ближе к таким гуманитарным наукам, как психология или социология, которые имеют дело со всей сложностью неопределенного по своей сути человеческого бытия».

Чтобы на конкретных примерах проиллюстрировать существо сложившихся к настоящему времени различий в оценках взаимосвязи точных, естественнонаучных и гуманитарных аспектов науки о программах, мы попытаемся ниже сопоставлять некоторые из формулируемых по ходу изложения тезисов с альтернативной точкой зрения, обращаясь для наглядности к публикуемому в этом же номере «МП» письму В. В. Крылова,

Наука о программах: «квантификация, анализ, синтез»?

А это таит опасность гражданской войны между музами.

Ф. Сидни. В защиту поэзии

На заре эры ЭВМ Дж. фон Нейман отмечал, что «многое из опыта нашей работы с искусственными автоматами может быть до некоторой степени* перенесено на наше понимание естественных организмов». Попытки использовать математические результаты «опыта работы с искусственными автоматами» для разработки абстрактных схем интеллектуального «акта творения» (например, для формализации процесса создания простейших автоматов) восходят к работам Дж. Буля, Лейбница, Декарта и, видимо, далее в глубь

* По-видимому, ключ к пониманию этого внешне очевидного замечания заключается именно в том акценте, который тот или иной читатель делает на словах «до некоторой степени».

веков к Архимеду и эпистемологическим учениям древних греков. Первая волна широкого общественного интереса к этому научному направлению совпала по времени с появлением ЭВМ и была инициирована, как принято считать, выходом в 1948 г. книги Н. Винера «Кибернетика или управление и связь в животном и машине».

После того как с начала 60-х годов миражи «глобальной кибернетизации» начали постепенно рассеиваться, научные исследования двустороннего интеллектуального взаимодействия «человек—ЭВМ» на некоторое время оказались локализованными в небольшом числе разрозненно действующих исследовательских групп, связанных между собой в основном лишь претенциозным термином-лозунгом: «искусственный интеллект». Ренессанс искусственного интеллекта (ИИ) как одного из научных направлений в теории вычислительной техники начался за рубежом в 80-х годах вслед за внезапно пронесшимся над ИИ-лабораториями «золотым дождем» многомиллионных дотаций, вызванным обострением соперничества между США и Японией за первенство в компьютерной технологии 90-х годов (проект создания ЭВМ «пятого поколения»).

К этому времени ряд ИИ-исследовательских коллективов начал эволюционировать в своей практической деятельности за пределы чисто абстрактных упражнений (по «естественно-языковой» тематике, машинному доказательству избранного типа теорем и другим умиротворяюще безысходным, хотя и весьма почтенным занятиям) к конструктивным исследованиям, направленным на создание конкретных проблемно-ориентированных «баз знаний». На этом направлении в конце 70-х годов были получены те первые практически полезные результаты, которые позволили начать в 80-х годах постепенно слой за слоем снимать сложившийся за два десятилетия непроницаемый налет схоластики с «искусственного интеллекта» как научного направления в теории ЭВМ. К настоящему времени в мире действует уже 2—3 десятка практически полезных «экспертных систем» (по некоторым разделам медицины, геологии, химии и другим «трудноформализуемым» областям знаний). Разрабатываются элементы промышленной технологии обработки данных с использованием машинно-экстрагируемых из профессиона-

лов знаний (knowledge engineering). Именно вокруг этих прагматической ориентации научных коллективов и университетских лабораторий начали формироваться специализированные подразделения промышленных предприятий и независимые исследовательские фирмы, занятые поиском областей приложений и коммерческим внедрением компьютерных систем, реализующих принципы «технологии знаний».

Когда продукция какой-либо научной области становится базой для интенсивного развития новой технологии, естественно возникает необходимость существенно более четкой формулировки основных ее научных концепций. Так возникли те известные промышленные отчеты и программные статьи по ИИ, опубликованные в рамках дискуссий об ЭВМ пятого поколения, в которых делались попытки ознакомить профессиональную общественность различных отраслей индустрии ЭВМ с отличительными особенностями избранного научного подхода, которые отделяют в этой области науку от технологии. Резюмируя наиболее общие установки авторов таких публикаций, можно в рамках обсуждаемой темы* отметить следующее. В настоящее время для широкого развертывания исследований по архитектуре ЭВМ следующих поколений критически важным является итог болезненно протекающего процесса пересмотра основных постулатов науки об ЭВМ. Постулаты эти закладывались при создании первых поколений ЭВМ, которые создавались для обработки чисел (а не символов, образов и т. д.). Иначе и быть не могло. Ведь первые ЭВМ специально разрабатывались для решения ряда конкретных, как правило, математически хорошо поставленных численных задач (расчет баллистических траекторий и т. д.). Однако после того, как за 30 лет бурного развития средств электронной обработки данных основные области приложений ЭВМ ушли далеко за пределы тех реликтовых, чисто вычислительных задач, инерция научного мышления (а она традиционно преодолевается столетиями) все еще вынуждает укладывать быстро растущее многообразие задач реального мира в прокрустово ложе созданной еще в 40-х годах архитектуры «численных машин». Более того, и сегодня нередко можно встретить работы, в которых в качестве универсального критерия для отделения «зерен от плевел» в программировании («научных» методов программирования от

* Кроме затрагиваемых здесь вопросов «технологии знаний», авторы проекта «пятого поколения» уделяют значительное внимание проблемам разработки супер-ЭВМ; анализу возможных социально-экономических последствий полной «информатизации общества» и другим, выходящим за рамки обсуждаемой здесь темы, вопросам развития индустрии «ЭВМ XXI века».

«ненаучных») предлагается традиционная парадигма: квантификация, анализ и синтез.

По оценкам некоторой части экспертов, занятых в области разработки ЭВМ «пятого поколения», именно это обстоятельство оставалось до сих пор главным препятствием на пути внедрения вычислительной техники в экономически наиболее приоритетные области народного хозяйства: «Цель большей части выполнявшихся до сих пор научных исследований традиционно заключалась в том, чтобы найти способ квантификации наблюдаемых явлений и их последующего описания в терминах, соответствующих численно измеряемым понятиям. Типичным для такого подхода является широко известная формулировка лорда Кельвина:

Когда вы в состоянии измерять то, о чем вы говорите, и выражать это в числах, значит, вы что-то знаете в данной области; но если вы не можете ни измерить, ни выразить свои знания в числах, то ваши знания по обсуждаемому предмету неудовлетворительны: может быть, это лишь начало познания, первые мысленные заметки...

В настоящее время эта научная позиция является основной причиной сравнительно медленного прогресса в исследованиях тех реалий нашей жизни, которые определяются в большей степени символами, чем числами. Это область так называемой когнитивной человеческой деятельности, примерами которой являются: практические задачи планирования, решение ситуационных задач, интеллектуальный синтез, дедуктивные выводы и т. д.»*

Нормировщики в программировании

Вчера он при мне мучился, подсчитывая перевезенные уже невестотонны с эйнштейновской поправкой на потерю невинности.

С. Лем. Звездные дневники

Более полувека назад численность «телефонных барышень» на коммутаторах приближалась к численности профессиональных программистов 70-х годов и продолжала быстро расти. Обеспокоенные эксперты телефонных компаний публиковали устрашающие прогнозы о том, что если наблюдаемая тенденция сохранится, то уже в самом недалеком будущем поголовная мобилизация всех девушек Европы и Северной Америки для работы на коммутаторах телефонных станций не позволит обеспечить приемлемой скорости соединения для

* G. Walter, Intelligent Supercomputers: The Japanese Computer Sputnik. — Journal of Information & Image Management, 1983, v. 16, N 11, p. 18—22.

десятков миллионов абонентов стремительно растущих телефонных сетей.

Такого рода «прогнозы» до сих пор с неизменным успехом служат для обоснования острой необходимости скорейшего внедрения строго научных методов нормирования и повышения производительности труда в любой бурно растущей отрасли техники. Видимо, и в то время были сторонники такого подхода, которые настаивали на необходимости квантификации артикуляции для девушек, произносивших: «Номер, пожалуйста...»; формальном анализе и синтезе их поведенческих реакций, например, в ответ на неформальное обращение со стороны отдельных абонентов. Насколько далеко продвинулась формальная наука о технике ручной коммутации в повышении производительности труда телефонисток, в какой степени помогли им нормировщики и как все это повлияло на снижение темпов роста их численности, видимо, так никогда уже и не удастся установить, так как к моменту, когда столь остро необходимая для повышения производительности труда при ручной коммутации строго формальная наука была почти создана, представители альтернативной «технологической ветви» создали АТС и передали, таким образом, многотрудную для централизованного решения задачу соединения между собой абонентов телефонных сетей непосредственно в руки самих абонентов — «конечных пользователей» этих сетей.

Итак, для ответа на риторический вопрос В. В. Крылова: «Нужны ли нормировщики в программировании?» — достаточно вспомнить два хорошо известных из истории техники подхода к решению «кризиса телефонных барышень». Известны и другие примеры. В. Высоцкий и Ф. Брукс (мл.) считают, что вообще вся история техники наглядно демонстрирует тот радикальный выигрыш в производительности труда, который достигается на пути... изменения самого предмета труда. «Например, — напоминают они — вместо того, чтобы тренировать сборщиков на конвейерах электронных ламп выполнять свою работу все быстрее и быстрее, лампы были заменены на транзисторы», что позволило начать производство модулей с групповой технологией, БИС и т. д. Предоставим наиболее энергичным сторонникам методов квантификации, анализа и синтеза в нормировании производительности труда программистов проанализировать и строго подсчитать, сколько раз опоясала бы земной шар лента конвейера, на котором население нашей планеты должно было бы круглосуточно производить электронные лампы, чтобы использовать их в качестве активных элементов действующего в настоящее время парка ЭВМ.

Как подчеркивал в 1978 г. А. П. Ершов, «мы не можем внедрить ЭВМ в повседневную жизнь, выделяя касту жрецов-посредников... Не хватит никаких сил, чтобы снабдить эти миллионы интерфейсов специализированными языками и процессорами». В 1981 г. Дж. Мартин предложил использовать для преодоления «кризиса прикладного программирования» подход, аналогичный тому, который оправдал себя ранее в технике связи: «Разработка прикладных программ без программистов». В настоящее время известны и широко используются различные концепции, используемые для реализации этого подхода, например, в рамках технологии автоформализации профессиональных знаний*.

Об «анатомировании» программ

...живой предмет желая изучить,
Чтоб ясно о нем познание получить,
Ученый прежде душу изгоняет,
Затем предмет на части расчленяет
И видит их, да жаль: духовная их связь
Тем временем исчезла, унеслась!

И. Гете, Фауст

Трудно согласиться с В. В. Крыловым в том, что многие широко известные специалисты в области программирования ЭВМ, рассматривающие программирование как инженерное искусство или новый вид интеллектуального ремесла, а не как строго формализуемую, «квантифицируемую» науку, выступают, таким образом, вообще против какого-либо исследования программ (по терминологии В. В. Крылова: против «анатомирования трупов»). В данном случае, видимо, правильнее было бы говорить не об относительной «робости» или «бойкости» тех или иных ученых в «препарировании» программ, а о существенном различии между ними в выборе инструментов такого исследования в зависимости от исходных концепций исследователя.

Одни — представители традиционной «большой науки программирования» — отказываются видеть неформализуемые (третируемые ими, как «ненаучные», «художественные» и т. д.) аспекты программирования и остаются поэтому в рамках тех исторически первых прикладных областей, которые только и допускают алгебраический подход** к программи-

* Громов Г. Р. Национальные информационные ресурсы: проблемы промышленной эксплуатации. — М.: Наука, 1984, с. 96—150.

** «Музыку я разъял как труп, поверил я алгеброй гармонию», — пояснял А. С. Пушкин истоки такого подхода.

рованию. Другие — представители прагматического направления или так называемой «технологической ветви» науки программирования — отмечают, что в жесткую формально-логическую схему, необходимую для реализации «алгебраического подхода» к программированию, не укладываются наиболее интересные для применения машинных методов, так называемые «слабоструктурированные» задачи, по которым в настоящее время проходит передний фронт процесса массового внедрения ЭВМ в народное хозяйство.

«Наше восхищение логикой, — отмечал в этой связи Г. Биркгофф, — не должно приводить нас к недооценке математики других чувств». Создание научных основ «математики 2-го уровня», — или по Г. Биркгоффу — «математики других чувств», ожидает длительных совместных усилий психологов и программистов, инженеров и математиков, физиологов, лингвистов, ..., композиторов, художников и поэтов, чтобы в случае успеха, оказать, видимо, наиболее значительное влияние на эффективность процессов автоматизации творческой деятельности человека, рост производительности интеллектуального труда. Это влияние, видимо, будет сопоставимо по масштабам с тем революционизирующим воздействием, которое традиционная математика — «математика 1-го уровня», (основанная на «восхищении логикой») — оказала на развитие точных наук, техники и технологии трех последних столетий.

Возвращаясь к предложенной В. В. Крыловым аналогии, можно было бы отметить, что за минувшие столетия «дозволенного» медицинского анатомирования не удалось пока сколько-нибудь заметно потеснить сферу индивидуального мастерства и искусства в области, которую принято относить к «наукам о врачевании». Возможно упоминаемый автором критерий Хелстеда (или какой-либо иной способ «квантификации») и окажется со временем первым «ртутным градусником» для количественной оценки интегральных характеристик программ, однако известно, что дистанцию от «37,2°C до ... диагноза» врач все еще проходит (если проходит), опираясь отнюдь не только на цифры анализов, а в основном на свои неформальные знания, накопленный опыт, профессиональную и чисто человеческую интуицию. «Совершенно естественно, — утверждал Ж. Адамар, — говорить об уме более интуитивном, когда зона комбинирования идей находится глубоко, и об уме логическом, если эта зона расположена достаточно поверхностно».

Наконец, напомним навеянное аналогичными содержащимся в статье В. В. Крылова формально-логическим иллюзиям предупреж-

дение Г. Вейля о том, как относится «набальзамированное человеческое тело в похоронном заведении — к живому человеку».

Творец и продукт творения

...я на 85% музыкант,
во мне только 15% человека.

С. Рахманинов

Программы ЭВМ — разумеется, не единственный и далеко не первый доступный для анализа продукт интеллектуального акта творчества. Машиностроительные чертежи, схемы радиотехнических изделий, архитектурные проекты, музыкальные и литературные произведения, произведения изобразительного искусства уже долгие годы дают богатейший материал для такого рода анализа. Как отмечал О. Уальд в «Портрете Дориана Грея», «становится почти общепринятым взгляд на произведение искусства просто как на особую форму записи автобиографии их авторов».

Вместе с тем, следует отметить, что программы ЭВМ являются, видимо, одним из наиболее благодарных объектов для такого анализа. Анализ процесса создания программ может быть выполнен по самым различным научным методикам: психологическим, эстетическим, физиологическим, математическим, технологическим и т. д. Редкая возможность комплексного научного анализа такого уровня сложности, которую обеспечивают неизвестная за пределами мира программ полнота и объективность отпечатка в готовом продукте «акта творения», впервые создает предпосылки для объединения традиционно изолированных естественно-научных, гуманитарных и «точных» отраслей знания в уникальную «связку», позволяющую начать процесс покорения «Монблана» современной науки — заложить научные основы анализа интеллектуального творчества. При этом одним из первых возникает вопрос, можно ли уловить какие-либо следы «динамики» процесса творения в «статике» исходного текста программы (как и любого другого завершенного продукта творчества).

50 лет назад английский историк и философ Р. Коллингвуд следующим образом объяснял, как он вырабатывал у себя аналитический подход к оценке продуктов человеческого интеллекта: «...я научился воспринимать картину не как законченный продукт, выставленный на восхищение ценителям, а как зримое свидетельство попытки решить какую-то живописную задачу, свидетельство, оставшееся после того, как сама эта попытка отошла в прошлое. Я понял (а некоторые критики и эстетики не могут постичь этого до конца

своей жизни), что нет законченных «произведений искусств»... Работа над картиной или рукописью прекращается не потому, что она закончена, а потому, что подошел срок ее отправки, или потому, что издатель требует рукопись, или же потому, что «я сыт по горло» и «не вижу, что еще я могу здесь сделать»*.

По существу, следуя логике рассуждений Р. Коллингвуда, программист может восстановить реальные причины завершения многих программистских проектов: руководство предприятия больше не дает санкции на очередной перенос срока завершения работы, «хакеру» окончательно надоела игра в эту программу и т. д. Однако если проследить трассу процесса создания произведений искусства обычно бывает очень трудно (если вообще возможно): художник нередко смывает промежуточные варианты, сохраняются далеко не все эскизы; писатели не часто складывают черновики текста (в ожидании своих посмертных академических изданий) и т. д., то общие в технике требования к документации и, в частности, к сопровождению программного продукта вынуждает регистрировать и тщательно хранить все промежуточные варианты и версии, что дает основания будущим исследователям надеяться на возможность реконструировать по этим вехам процесс создания и эволюции программ за цикл их жизни.

Отметим в заключение, что сама по себе попытка В. В. Крылова привлечь внимание читателей «МП» к анализу программ, как продуктов человеческого интеллекта, представляется в этой связи безусловно полезной и плодотворной, несмотря на ряд сопровождающих ее спорных, а, возможно, и ошибочных положений. Как отмечал Р. Коллингвуд, «под «правильным» я не подразумеваю «истинного». Правильный ответ на вопрос — ответ, помогающий нам идти вперед в процессе постановки вопросов и поиска ответов на них. Очень часто случается, что «правильный» ответ на вопрос является «ложным»».

Какой она будет — «наука о программах»? Трудно, видимо, сегодня обсуждать даже общие контуры этого «голубого храма» науки будущего, давно уже волнующего воображение профессиональных программистов. Однако ясно, что «наука о программах» — это лишь одна из ветвей в общей системе древних и молодых наук о законах интеллектуального мира, неустанно создаваемого человеком.

Статья поступила 15 декабря 1984 г.

* Коллингвуд Р. Дж. Идея истории. Автобиография. — М.: Наука, 1980. — 448 с.

УВАЖАЕМЫЙ ЧИТАТЕЛЬ!

Редакция обращается к Вам с просьбой высказать свое мнение о журнале и пожелания, которые могли бы способствовать его улучшению.

Ответьте, пожалуйста, на следующие вопросы:

АНКЕТА ЧИТАТЕЛЯ «МП»

1. Возраст, образование, профессия.
2. Чем вызван интерес к микропроцессорной технике (конкретные производственные задачи, расширение инженерного кругозора, творческое увлечение и т. д.).
3. Какие разделы «МП» представляют для Вас наибольший интерес.
4. Укажите те публикации «МП», которые оказались для Вас практически полезны, интересны в познавательном отношении и т. д.
5. Какие публикации «МП» были, по Вашему мнению, неудачны, малоинформативны и т. д.
6. Ваше отношение к общей тематической структуре журнала (нужно ли расширить или сократить те или иные разделы, ввести новые рубрики), Ваши замечания по полиграфическому и художественному его оформлению и т. д.
7. Каким Вы и Ваши коллеги хотели бы видеть журнал.
8. Если Вы желаете регулярно участвовать в заочных читательских конференциях «МП», укажите более подробные сведения о себе (место работы, должность, сфера интересов, адрес и т. д.).

Ответы на вопросы анкеты просим присылать в любой форме (письма, открытки) в адрес редакции с пометкой «Анкета МП».

Редакция благодарна Вам за активный интерес к развитию журнала и конструктивную критику.

Общие требования

1. Предпочтением для публикации в журнале пользуются статьи, в которых кратко и ясно излагаются конкретные аппаратные и программные решения в области разработки и внедрения микропроцессорных средств, а также систем автоматизации на их основе.

2. При подготовке выполненной работы к публикации авторам следует стремиться к тому, чтобы язык статьи был понятен возможно более широкому кругу специалистов, заинтересованных во внедрении микропроцессорной техники.

3. Статья должна быть хорошо иллюстрирована: принципиальные, структурные или функциональные схемы, монтажные схемы или фотонегатив печатной платы; фотографии (слайды) общего вида и отдельных узлов блоков (фото с дисплея ЭВМ); структура программной системы; тексты избранных фрагментов программ, подпрограммы и т. д.

Оформление рукописи

1. Объем статей (включая аннотацию, рисунки, список литературы) не должен превышать: 25 страниц машинописного текста — для обзорной статьи; 15 страниц — для статей о конкретных аппаратно-программных комплексах, устройствах и системах; 10 страниц — для статей концептуального характера; 3 страницы — для рекламного материала или информационного сообщения.

2. Рукопись представляется в двух экземплярах, напечатанных через два интервала на одной стороне листа стандартного размера с полями слева шириной 30 мм. Оба экземпляра должны быть подписаны всеми авторами.

3. Используемую литературу необходимо давать общим списком в конце статьи в последовательности, соответствующей упоминанию источников в тексте.

4. Рисунки должны быть выполнены тушью с соблюдением ГОСТов на графические работы.

5. Тексты программ с АЦПУ должны быть четко и контрастно отпечатаны на белой бумаге. При невозможности изготовить с представленной авторами АЦПУ выдачи качественного клише — программы не публикуются.

6. В качестве иллюстраций следует присылать цветные слайды (предпочтительно на широкой пленке), которые могли бы быть опубликованы на цветной вкладке или обложке журнала, и их черно-белые варианты (для иллюстраций в тексте).

7. К статье должно быть приложено направление учреждения, в котором выполнена работа, со всеми необходимыми сопроводительными документами (акты, справки и т. д.), а также сведения об авторах, содержащие их адреса и номера телефонов (служебные и домашние).

Известно, что одни применяют микросхемы, другие пишут об этом процессе книги или статьи. Отдавая дань моде на различные тесты, я попытался составить тест для раннего выявления склонности к писательскому труду в этой области. Итак, если Вы ответите на все вопросы, то наверняка узнаете, стоит ли Вам писать.

1. Необходимо ли для применения микросхемы знать, к каким ножкам подключается питание? Необходимо — 0 очков, необязательно — 1 очко.

2. Нужно ли для применения логической микросхемы, например, шинного формирователя знать ее нагрузочную способность? А как же иначе? — 0 очков. Как-то ни к чему — 1 очко.

3. Если у микросхемы с открытым коллекторным выходом предельно-допустимое напряжение на этом выходе 6 В, можно ли подать на него 15 В? Конечно, нельзя — 0 очков. Я подал, и до сих пор работает — 1 очко.

4. Знаете ли Вы, как можно использовать принципиальную схему операционного усилителя для его применения? Это невозможно — 0 очков. А зачем их применять? — 1 очко.

5. Какой операционный усилитель имеет большую скорость нарастания выходного напряжения: тот, у которого она 0,5 В/мкс, или тот, у которого ее забыли указать? Хотел бы я знать — 0 очков. А разве это так необходимо знать? — 1 очко.

6. Какое ОЗУ емкостью 1К×1 лучше для пользователя: с организацией накопителя 64×16 или 32×32? Какая разница? — 0 очков. Знаю, но никому не скажу — 1 очко.

7. Стоит ли писать о том, как удалось разработать микроЭВМ на МПК КР580 без использования микросхем тактового генератора, системного контроллера, контроллера прерываний? Это неграмотно — 0 очков. А если у автора не было в кладовке этих микросхем — 1 очко.

8. Следует ли считать нормальным, что примерно по половине микросхем, распространяемых централизованно в 1986 году, в соответствующих справочниках нет никаких сведений (например, из 44 типов операционных усилителей имеются сведения лишь о 18)? Это безобразно — 0 очков. Подождем еще лет пять — 1 очко.

Если у Вас в сумме получилось 0 очков, Вы, наверное, разработчик РЭА; если 8 очков, Вы — прирожденный автор литературы по применению микросхем; если от 1 до 7 очков, то Вам нужно много учиться, чтобы стать либо разработчиком, либо писателем.

Я. И. Томсинский
г. Ленинград

УДК 681.325.5

С. А. Филиппычев, И. В. Майдыковский, Ю. И. Борщенко, Ю. В. Зубов

ПРИМЕНЕНИЕ ОДНОКРИСТАЛЬНОГО МИКРОПРОЦЕССОРА К1801ВМ1 В АВТОНОМНЫХ СИСТЕМАХ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Введение

При проведении научных экспериментов и автоматизации процессов измерения, обслуживания систем сбора и обработки информации (ССОИ) часто ограничено или невозможно, что вызывает необходимость принятия специальных схемотехнических и системных решений, обеспечивающих автономное функционирование ССОИ в течение сотен и тысяч часов.

Применение микропроцессора (МП) в автономных ССОИ дает очевидные преимущества: повышение надежности за счет сокращения числа микросхем, введение встроеного тестирования и самореконфигурации системы, а также повышение эффективности ССОИ в результате предварительной обработки информации и оперативного изменения алгоритма функционирования.

В настоящее время два микропроцессорных комплекта БИС К580 и К1801 наиболее подходят для создания микропроцессорных систем средней производительности. По применению серии К580 имеется обширная литература как отечественная, так и зарубежная, в то время как по серии К1801 количество публикаций незначительно. Авторы данной работы не претендуют на корректность описания БИС микропроцессора К1801ВМ1 и рассматривают ее с точки зрения пользователя, однако надеются, что опыт, накопленный ими при создании автономных микропроцессорных ССОИ, облегчит проектирование и отладку устройств на основе данного МП.

Микросхема К1801ВМ1 — 16-разрядный однокристальный микропроцессор (ОМП) с микропрограммой эмулирующей системы команд микроЭВМ «Электроника 60» [1]. На выводах микропроцессора эмулирован протокол обмена, в целом соответствующий протоколу магистрали типа МПИ [2]. Применение ОМП позволяет реализовать в ССОИ канал микроЭВМ «Электроника 60». Все микропрограммы выполняются асинхронно, внешние тактовые импульсы синхронизируют обмен информацией во внешней магистрали. Минимальный период тактовой частоты (200 нс) определяется быстродействием операционного блока и управляющей памяти, а максимальный период (10 мкс) — наличием в схеме динамических элементов.

Магистраль МПИ содержит две шины: мультиплексированную шину адреса-данных и шину управления обменом информацией. В магистрали МПИ передача адреса синхронна, обмен данными ведется асинхронно. Распространено мнение, что системы с двухшинной организацией (мультиплексированные адрес-данные) обладают аппаратной избыточностью из-за необходимости буферизации адреса. На примере простейшего контроллера будет показано, что даже в компактных системах ОМП К1801ВМ1 имеет меньшее число микросхем обрращения, чем К580ИК80. В средних и больших системах общие аппаратные затраты также не больше, чем в системах с трехшинной организацией. В таблице приведены сравнительные характеристики микропроцессоров.

Таблица

Характеристики	К580ИК80	К1801ВМ1
Номинальная мощность потребления, мВт*	750	600, ..., 800
Напряжение питания, В	+5, +12, -5	+5
Разрядность адреса	16	16
Разрядность данных	8	16
Технология	n-МОП	n-МОП
Частота тактовых импульсов, МГц	2,5	до 5,0
Время сложения регистр-регистр, мкс	2,0	2,0
Время пересылки в память (прямая), мкс	4,0	4,4
Пересылка память-память, мкс	20	10

* ОМП К1801ВМ1 выпускаются трех групп: А, Б и В, отличающиеся быстродействием и мощностью потребления соответственно.

Как видно из таблицы, по потребляемой мощности микропроцессоры близки, для К1801ВМ1 требуется лишь одно значение напряжения питания. Скорости выполнения команд примерно равны, но при работе с 16-разрядными словами фактическая производительность К1801ВМ1 будет вдвое выше. Кроме того, для синхронизации К1801ВМ1 необходим однофазный синхросигнал ТТЛ уровня, а не сложный генератор, применяемый в комплекте К580. Также следует отметить более развитую систему векторных радиальных и внутренних прерываний. Она позволяет организовать в автономных ССОИ эффективную процедуру диагностики ошибок и восстановления функционирования системы [1].

Для автономных систем с жесткими ограничениями на потребляемую мощность можно рекомендовать ОМП К1801ВМ1 групп Б и В, которые хорошо согласуются по быстродействию с обрращением, выполненным на микросхемах серий К564 (К561) при $E_p = 5$ В, имеют существенно меньшую мощность потребления и более доступны пользователю.

Простейший контроллер на основе ОМП К1801ВМ1

Создание несложной ССОИ при жестких ограничениях на массу, габариты и энергопотребление заставляет пойти по пути минимизации архитектуры контролле-

ра, являющегося ядром системы. Если не требуется буферизация значительных объемов информации, можно применять контроллеры, не содержащие оперативной памяти. Отсутствие в системе ОЗУ и наличие сигналов радиальной выборки (SEL1 и SEL2) регистров расширения ввода-вывода (PPBV) в ОМП упрощают схемные решения контроллера. Схема базового варианта контроллера представлена на рис. 1.

Контроллер может применяться для накопления и обработки информации с полупроводниковых или сцинтилляционных детекторов, управления двухкоординатными построителями, накопителями на магнитной ленте, печатающими механизмами, шаговыми двигателями и т. п. Для накопления и обработки информации используются лишь внутренние регистры ОМП. Ввод и вывод реализуются через внешние регистры, выбираемые сигналами SEL1 и SEL2.

В контроллере применяется программный режим работы без радиальных и векторных прерываний. Для организации работы служат регистры R0...R6. Регистр R7 — счетчик команд.

Отладка контроллера. Выходы ОМП могут находиться в активном или пассивном состоянии. В активное состояние выхода переводятся при выполнении операции на магистраль [1]. Выходы шины А/Д, IAKO, DIN, DOUT, SYNC, WTBT являются выходами с третьим отключенным состоянием. Выходы SACK, DMR, BSY, INIT, SEL1, SEL2 — аналогичны выходам с открытым коллектором. Выход DMGO не имеет третьего состояния. Для исключения неопределенности значений сигналов на входах и выходах ОМП необходимо включить резисторы между соответствующими выводами и E_H . При этом необходимо учитывать, что ток по каждому выходу не должен превышать 3,2 мА, т. е. сопротивление нагрузки R_H не менее 1,6 кОм.

Прежде чем приступить к отладке контроллера, не-

обходимо проверить работу задающего генератора (ЗГ). Для синхронизации микропроцессора требуется подача тактовой частоты в пределах 0,1...5 МГц на вход CLC. Генератор может быть выполнен по любой схеме, например по схеме рис. 1. Отладку лучше начать на пониженной частоте. После обеспечения устойчивой генерации ЗГ, переходят к отладке системы пуска процессора.

Для пуска необходимо обеспечить следующую последовательность сигналов (рис. 2) на входах DCLO — «авария источника питания» и ACLO — «авария сетевого питания» [1, 3]. Здесь и далее активный уровень — низкий, для K1801BM1 принята отрицательная логика. Таким образом, при активном сигнале DCLO на выходе INIT — также низкий уровень. После снятия DCLO снимается INIT и запускается микропрограмма, приводящая микропроцессор в исходное состояние.

Схема пуска ОМП (см. рис. 1) при разомкнутых S1 и S2 обеспечивает необходимую диаграмму сигналов при времени установления напряжения питания $T_{уст} \leq 5...10$ мс. Пуск или перезапуск ОМП с включенным питанием осуществляется последовательным замыканием S1 и S2 с интервалом не менее 100 мс. Следует отметить, что эта схема обеспечивает лишь включение микропроцессора. Более полная схема, обеспечивающая отработку как включения, так и нарушения питания, будет приведена ниже — при описании более сложных систем.

Сначала необходимо включить питание при замкнутых S1 и S2 и с помощью осциллографа убедиться, что на входе CLC имеется меандр с выбранным периодом, а на выходе INIT — низкий уровень. При включении S1 сигнал INIT переходит с низкого на высокий уровень.

При размыкании S2 микропроцессор обрабатывает микропрограмму начального пуска: производит чтение

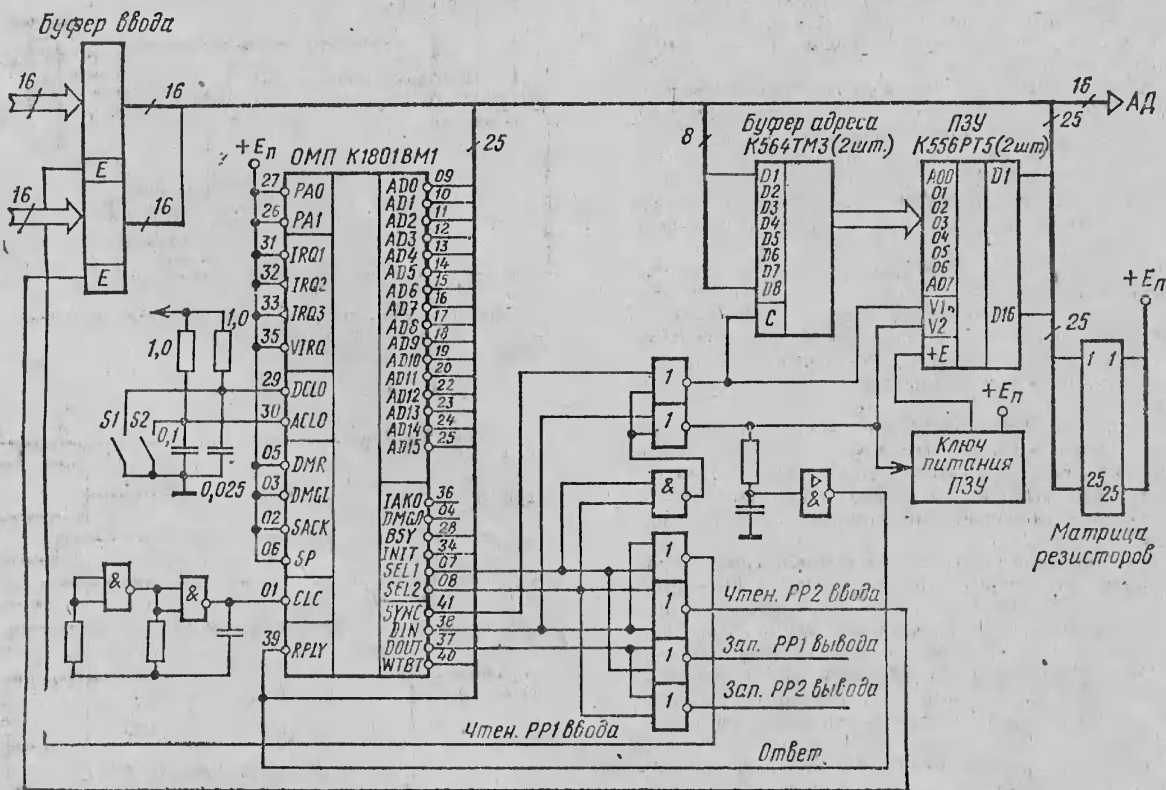


Рис. 1. Контроллер на основе ОМП K1801BM1

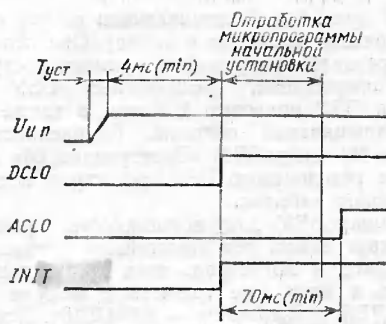


Рис. 2. Временная диаграмма сигналов при пуске ОМП

содержимого по адресу 177716₈ (адрес РРВВ1). Сигналы в канале для данного случая приведены на рис. 3. Информация, считанная из канала, интерпретируется микропроцессором следующим образом: младший байт (выходы 09...16) полагается равным нулю, а старший байт (выходы 17...20, 22...25) имеет значение, считанное из канала. Слово, составленное из младшего и старшего байтов, заносится в R7 и является адресом первой команды, которую необходимо выполнить.

Отметим следующие особенности К1801ВМ1 при обращении к РРВВ1 или РРВВ2:

сигнал RPLY (ответ) вырабатывается внутренней схемой, декодирующей адрес, выставленный на шину. При этом он совпадает с DIN и длится 2T (где T — период частоты 3Г);

сигнал RPLY появляется на выводе 39, т. е. он является выходом и, следовательно, к нему нельзя подключать выход обычной микросхемы. Для ввода сигнала RPLY в микропроцессор можно рекомендовать схему, представленную на рис. 1 и 4;

сигналы SEL, RPLY вырабатываются, даже если данный микропроцессор находится в пассивном состоянии (режим предоставления канала или команда WAIT), а на его входы поступают сигналы управления и адреса-данных.

Допустим, что регистр РРВВ1 отсутствует, тогда при его чтении в R7 будет занесен 0, а цикл ввода завершится без ошибки, так как сигнал RPLY вырабатывается внутренними схемами. Микропроцессор начнет выполнение программы с нулевого адреса. Если учесть, что при пуске значащим является лишь старший байт РРВВ1, то возможные адреса начала программы пуска кратны 400₈, начиная с нулевой ячейки. Начальный пуск происходит однократно, и без специального оборудования его наблюдать сложно.

Таким образом, чтобы запустить микропроцессор на выполнение программы по сигналам DCLO, ACLO, необходимо иметь регистр РРВВ1 (кроме пуска с нулевого адреса), который выходил бы в канал по сигналу SEL · DIN=1, время установления информации в канале должно быть не более 2T.

Проверка однокристалльного микропроцессора. Для осуществления простейшей проверки ОМП необходимо запретить выход РРВВ и ПЗУ в магистраль и подключить вспомогательный передатчик к каналу (рис. 4), подсоединив его выходы к линиям 00 и 02 шины адреса-данных (101₂ — код команды RESET). После включения на линиях адреса-данных и управления должна наблюдаться следующая последовательность сигналов (рис. 5).

При синхронизации развертки осциллографа сигналом BSY можно наблюдать на шине адреса-данных последовательный перебор всех адресов с периодом около 2240 T; при подключении передатчиков к линиям адреса-данных 05 и 07 — выполнение команды NOP — 240₈

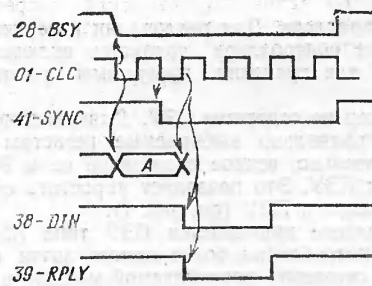


Рис. 3. Диаграмма сигналов при чтении РРВВ

(нет операции); при подключении к выводам 22 и 13 (команда MOV RO, (RO) +) — последовательность сигналов, при которой в цикле вывод адрес равен данным.

Таким образом, используя для проверки простейшую схему, можно оценить работоспособность контроллера, просмотреть в динамике выполнение некоторых команд при различных способах адресации.

Так как последовательно перебираются все адреса, то легко проверяются и остальные устройства контроллера: декодер управляющих сигналов, РРВВ, ПЗУ, адресный буферный регистр. Периодичность процессов позволяет легко наблюдать их с помощью обычного оборудования.

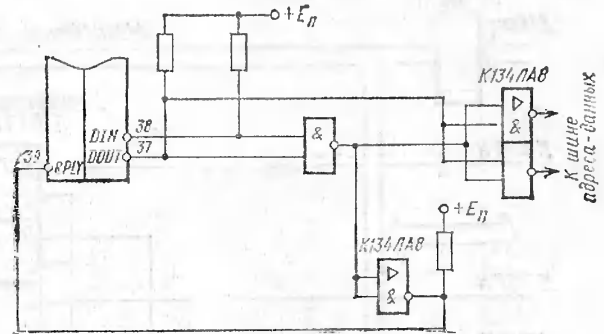


Рис. 4. Схема подключения вспомогательного передатчика

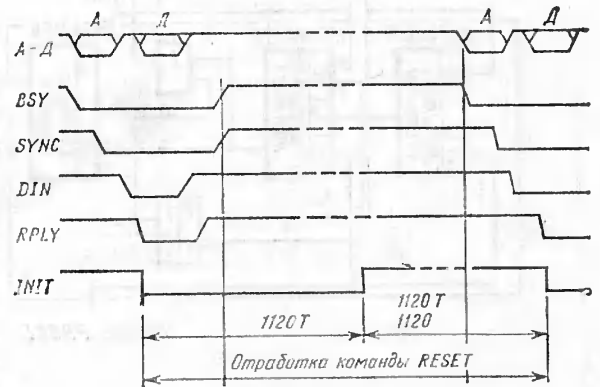


Рис. 5. Последовательность сигналов на шине адреса-данных и управления при выполнении команды

ПЗУ контроллера. Для реализации алгоритма функционирования контроллера требуется включение в его состав ПЗУ для хранения программы работы и констант.

Контроллер не содержит ОЗУ. Для ввода-вывода используются радиально выбираемые регистры расширения, следовательно, всякое обращение не к РРВВ есть обращение к ПЗУ. Это позволяет упростить обрaмление микропроцессора и ПЗУ (см. рис. 1).

В контроллере применяется ПЗУ типа К556РТ5 с мощностью потребления более одного ватта (для двух БИС). Для снижения потребляемой мощности и уменьшения тепловыделения целесообразно стробировать питание ПЗУ, это заменяет выбор ПЗУ при чтении.

Регистры ввода-вывода. Если не принимать специальных мер, то в контроллере для ввода информации могут использоваться: 16-разрядный регистр РРВВ2; младший байт РРВВ1 (старший байт при этом содержит адрес пуска). Для вывода могут использоваться оба 16-разрядных регистра расширения ввода-вывода.

Реализованные контроллеры содержат 15...20 микросхем и различаются в основном организацией ввода-вывода информации. В этих контроллерах не предусмотрено наращивание системы и не используются прерывания и прямой доступ.

Одноплатная микроЭВМ для автономных ССОИ

Для автоматизации несложных экспериментов, проводимых в автономном режиме (без вмешательства оператора в течение 100...1000 ч), разработана одноплатная

микроЭВМ (рис. 6), обеспечивающая работу с прерываниями и прямым доступом к каналу. Она отличается от контроллера наличием режимов прямого доступа и векторного прерывания, резидентных ОЗУ емкостью 4 Кслова и ПЗУ емкостью 1 Кслов, а также возможностью наращивания системы. От распространенного процессора М1 микроЭВМ «Электроника 60» ее отличает наличие резидентного ПЗУ, регистров ввода-вывода и контрольного таймера.

Такая микроЭВМ дает возможность решать более широкий круг задач, чем простейший контроллер. Она имеет выход в магистраль типа МПИ, позволяющий подключать к нему еще три-четыре модуля (приемники — К564ЛЕ5, передатчики — К134ЛА8). Протокол обмена в канале соответствует МПИ.

В основном схемотехнические решения процессора аналогичны решениям контроллера, но так как в системе могут использоваться режимы работы с прямым доступом к магистрали и радиальные или векторные прерывания, введен корректор соответствующих сигналов из канала фронтами импульсов задающего генератора, устраняющий возможность состязания запросов.

Контрольный таймер может работать в режиме генерации запросов на радиальное прерывание с вектором 100_а и как источник сигнала перезапуска системы (совместно со схемой перезапуска) в случае потери управления программой или ее зависания (например, в результате сбоев). Контрольный таймер загружается кодом длительности выполнения очередного сегмента программы. Если сегмент программы не выполнен за отведенное время, то произойдет прерывание с векто-

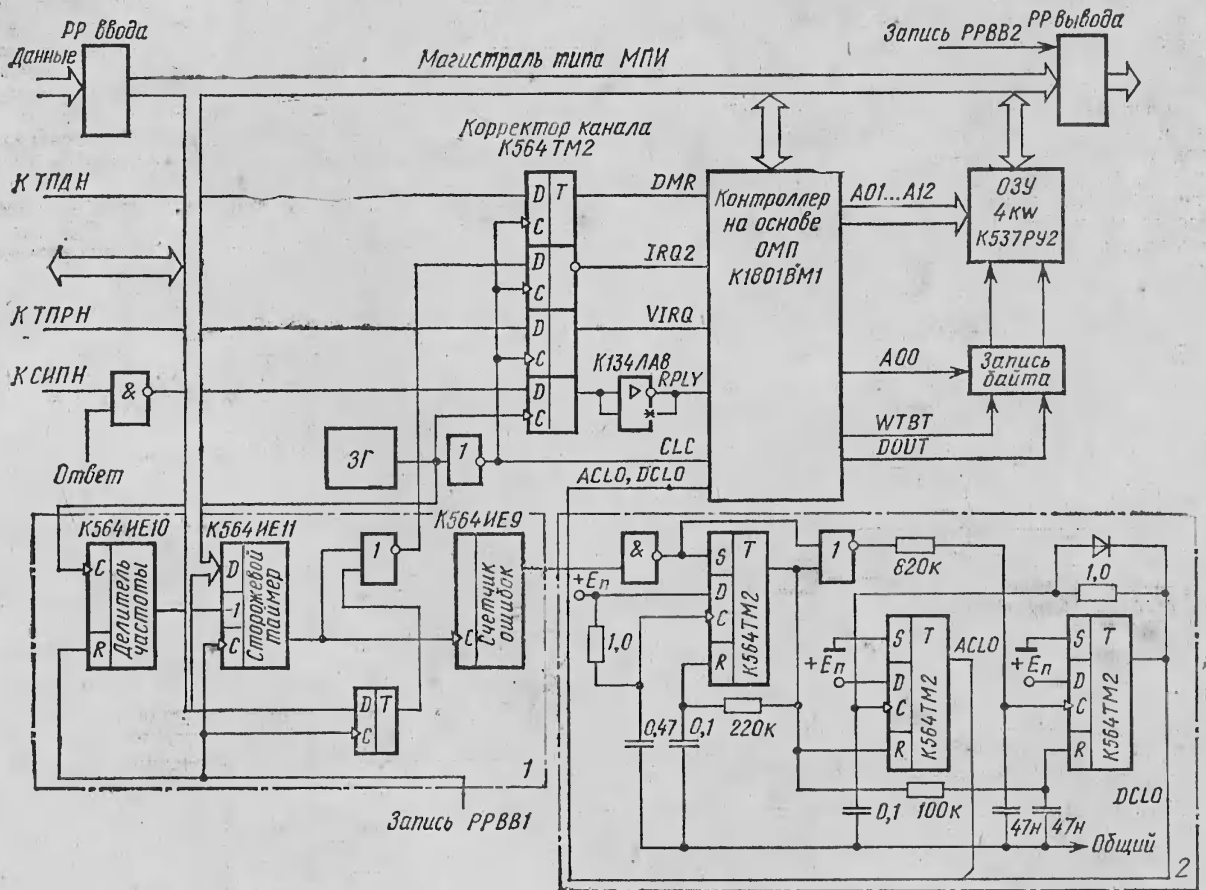


Рис. 6. Одноплатная микроЭВМ на основе контроллера: 1 — контрольный таймер; 2 — схема пуска и перезапуска

ром 100₈ и будет вызвана программа анализа ситуации. Если программа не сумеет восстановить нормальную работу системы, то после определенного числа ошибок (запросов на прерывание), которое может лежать в пределах 1..8, произойдет перезапуск всей системы схемой внутреннего перезапуска в результате переполнения счетчика ошибок.

Таким образом, для повышения устойчивости работы необходимо синхронизировать прием сигналов из канала фронтами импульсов задающего генератора, а для обнаружения и ликвидации зависаний системы необходимы контрольный таймер и схема перезапуска системы.

Системный таймер. Организация работы автономной системы сбора и обработки информации, связанная с соблюдением очередности запуска отдельных устройств, значительно упрощается при использовании программно-управляемого системного таймера (СТ). Он осуществляет генерацию векторов прерывания и совместно с центральным процессором обеспечивает запуск программ обслуживания каждого из устройств системы в соответствии с временной последовательностью их работы и алгоритмом обработки информации.

Системный таймер (рис. 7) выполнен на основе уже рассмотренного простейшего контроллера и отличается от последнего наличием кварцованного генератора, регистров ввода-вывода и схем, обеспечивающих его связь с магистралью МПИ. Сигналы системной магистрали и их обозначения соответствуют принятым для микроЭВМ «Электроника 60». Блок дешифрации адреса и обеспечивают программное обращение к четырем регистрам:

РРВВ1 (старший байт) — по записи, для указания адреса программы пуск;

РРВВ1 — по чтению, адрес вектора прерывания;

РРВВ2 — по записи, как регистр состояния СТ (РСТ);

РРВВ2 — по чтению, текущее время.

Младший байт РРВВ1 используется как счетчик меток времени. Блок прерываний служит для выработки сигнала требования прерывания (ТПР), сигнала синхронизации выдачи вектора (СИП) и сигнала ППРО — выходного сигнала предоставления прерывания. В ПЗУ процессора размещены программы, обеспечивающие функционирование СТ, и список векторов прерывания с

присвоенными метками времени. В соответствии с программой постоянно считываются показания счетчика времени и при каждом увеличении его значения на единицу просматривается весь список векторов прерывания, при этом все метки сравниваются с текущим значением времени. При обнаружении равенства вырабатывается сигнал на линию ТПР, а в регистр РРВВ1 записывается значение вектора.

На линию ТПР системной магистрали могут поступать сигналы от устройств, способных работать в режиме прерывания программы. В ОМП эта линия поступает на вход VIRQ (запрос на векторное прерывание). При появлении этого сигнала (низким уровнем) ОМП, если разрешено прерывание (седьмой разряд РСП=0), выдает сигналы DIN (чтение данных) и IАКО (выход сигнала разрешения прерывания). Линия ППР (предоставление прерывания) последовательно обходит все устройства. Устройство, которое требовало прерывания (в данном случае СТ), запрещает распространение этого сигнала. Вместе с сигналом ППР процессор выдает сигнал ВВОД.СТ, получая сигналы ППР1 и ВВОД, выдает вектор на линию адрес-данных, сопровождая его сигналом СИП [1, 2], и снимает сигнал требования прерывания. МикроЭВМ считывает вектор из регистра РРВВ1 и снимает сигналы ВВОД и ППР, СТ снимает сигнал СИП.

Микропроцессорные системы повышенной сложности

Для создания автономных систем, предназначенных для работы в течение 1000...20 000 ч, необходимо применять специальные меры, обеспечивающие повышенную надежность магистрали и системное функциональное резервирование как пассивных модулей, так и процессоров. В системах с функциональным резервированием становится возможным не только самотестирование, но и реконфигурация системы по результатам тестирования с целью сохранения работоспособности на заданном уровне.

Простейший способ повышения надежности — мажорирование функциональных устройств: ОЗУ, ПЗУ, центрального процессора, магистрали и т. д. Мажорирование

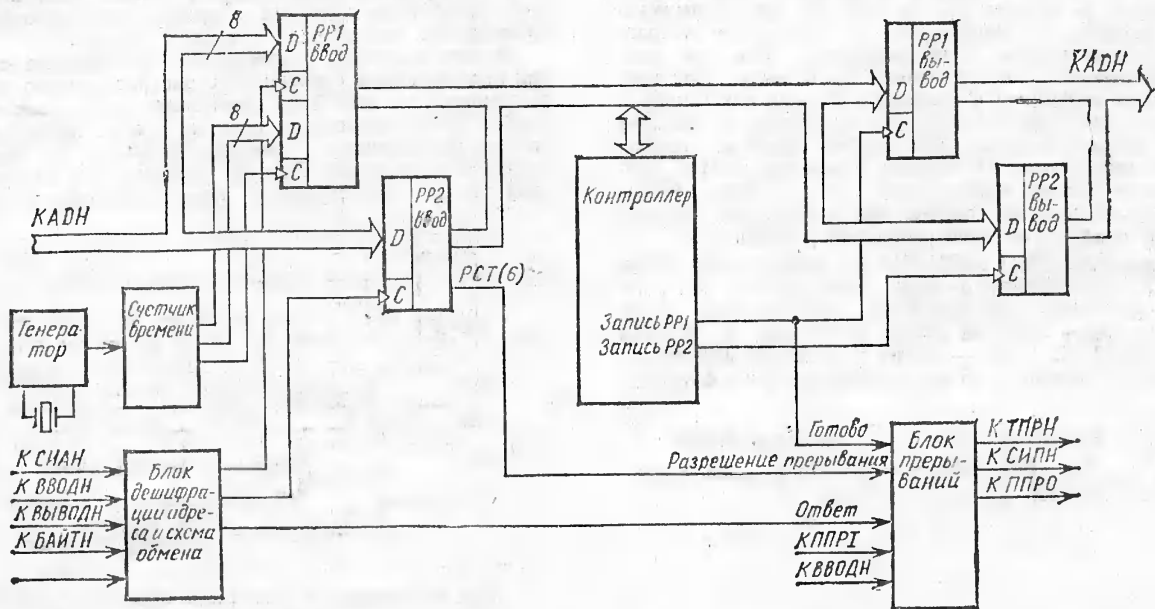


Рис. 7. Схема системного таймера на основе контроллера

обеспечивает непрерывную работу системы при возникновении отказов отдельных модулей или их узлов. Данный способ ведет к резкому увеличению аппаратных затрат при умеренном увеличении надежности, поэтому в системах сбора и обработки научной информации, где допускаются кратковременные сбоя, возможно использование более экономичных методов повышения отказоустойчивости.

Функциональное системное резервирование (ФСР) основано на программной локализации неисправности и программной реконфигурации. Для обнаружения и устранения отказа требуется время, в течение которого система не выполняет свою целевую функцию. Это время является критерием применимости данного способа в том или ином случае. Однако относительно небольшие аппаратные затраты и высокая вероятность выполнения системой ее целевой функции в пределах допустимой степени деградации параметров определяют использование ФСР в автономных ССОИ.

По мнению авторов, ФСР должно базироваться на высоконадежной параллельной асинхронной магистрали с множественным доступом (МД) и параллельным асинхронным арбитражем (ПАА) запросов на доступ к магистрали и векторное прерывание. Подобная магистраль может быть создана на основе канала микросхем «Электроника 60» при соответствующих доработках.

Магистраль — совокупность параллельных линий, связывающих большое число входов-выходов ИМС. Будем считать, что конструктивно-технологические решения системы исключают вероятность обрывов или замыканий линий. Наиболее вероятным отказом приемников и передатчиков является пробой, ведущий к короткому замыканию линии на одну из шин питания. Магистраль должна строиться на основе схем с открытым коллектором, что исключает сквозные токи, характерные для схем передатчиков с тремя состояниями. Это защищает ИМС от перегрузок при ошибочном одновременном выходе в линию нескольких передатчиков и позволяет организовать параллельный арбитраж.

Приемлемой надежности магистрали без ее дублирования можно достичь, применяя на входе-выходе модулей простую схему (рис. 8). Резистор R1 защищает линию от пробоя входа и равен нагрузочному резистору R2. Нагрузочные резисторы расположены в каждом модуле системы. При объединении модулей в систему нагрузочные резисторы (R_n) и емкости входов-выходов (C_n) соединяются параллельно, что сохраняет постоянную времени канала τ_k неизменной, если во всех устройствах выполняется условие $R_n C_n = \tau_k$. При пробое входа приемника и наличии в системе как минимум трех модулей, уровни сигналов в магистрали не выходят за допустимое значение. Для защиты линий от пробоя выхода передатчика (К134ЛА8) в каждом модуле имеется ключ питания передатчиков, разрывающих шину, «общий» по сигналу СБРОС при перезапуске системы или при отключении через системный регистр.

Аналогично ОМП К1801ВМ2 [1] асинхронный обмен достигается введением сигнала Адрес принят (AR), который передается модулем, обнаружившим свой адрес на шине А/Д в ответ на сигнал SYNC (рис. 9). Сигнал AR=ВБР-SYNC (ВБР — выбор устройства) передается в линию и поступает во все модули системы, фиксируя

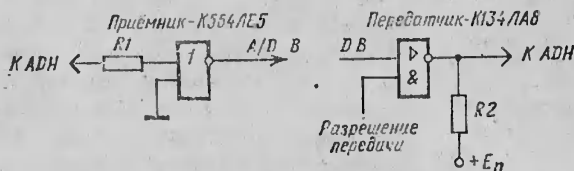


Рис. 8. Схема организации входа-выхода модулей системы

текущее значение сигнала ВБР в каждом модуле. Только в модуле, пославшем сигнал AR, ВБР будет активным.

В системах с синхронной передачей адреса тактовая частота микропроцессора согласовывается со скоростью работы дешифраторов адреса и задержками сигналов в магистрали и приемниках. При использовании микросхем серии К564 тактовую частоту необходимо снижать в 2...2,5 раза, что приводит к существенному снижению производительности. Применяя К1801ВМ1, можно динамически управлять периодом ЗГ (см. рис. 9). При этом по сигналу SYNC устанавливается триггер управления замедлением генератора (ТУЗГ), сбрасываемый сигналом AR. Так как период ЗГ увеличивается до максимально допустимого значения, то при отсутствии сигнала AR от модулей системы он выработается схемой в модуле процессора по первому положительному фронту импульса ЗГ после выдачи SYNC. Текущее значение адреса будет зафиксировано в регистре ошибочного адреса и может быть считано по адресу РРВВ2 (17714₃) программой анализа ошибки обращения к каналу (вектор прерывания 4в). Таким образом, при обмене данными микропроцессор работает с максимальной допустимой частотой.

В магистрали МПИ используются последовательные цепи арбитража требований на прямой доступ (ТПД) и векторное прерывание (ТПР). При этом сигнал разрешения от центрального процессора последовательно распространяется от модуля к модулю, пока не будет получен ближайшим к процессору устройством, запросившим соответствующую процедуру, которое прекращает дальнейшее его распространение. Если модулей в системе много, то вероятность нарушения последовательной цепи, а следовательно, и отказа всей системы возрастает и время распространения становится заметным (для модулей, построенных на микросхемах серии К564, около 400 нс на каждый). Кроме того, приоритет устройств зависит от расположения модулей в системе и не может изменяться программным путем, что затрудняет реконфигурацию системы в процессе работы. Данные вопросы решены в магистрали FASTBUS, она содержит шину параллельного арбитража (10 линий) и сосредоточенный арбитраж, являющийся компонентом магистрали. По мнению авторов, применение аналогичного способа арбитража в автономных системах ведет к большим аппаратным затратам и требует сосредоточенного арбитража, что нарушает регулярность системы.

Экспериментально подтверждена возможность создания параллельного асинхронного распределенного арбитража запросов на векторное прерывание в пределах магистрали МПИ, полностью отвечающего ее протоколу, а также аналогичного арбитража запросов на прямой доступ к магистрали. Следует заметить, что ни количество линий в магистрали, ни последовательность сигнала

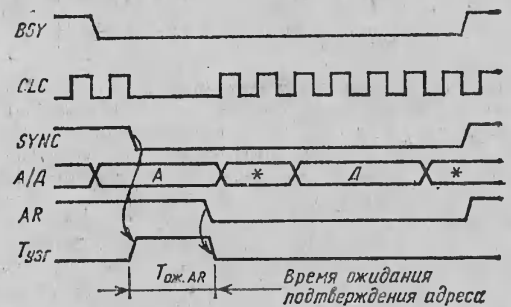


Рис. 9. Сигналы в магистрали при асинхронной передаче адреса:
ТУЗГ — триггер управления задающим генератором; AR — адрес принят

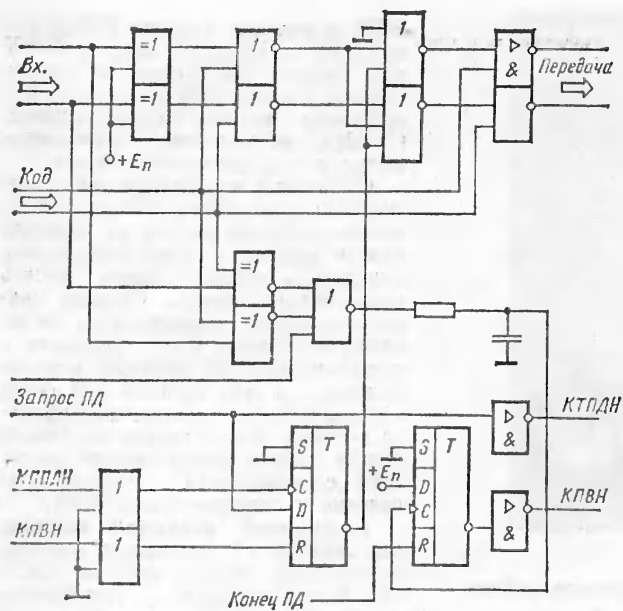


Рис. 10. Схема асинхронного распределенного арбитра

лов и процедурах не изменяются. Для организации арбитража используются линии шины А-Д, на которые выставляются коды-приоритеты необходимой разрядности. Использование шины А-Д для параллельного арбитража возможно, так как в одной процедуре она не активна, а в другой процесс заканчивается считыванием вектора прерывания, в данном случае — самого старшего кода-приоритета, выигравшего состязание. Процесс арбитража, так же как и в FASTBUS, основан на одновременной передаче в шину всеми устройствами, запросившими процедуру, своего кода-приоритета. Каждое

устройство последовательно сравнивает, начиная со старшего бита, значения передаваемого им ($n_i \text{ вх.}$) и получаемого ($n_i \text{ вых.}$) из линии кода. При этом, если $n_i \text{ вх.} \leq n_i \text{ вых.}$, то передача продолжается, а если $n_i \text{ вх.} > n_i \text{ вых.}$ то передача всех более младших битов кода данным устройством прекращается. Условием выигрыша состязания является $K_i \text{ вх.} = K_i \text{ вых.}$ где K_i — n -разрядный код приоритета.

Схема арбитра на два разряда для запросов на прямой доступ (рис. 10) допускает наращивание разрядности до необходимой величины в конкретном случае. В зависимости от значений кодов приоритетов время состязания при постоянной времени канала 0,5 мкс колеблется от 0,5 до 1,5 мкс и слабо зависит от разрядности арбитра.

Однокристалльный микропроцессор К1801ВМ1, не уступающий по своим характеристикам зарубежным микропроцессорам аналогичного класса, имеет систему команд, совместимую с системой команд управляющих ЭВМ: «Электроника 60», СМ-3, СМ-4 и т. д., и позволяет создавать системы, базирующиеся на широко распространенной магистрали типа МПИ (канал микроЭВМ «Электроника 60», НМС 11100.1 «Электроника 80-01Д» и т. п.), что делает возможным использовать ранее разработанные программные и аппаратные средства. Как было показано выше, на основе ОМП К1801ВМ1 можно создавать как простые, так и сложные системы, отвечающие современным тенденциям развития архитектуры устройств сбора и обработки информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Однокристалльные микропроцессоры комплекта БИС серии К1801 / В. Л. Дшхунян, Ю. И. Борщенко, В. Р. Науменков и др. — Микропроцессорные средства и системы, 1984, № 4, с. 12—18.
2. Межмодульный параллельный интерфейс МПИ (ОСТ 11.305.903—80).
3. Микросхемы интегральные, Серия К 1801. Руководство по применению (ОСТ 11.348.918—83).

Статья поступила 10 января 1985 г.

УДК 681.325.5+681.326

В. Н. Говорун, Ю. В. Ермолин, П. В. Мамаков,
В. Г. Рыбаков, А. Н. Сытин

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ УСТАНОВОК ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

В Институте физики высоких энергий микропроцессорные модули используются в системах для накопления и гистограммирования физической информации в ходе эксперимента; измерения потерь и определения профиля пучка в канале пучков заряженных частиц; управления каналами транспортировки пучка протонов между отдельными каскадами ускорительного комплекса и для решения других задач.

Развитие микропроцессорных средств позволило по-новому осна-

тить вычислительными мощностями автоматизированные системы сбора данных и системы управления технологическими процессами — распределить вычислительные средства внутри систем. При этом могут быть предусмотрены возможности как автономной работы системы со встроенными микропроцессорами, так и использование микроЭВМ в качестве интеллектуальных узлов в установке, работающей в комплексе с более мощной ЭВМ.

В Институте физики высоких энергий в рамках электронной системы

СУММА [1], аналогичной по основным логическим и электрическим характеристикам системе КАМАК [2] и используемой для создания автоматизированных установок сбора и обработки данных в экспериментах по физике высоких энергий, а также систем управления технологическим оборудованием на Серпуховском ускорителе, разработан и внедрен ряд модулей на базе микросхем микропроцессорного комплекта серии К580, позволяющих создавать распределенные вычислительные системы.

К этим модулям относятся: микроЭВМ, автономный каркасный контроллер, модуль интерфейсов, модуль интерфейса накопителя на гибких магнитных дисках, программируемый групповой контроллер, инженерный пульт, модули памяти трех типов, программаторы ППЗУ, а также дополнительный контроллер каркаса и драйвер ветви, работающие под управлением микроЭВМ.

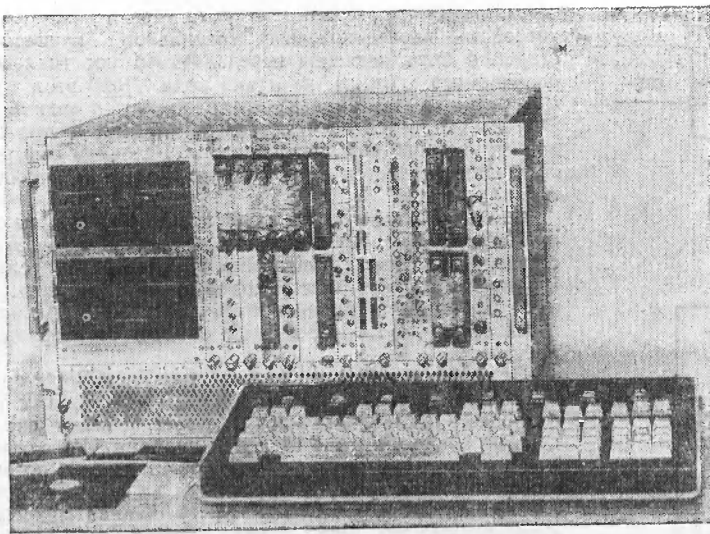


Рис. 1. Внешний вид каркаса с модулями микропроцессорного набора

На рис. 1 показан внешний вид каркаса системы СУММА с модулями микропроцессорного набора.

Модули для построения систем на базе микропроцессоров

МикроЭВМ системы СУММА МЭ-80 [3] построена на базе микропроцессорного комплекта (МПК) БИС КР580. Она содержит центральный процессор, память, включающую в себя оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), и программируемое постоянное запоминающее устройство (ППЗУ), контроллер прерываний, контроллер прямого доступа в память, последовательный и параллельный интерфейсы, а также имеет связи с каналом каркаса СУММА, с микропроцессорной магистралью расширения и с инженерным пультом.

Центральный процессор микроЭВМ построен на БИС КР580ИК80. Он имеет 8-битную шину данных и 16-битное поле адреса, что позволяет ему адресовать память емкостью 64 Кбайт. Процессор работает с тактовыми сигналами с периодом 0,48 мкс. Он выполняет 72 инструкции; время выполнения инструкции — от четырех (для операций с регистрами) до 18 (для операций обмена со стеком) тактов процессора. Память микроЭВМ содержит ОЗУ (2 Кбайт) и ППЗУ (2 Кбайт), в котором хранится программа-монитор. ППЗУ построено на двух микросхемах К573РФ1 с ультрафиолетовым стиранием информации с организацией 1 К×8 бит. В качестве ОЗУ используется 16 микросхем К565РУ2 3У статического типа с организацией 1 К×1 бит.

Контроллер прерываний микроЭВМ обрабатывает прерывания от

восьми источников. В качестве источников прерываний используются сигналы: от кнопки «Сброс» на передней панели; от параллельного интерфейса; вырабатываемый по команде канала каркаса СУММА; два сигнала от разъема микропроцессорной магистрали расширения; внешний сигнал, поступающий через высокочастотный разъем на передней панели; от кнопки прерывания на передней панели, а также программа в микроЭВМ.

Четырехканальный контроллер прямого доступа в память допускает обмен данными между одним из четырех портов ввода-вывода и ОЗУ. Один канал — для связи с параллельным интерфейсом микроЭВМ, три другие — для связи с устройствами, подключенными к микропроцессорной магистрали расширения.

Канал прямого доступа для параллельного интерфейса, связывающий микроЭВМ с каналом каркаса СУММА, позволяет в системе СУММА считывать информацию из ОЗУ микроЭВМ и записывать ее в ОЗУ блочными передачами (одно 16-битное слово передается около 8 мкс).

Последовательный интерфейс микроЭВМ предназначен для подсоединения к ЭВМ терминала с последовательной передачей данных, преобразует параллельный код в последовательный при приеме информации и при передаче информации от микроЭВМ. Приемники-передатчики последовательного канала обеспечивают работу на токовую петлю 20 мА. С помощью переключателя можно выбрать необходимую скорость обмена: 75; 100; 110; 150; 300; 600; 1200; 2400; 4800; 9600 бод.

Параллельный интерфейс служит для обмена данными между микро-

ЭВМ и каналом каркаса СУММА и преобразует 16-битные слова в байты при приеме информации от канала каркаса в микроЭВМ и наоборот. Дешифратор команд канала каркаса СУММА обеспечивает выполнение модулем пяти различных команд.

С помощью микропроцессорной магистрали расширения, выведенной на многоконтактный разъем на передней панели модуля, к микроЭВМ можно подключить дополнительную память и порты ввода-вывода. Сигналы микропроцессорной магистрали по назначению в большой мере совпадают с сигналами БИС КР580ИК80, а также включают в себя сигналы для связи с тремя каналами контроллера прямого доступа. Через разъем на задней панели модуля можно связать микроЭВМ с инженерным пультом (для отладки и проверки микроЭВМ).

Автономный каркасный контроллер АКК-83 [4] выполняет функции контроллера каркаса системы СУММА. Интеллектуальным устройством контроллера является встроенная микроЭВМ на базе МПК БИС серии КР580. МикроЭВМ контроллера содержит центральный процессор, ППЗУ, ОЗУ, контроллер прерываний и последовательный интерфейс.

Память микроЭВМ контроллера содержит ППЗУ (7 Кбайт), выполненное на семи микросхемах К573РФ1, и ОЗУ (17 Кбайт), выполненное на восьми микросхемах К565РУ2 (1 Кбайт) и восьми микросхемах 3У динамического типа К565РУ3 с организацией 16К×1 бит (16 Кбайт).

ППЗУ хранит программу-монитор (около 1,7 Кбайт) и программу-интерпретатор Бейсика (3 Кбайт); остальные ячейки — для программ пользователя. Часть адресного пространства микроЭВМ контроллера (8 Кбайт) используется для адресации в канале каркаса СУММА. При этом время обращения к каналу каркаса совпадает со временем обращения к памяти.

В микроЭВМ реализована 8-уровневая система прерываний. Входы контроллера прерываний можно подключать на линии запросов канала каркаса (LAM) и на высокочастотный разъем на передней панели.

Последовательный интерфейс микроЭВМ контроллера служит для связи с терминалом и подключается через преобразователи уровня для работы с токовой петлей 20 мА. С помощью переключек можно выбрать стандартные скорости обмена от 75 до 9600 бод.

Автономный каркасный контроллер АКК-83 (как и микроЭВМ МЭ-80) снабжен многоконтактным разъемом на передней панели для подсоединения микропроцессорной магистрали расширения. Назначение сигналов на разъеме то же, что и на соответствующем разъеме МЭ-80. Контроллер обеспечивает работу дополнительных

контроллеров в корпусе. Контроллер АКК-83М имеет дополнительный последовательный интерфейс для связи с базой ЭВМ.

Модуль памяти П-84 [5] служит для расширения внутренней памяти микроЭВМ МЭ-80 и автономного каркасного контроллера АКК-83. Он содержит ОЗУ (4 Кбайт), реализованное на микросхемах ЗУ статического типа К565РУ2, и ППЗУ (8 Кбайт), выполненное на микросхемах К573РФ1 с ультрафиолетовым стиранием информации. Многоконтактный разъем микропроцессорной магистрали расширения расположен на передней панели модуля.

Для расширения памяти микроЭВМ также служит модуль памяти П-103 [5]. Модуль содержит ОЗУ (48 Кбайт), выполненное на микросхемах ЗУ динамического типа К565РУ3. Модуль содержит схему автономного питания с использованием аккумуляторной батареи. При аварийном отключении основного напряжения питания данные сохраняются в течение двух часов.

Модуль памяти П-61 [5] служит для расширения памяти микроЭВМ, а также в качестве буферной памяти внутри каркаса СУММА. Модуль содержит ОЗУ (8 Кбайт), выполненное на микросхемах К565РУ2. Доступ к памяти возможен с трех портов. Один порт связан с каналом каркаса СУММА, при этом передача данных ведется 16-битными словами, и память для этого порта имеет организацию 4К×16 бит. Два другие порта предназначены для расширения памяти микроЭВМ, предоставляя возможность использовать данную память как общую память двух микроЭВМ. Эти порты приспособлены для работы с памятью при организации как 8 К×8 бит, так и 4 К×16 бит.

Модуль интерфейсов БС-104 [6] предназначен для подсоединения к микроЭВМ дополнительных устройств ввода-вывода (дисплея, алфавитно-цифрового печатающего устройства и др.), а также для связи микроЭВМ с базовой ЭВМ. Модуль включает в себя последовательный и параллельный интерфейсы. Последовательный интерфейс обеспечивает обмен данными по токовой петле 20 мА с оптронными развязками со стандартными скоростями от 300 до 9600 Бод. Параллельный интерфейс обеспечивает обмен данными, когда передача ведется байтами. С микроЭВМ модуль может быть связан через многоконтактный разъем микропроцессорной магистрали расширения.

Модуль интерфейсов накопителя на гибких магнитных дисках (НГМД) К-132 М [6] служит для подключения НГМД типа ЕС-5088. Модуль может применяться в двух конфигурациях: когда НГМД — внешнее устройство микропроцессорной системы на основе микроЭВМ МЭ-80 и когда НГМД — устройство другой ЭВМ. Во

втором случае интерфейс НГМД и используемая совместно с ним микроЭВМ МЭ-80 представляют собой интеллектуальный контроллер НГМД. Модуль интерфейса связывается с микроЭВМ по каналу прямого доступа в память с помощью многоконтактного разъема на передней панели.

Программируемый групповой контроллер на базе МПК БИС серии КР580 — узловой коммутационный процессор для подключения к одной линии последовательной связи ЭВМ коллективного пользования до восьми последовательных линий пользователей. Он снабжен ППЗУ (6 Кбайт) и ОЗУ (2 Кбайт). Входные и выходные каскады всех последовательных каналов имеют оптронные развязки и могут быть активными и пассивными, обеспечивая работу на токовую петлю 20 мА со стандартными скоростями обмена в диапазоне от 75 до 9600 бод.

Помимо использования в мультиплексорном режиме групповой контроллер применяется в управляющем режиме, когда он может управлять семью микроЭВМ с помощью одного терминала и связывать эти микроЭВМ с базовой ЭВМ.

В групповой контроллер встроены источник питания постоянного тока.

Программаторы ППЗУ (ПР-75 и ПР-78) служат для занесения информации в ППЗУ [7]. Программатор ПР-75 программирует микросхемы типа К573РФ1 и ряд микросхем западных фирм как однократного программирования, так и перепрограммируемых с ультрафиолетовым стиранием. Информация записывается в модуль и считывается для контроля по каналу каркаса СУММА.

Программатор ПР-78 снабжен дополнительными сменными платами для программирования ППЗУ типа К573РФ2 с ультрафиолетовым стиранием и ППЗУ типов К556РТ4, К556РТ5 однократного программирования. Модуль связывается с каналом каркаса СУММА так же, как модуль ПР-75.

Инженерный пульт для отладки микроЭВМ МЭ-80 и ее программного обеспечения [6] позволяет: индцировать состояние внутренней магистрали микропроцессора; осуществлять пошаговое исполнение программы; производить останов исполнения программы по заданному адресу; записывать (считывать) данные в память (из памяти) с автоматическим инкрементированием или декрементированием адресного счетчика; считывать (записывать) данные из регистров (в регистры) устройств ввода-вывода. Инженерный пульт связывается с микроЭВМ через специальный разъем на ее задней панели.

Вспомогательный контроллер КД-79 [8] обеспечивает управление в каркасе СУММА от микроЭВМ МЭ-80 и должен работать совместно с каркасным контроллером, снабжен-

ным средствами связи со вспомогательной магистралью, в соответствии с протоколом многоконтроллерного управления в корпусе КАМАК. Вспомогательный контроллер обеспечивает целый ряд блочных передач, используя канал прямого доступа в память микроЭВМ. Вспомогательный контроллер связывается с микроЭВМ через микропроцессорную магистраль расширения.

Драйвер ветви ДВ-101 [9] обеспечивает управление от микроЭВМ каркасными контроллерами системы СУММА, объединенными ветвью, в соответствии с требованиями протокола операций магистрали ветви КАМАК. Драйвер ветви связан с микроЭВМ через микропроцессорную магистраль расширения. Единичные слова передаются под программным управлением микроЭВМ, а блочные передачи различных типов (расширенные в рамках всей ветви) — с использованием канала прямого доступа в память микроЭВМ.

Программное обеспечение микропроцессорных модулей

МикроЭВМ МЭ-80 и микроЭВМ автономного каркасного контроллера АКК-83 снабжены монитором — резидентной программой для связи с терминалом, с помощью которой пользователь управляет работой других программ [10]. Монитор запускает программы, устанавливает точки останова программ, обеспечивает чтение-запись содержимого памяти, регистров процессора и регистров внешних устройств, а также предварительную обработку прерываний восьми уровней с выходом в оперативную область памяти. Число команд монитора — восемь. Диалог между оператором и монитором состоит из команд, вводимых с терминала, и ответов монитора в виде выводимых сообщений или исполняемых действий. Ввод-вывод чисел производится в шестнадцатеричной системе. Монитор (около 1,7 Кбайт) хранится в ППЗУ микроЭВМ.

Программное обеспечение микроЭВМ автономного каркасного контроллера АКК-83 содержит интерпретирующую систему Бейсик, дополненную операторами управления в каркасе СУММА [4; 10]. Бейсик успешно применяется при наладке и тестировании аппаратуры, а также реализации простых алгоритмов обработки данных.

Программное обеспечение микропроцессорных систем разрабатывается и хранится в виде подготовленных к работе объектных модулей на ЭВМ соответствующей мощности. Имеются кросс-средства для подготовки программ на ЭВМ ЕС-1010, СМ-4, DEC-10. В ППЗУ микроЭВМ хранятся разработанные программы для работы с ЭВМ DEC-10: программа связи с ней, программа-загрузчик абсо-

лютных модулей и программа вывода файлов из ЭВМ на АЦПУ, подключенное через модуль интерфейсов к микропроцессорной системе [10].

Программное обеспечение программаторов ПР-75 и ПР-78 (могут управляться от автономного каркасного контроллера или от дополнительного каркасного контроллера КД-79 под управлением микроЭВМ МЭ-80) служит для занесения данных в ППЗУ, чтения данных из ППЗУ, проверки правильности занесения информации в ППЗУ и др. [10].

Программное обеспечение для работы с НГМД [6] содержит драйвер НГМД и монитор драйвера. Драйвер — основная часть базового программного обеспечения и управляет всеми операциями НГМД: разметкой дисков, чтением и записью на диск и т. д. Монитор обеспечивает удобное использование всех возможностей драйвера. Программное обеспечение рассчитано на два вида применения: когда НГМД — внешнее устройство базовой ЭВМ, либо микроЭВМ.

Первое применение реализовано с использованием ЭВМ ЕС-1010, при этом драйвер НГМД хранится в микроЭВМ МЭ-80, а монитор выполнен на ЕС-1010 (ЕС-1010 хранит также файловую систему). НГМД и память МЭ-80 обмениваются данными по каналу прямого доступа в память, ЭВМ ЕС-1010 и МЭ-80 — по каналу каркаса (используя канал прямого доступа микроЭВМ) либо по линии последовательной связи. Реализованное на микроЭВМ программное обеспечение НГМД (немногим более 1 Кбайт) для данного случая выполняет 11 команд.

Второй вариант программного обеспечения НГМД (4 Кбайт) реализован полностью на микроЭВМ МЭ-80 и включает в себя, помимо драйвера и монитора, библиотеку сервисных подпрограмм. Драйвер может работать под управлением монитора и как подпрограмма, вызываемая пользовательской программой. Выполняются шесть команд.

Программное обеспечение группового контроллера (4 Кбайт) реализовано на ассемблере для БИС КР5801К80 и содержит таблицу прерываний, блок инициализации, блок реализации мультиплексорного режима и монитор микроЭВМ.

Автоматизированные системы с использованием микропроцессорных средств

Описанные модули на базе микропроцессоров нашли свое применение в автоматизированных системах ИФВЭ.

На их основе создана система накопления гистограмм физической информации (рис. 2), поступающей с экспериментальной установки ФОДС [11]. Каналом каркаса управляет каркасный контроллер (КК). Данный

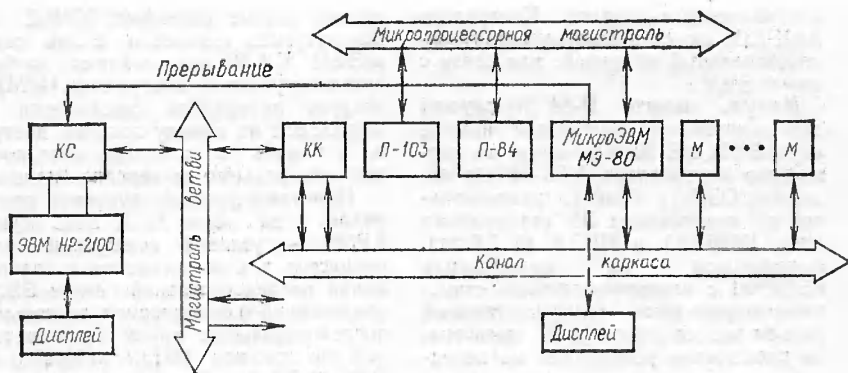


Рис. 2. Структурная схема системы накопления физической информации

каркас — один из каркасов системы сбора данных экспериментальной установки. В нем могут быть размещены различные модули (М) этой системы. Каркасные контроллеры системы сбора объединены магистралью ветви и управляются контроллером системы (КК), имеющим связь с ЭВМ НР-2100. От системы сбора данных информация поступает на обработку в ЭВМ НР-2100.

МикроЭВМ МЭ-80 с модулями расширения памяти П-84 и П-103 подсоединена к каналу каркаса.

НР-2100 и МЭ-80 обмениваются информацией в режиме прямого доступа в память обмен машин через контроллеры КС и КК. Обмен между ЭВМ не синхронизирован с работой системы сбора данных и ведется в произвольные моменты времени при поступлении запросов от вызывающих программ. При обращениях к МЭ-80 во время работы системы сбора данных потери времени работы этой системы не превышает 1%.

Программное обеспечение НР-2100 разрешает мультидоступ к МЭ-80 из любой программы. При обработке информации, поступающей от системы сбора, обрабатывающие программы обращаются к подпрограмме, накапливающей информацию для гистограммирования в специальный буфер, из которого она пересылается в память МЭ-80, либо по заполнении буфера, либо по окончании программы МЭ-80. МЭ-80, получив массив данных, распределяет его по гистограммам. По завершении распределения вырабатывается сигнал прерывания для НР-2100, который служит признаком готовности МЭ-80 для приема очередного массива данных.

Хотя процессор МЭ-80 уступает в быстродействии процессору НР-2100, их параллельная работа, т. е. совмещение во времени процессов обработки физической информации с помощью ЭВМ НР-2100 и ее гистограммирование с помощью микроЭВМ, а также работа при гистограммировании с оперативной памятью МЭ-80

позволили получить выигрыш во времени, по крайней мере, в 2 раза по сравнению с гистограммированием на той же ЭВМ, но использующей дисковую память.

Программа гистограммирования в МЭ-80 способна выполнять 11 различных команд, накапливая одномерные и двумерные гистограммы (48 Кбайт памяти в модуле П-103). Для ускорения рассылки данных используется метод прямой адресации. Это требует применения таблицы адресов гистограмм фиксированного размера. Максимальное число гистограмм — 1023 (размер таблицы 2 Кбайт). Непосредственно под гистограммы используются 46 Кбайт памяти микроЭВМ. Среднее время рассылки для одномерной гистограммы — 1,7 мс, для двумерной — 4,4 мс. Размер буфера для приема данных равен 1 К 16-битных слов и соответственно время обработки принятых данных — 850 мс. Время пересылки содержимого одного буфера — 10 мс.

Система дала возможность накапливать большие объемы экспериментальной информации, быстрее ее обрабатывать и представлять в графическом виде.

На базе модулей микропроцессорной системы создана автоматизированная система для измерения параметров выведенных пучков заряженных частиц Серпуховского ускорителя [12].

Система регистрирует и обрабатывает информацию от камер вторичной эмиссии с преобразованием заряда в напряжение интегрирующими усилителями и от позиционных камер с преобразованием тока в частоту импульсов. К настоящему времени система оперирует с сигналами от 13 позиционных камер по 32 канала каждая и от 27 камер вторичной эмиссии по 4 канала каждая. Электронная аппаратура для измерения профилей и потерь располагается в разных каркасах под управлением отдельных автономных контроллеров.

На рис. 3 приведена структурная схема первой очереди системы.

Сигналы от интегрирующих усилителей (ИУ) преобразуются модулями АЦП. От сигналов преобразователя тока в частоту (ПТЧ) работают пересчетные приборы (ПП) двух групп. Пучка одна группа пересчетных приборов кодирует информацию, с другой группы она считывается. Таким образом, за один цикл ускорителя регистрируется временная зависимость исследуемого параметра.

Сигналы управления преобразованием вырабатываются блоками БУП-1 и БУП-2. БУП-1 вырабатывает строб-импульсы АЦП и управляет группами пересчетных приборов; БУП-2 — строб-импульсы АЦП, сигнал управления работой интегрирующих усилителей и тактовые импульсы преобразователя тока в частоту.

Собирает и обрабатывает информацию автономный каркасный контроллер АКК-83, связанный с модулем интерфейсов БС-104 и модулем памяти П-84 через микропроцессорную магистраль расширения. МикроЭВМ контроллера связана с дисплеем. Через последовательный интерфейс модуля БС-104 она может быть связана с базовой ЭВМ (DEC-10).

Обработанная информация отображается на экране цветного телевизионного монитора с использованием модуля синхрогенератора (СГ) и трех модулей вывода на графический дисплей (ГД), содержащих буферные запоминающие устройства.

ЭВМ DEC-10, используя кросс-ассемблер, готовит и хранит рабочие программы для микроЭВМ контроллера АКК-83. Основные рабочие программы хранятся в ППЗУ микроЭВМ.

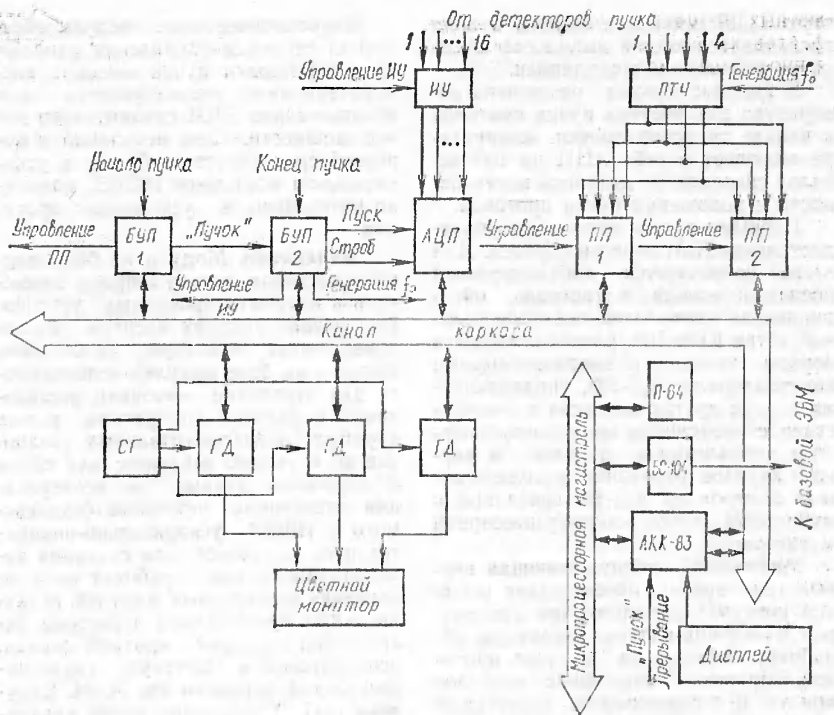


Рис. 3. Структурная схема системы для измерения параметров выведенных пучков

Аппаратура системы позволяет регистрировать профили и потери пучков протонов с интенсивностью $10^{10} \dots 5 \cdot 10^{12}$ протон/с. Обработанная информация выводится на телевизионный монитор в виде таблиц, гистограмм и изображений профиля пучка. Информация от детекторов принимается циклически с периодом 8 с (соответствует циклу работы ускорителя).

Длительность приема (10 нс...1 с) соответствует длительности вывода пучка. Обработка и вывод информации занимают менее половины периода цикла.

Система значительно упростила настройку каналов выведенных пучков частиц, сократила ее время и повысила качество пучков.

Модули на базе микропроцессоров также применены в автоматизированных системах управления каналом транспортировки пучка протонов из линейного инжектора в кольцевой инжектор — бустер и из бустера в кольцевой ускоритель У-70. Система (рис. 4) содержит пять каркасов СУММА с каркасными контроллерами (К-62), объединенными магистралью ветви под управлением ЭВМ ЕС-1010 через драйвер ветви (ДВ).

В трех каркасах размещаются измерительные и управляющие модули.

Модули первого каркаса контролируют токи и состояния магнитных элементов канала транспортировки пучка в 64 точках. Измеряются интегральные величины токов (прецизионным цифровым вольтметром через многоканальный коммутатор) и мгновенные значения в 256 временных точках (быстродействующими АЦП с буферной памятью).

Во втором каркасе размещена аппаратура, связанная с устройством управления каналом транспортировки. Токами 64 элементов управляют

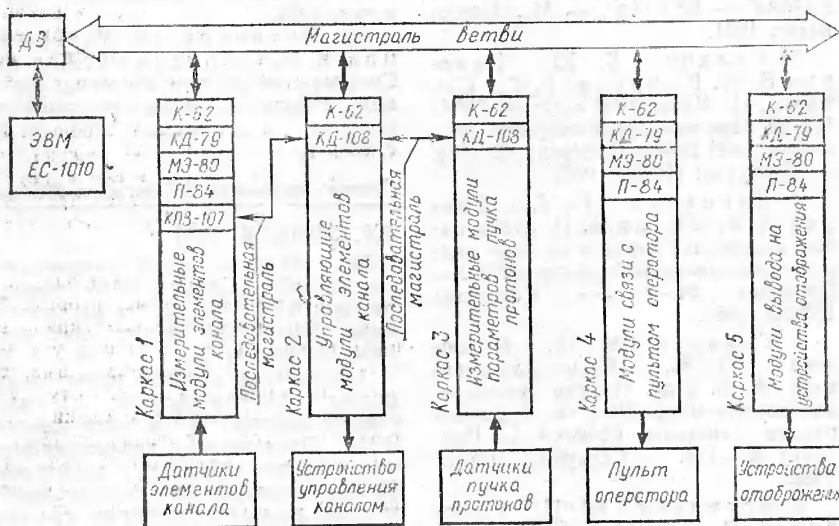


Рис. 4. Структурная схема системы управления каналом транспортировки пучка протонов

через ЦАП, имеющие выходы в виде последовательностей импульсов с широтно-импульсной модуляцией.

В третьем каркасе размещена аппаратура диагностики пучка протонов в канале транспортировки. Аппаратура включает в себя АЦП на 100 каналов сигналов от датчиков интенсивности и положения пучка протонов.

Первыми тремя каркасами управляет микроЭВМ первого каркаса. Для этого используется дополнительная последовательная магистраль, объединяющая контроллер последовательной ветви КПП-107, расположенный в первом каркасе, с дополнительными контроллерами КД-108, управляющими в двух других каркасах в соответствии с протоколом многоконтроллерного управления в каркасе. В первом каркасе управляет дополнительный контроллер КД-79, связанный с микроЭВМ МЭ-80 микропроцессорной магистралью.

МикроЭВМ, обслуживающая первые три каркаса, обеспечивает щелевой контроль электрических параметров магнитной оптики, первичную обработку информации о пучке протонов, выработку аварийных сигналов при уходе параметров за допустимые пределы, передачу необходимой контрольной информации в ЭВМ ЕС-1010 и прием от нее информации о задаваемых параметрах элементов канала транспортировки, передачу информации устройствам управления канала транспортировки. Работа микроЭВМ синхронизирована с циклами бустера (период — 40 мс). Время обработки информации — около 20 мс. Программы сбора, обработки и передачи управляющей информации хранятся в ППЗУ модуля памяти П-84 (около 8 Кбайт).

В четвертом каркасе располагается аппаратура (под управлением второй микроЭВМ), связанная с пультом оператора. Пульт оператора — клавишная панель с органами управления, имеющими определенный и присываемый функциональный смысл; специализированный графический дисплей, а также устройство, названное «электронным штурвалом», задающее параметры управления элементами канала в начале и при гибкой оперативной перестройке работы ускорителя.

Пятый каркас (с третьей микроЭВМ) служит для отображения информации о состоянии канала и параметрах пучка в канале на двух черно-белых и одном цветном телевизионных мониторах, а также с помощью графопостроителя. Информация выводится в виде символов, гистограмм различных типов и графиков с возможностью масштабирования. Программа отображения занимает в микроЭВМ 16 Кбайт ППЗУ и 32 Кбайт ОЗУ. Информация в микроЭВМ поступает от ЭВМ ЕС-1010 через магистраль ветви и канал каркаса.

Микропроцессорные модули обеспечили системам управления каналом транспортировки пучка высокие эксплуатационные характеристики при использовании ЭВМ сравнительно малой мощности. Это позволило в короткий срок запустить бустер в ускорительном комплексе ИФВЭ, повысило интенсивность ускоренных протонов.

Заключение. Модули на базе микропроцессоров можно широко применять в автоматизированных установках физики высоких энергий. Кроме приведенных примеров, автономные системы на базе модулей используются для отработки методики исследований и отладки аппаратуры новых крупных экспериментальных установок по изучению нейтрино; для сбора и обработки данных при исследовании протонных устройств создаваемого в ИФВЭ ускорительно-накопительного комплекса; для создания автоматизированных рабочих мест по проверке электронных модулей. Модули также применяются в системе диагностики сложных аритмий сердца, используемой в Институте сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева [14]. В настоящее время внедряются модули на базе более мощной микропроцессорной серии К1810.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алферова О. И., Бушин Ю. Б., Денисенко А. А. и др. Система унифицированных модулей многоканального анализа СУММА. Основные характеристики, источник питания. — Препринт 74—122. — Серпухов: ИФВЭ, 1974; ПТЭ, 1975, № 4, с. 56.
2. Курочкин С. С. Системы КАМАК — ВЕКТОР. — М.: Энергоиздат, 1981.
3. Балдин Б. Ю., Говорун В. Н., Рыбаков В. Г., Сытин А. Н. МикроЭВМ системы СУММА на базе микропроцессорного комплекта Intel 8080. — Препринт 82—100. — Серпухов: ИФВЭ, 1982.
4. Данцевич Г. А., Екимов А. В., Сытин А. Н. Автономный контроллер каркаса на базе микропроцессорного набора серии К580. — Препринт 84—41. — Серпухов: ИФВЭ, 1984.
5. Говорун В. Н., Ермолин Ю. В., Конопляников А. К. и др. Модули расширения памяти микроЭВМ и буферной памяти системы СУММА. — Препринт 82—174. — Серпухов: ИФВЭ, 1982.
6. Воеводин В. П., Говорун В. Н., Давыденко А. М. и др. Вспомогательные модули для микроЭВМ МЭ-80. — Препринт 84—196. — Серпухов: ИФВЭ, 1984.

12. Бушин Ю. Б., Говорун В. Н., Ермолин Ю. В. и др. Программаторы программируемых постоянных запоминающих устройств. — Препринт 82—25. — Серпухов: ИФВЭ, 1982.

8. Балдин Б. Ю., Говорун В. Н., Конопляников А. К. и др. Блоки для микропроцессорного управления в каркасе системы СУММА. — Препринт 82—84. — Серпухов: ИФВЭ, 1981.

9. Мамаков П. В., Рыбаков В. Г., Сытин А. Н. Драйвер ветви с управлением от магистрали микропроцессора. — Препринт 83—105. — Серпухов: ИФВЭ, 1983.

10. Говорун В. Н., Екимов А. В., Соколов А. П. Программное обеспечение микропроцессорных систем на базе микропроцессора КР580ИК80. — Препринт 82—194. — Серпухов: ИФВЭ, 1982.

11. Балдин Б. Ю., Вразнов Ю. Н., Говорун В. Н. и др. Система накопления и хранения физической информации на базе микроЭВМ МЭ-80. — Препринт 84—46. — Серпухов: ИФВЭ, 1984.

12. Бушин Ю. Б., Говорун В. Н., Давыденко Ю. П. и др. Автоматизированная система для измерения параметров выведенных пучков 70—ГэВ ускорителя. — Тезисы докладов II Всесоюзного семинара по автоматизации научных исследований в ядерной физике и смежных областях. — Новосибирск, 1982.

13. Антипов В. П., Балакин С. И., Богатырев С. Л. и др. Информационно-измерительный комплекс управления и контроля типовой технологической системой протонного синхротрона на базе микроЭВМ. — Тезисы IV Всесоюзного симпозиума по модульным информационно-измерительным системам. — Иркутск, 1983.

14. Литвинов М. М., Екимов А. В., Данцевич Г. А. и др. Система диагностики сложных аритмий сердца. — Микропроцессорные средства и системы, 1984, № 2, с. 66—67.

Статья поступила 22 октября 1984 г.

РЖ ВИНТИ, 1984

7Б580. Малогабаритные запоминающие устройства фирмы BASF. Memorisation: BASF aborde les petits formats. Jolivet J.P. «Inter electron», 1984, № 3985, 11.

Сообщается о новых разработках фирмы BASF в области ЗУ для средств информатики и персональных ЭВМ. Представлены характеристики миниатюрных гибких МД диаметром 86 мм, элементов ЗУ с вертикальной записью данных и оптических средств записи информации с использованием термических процессов в тонких металлических слоях на основе двуокиси хрома.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ СИБИРСКОГО СОЛНЕЧНОГО РАДИОТЕЛЕСКОПА

Сибирский солнечный радиотелескоп (ССРТ) [1] предназначен для получения радионизображений Солнца в сантиметровом диапазоне радиоволн. Радиотелескоп позволяет организовать впервые в Советском Союзе регулярные исследования активных областей и вспышечных процессов в солнечной атмосфере с высоким пространственным разрешением. Результаты этих исследований нужны для совершенствования основ прогнозирования геофизической и радиационной обстановки на планете.

Радиотелескоп представляет собой крестообразный многоэлементный радиоинтерферометр с двумя линиями антенн, расположенными в направлениях восток—запад и север—юг, по 128 антенн в каждой линии. Диаметр зеркала каждой антенны 2,5 м, расстояние между антеннами равно 4,9 м. Рабочая полоса частот ССРТ 5670...5790 МГц. Двумерное радионизображение Солнца формируется в результате вращения вместе с Землей (развертка по горизонталю) всерной диаграммы направленности, образованной с помощью многочастотного приема (развертка по вертикали). За 4...6 мин можно получить полную двумерную картину распределения радиояркости по диску Солнца в поляризованном и неполяризованном излучениях. Разрешение радиотелескопа около 20×20 угл. с. Синфазное сложение сигналов, принятых антеннами одной линии, обеспечивается волноводным трактом, построенным по этажно-параллельной схеме. Многочастотный прием реализуется с помощью 180-канального приемного устройства. Каждый канал имеет полосу частот 500 кГц и два выхода — по поляризованному и неполяризованному излучениям.

Большой объем регистрируемой и обрабатываемой информации, сложность задач контроля и управления, наличие нескольких режимов работы обусловили необходимость комплексной автоматизации процесса наблюдений на ССРТ. Комплекс автоматизации (КА) решает следующие задачи: сбор информации, контроль функционирования и управление системами радиотелескопа, оперативное отображение результатов наблюдений, первичная обработка экспериментальной информации в реальном масштабе времени и после наблюдений. Информационные связи КА с другими системами ССРТ представлены на рис. 1. Рас-

четы входных и выходных информационных потоков комплекса автоматизации ССРТ приведены в [2].

В процессе сбора информации регистрируются аналоговые сигналы с выходов многоканального приемного устройства ССРТ и вспомогательных радиотелескопов (поляриметра и радионтерферометра с малой базой) через аналого-цифровые преобразователи на магнитную ленту или диски ЭВМ в зависимости от режима наблюдений.

Для проверки качества функционирования ССРТ и получения достоверных результатов наблюдений проводятся оперативный и периодический контроль положения антенн в пространстве, параметров антенно-фидерного тракта, приемного устройства, аппаратуры комплекса автоматизации, диагностический контроль радиотелескопа с целью локализации

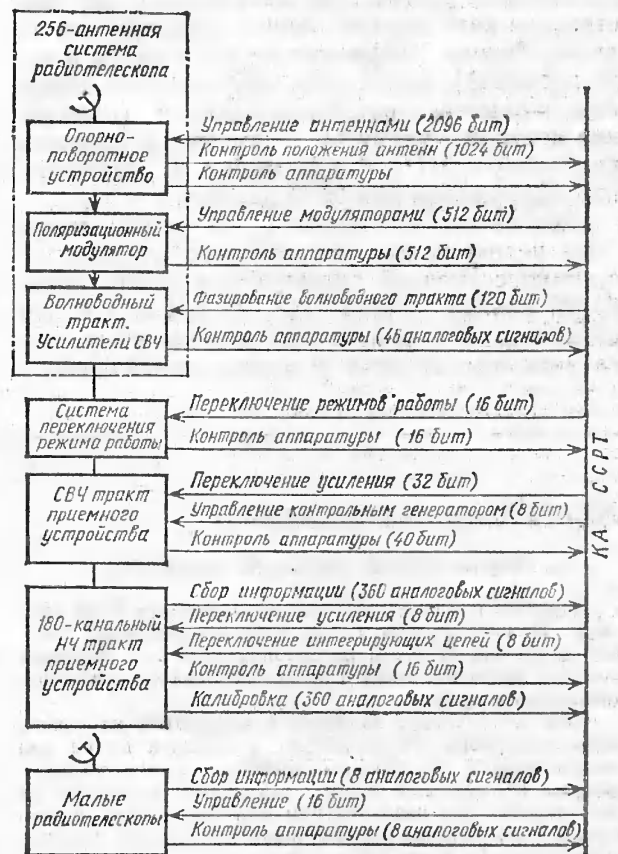


Рис. 1. Информационные связи КА ССРТ

неисправностей, калибровка приемного тракта и всего радиотелескопа, оперативный и периодический контроль работоспособности вспомогательных радиотелескопов.

Для реализации различных режимов наблюдений организуется управление антеннами, приемным устройством, фазированном волноводного тракта, поляризационными модуляторами, работой вспомогательных радиотелескопов.

Визуальный контроль за ходом наблюдений и оперативный анализ регистрируемой информации обеспечиваются выводом в реальном масштабе времени на экраны графических дисплеев распределений радиояркости по диску Солнца в поляризованном и неполяризованном излучениях. Наряду с этим обеспечена возможность просмотра записанной на магнитную ленту информации.

Первичной обработке подвергаются двумерные информационные массивы размером 200×200 элементов. Максимальное число обрабатываемых массивов за день наблюдений — 300. В процессе обработки производится фильтрация шумов вне области спектральной чувствительности радиотелескопа: восстановление деталей радиоизображений, сглаженных диаграммой направленности; построение карт распределения радиояркости по диску Солнца (цифровые карты и карты в виде изолиний); оперативное определение основных параметров радиоизображений (положение центров, размеры и потоки источников радиоизлучения и т. п.); выбор и упорядочение информации для базы данных.

Результаты наблюдений на ССРТ могут быть переданы для оперативного анализа состояния солнечной активности в центр обработки данных СибИЗМИР СО АН СССР при организации и выполнении комплексных исследований в области солнечно-земной физики.

Комплекс автоматизации ССРТ разработан с учетом общих требований к структурно-алгоритмической организации подобных систем [3]:

система автоматизации является открытой, т. е. допускает расширение возможностей как на аппаратном, так и на программном уровнях;

системное проектирование КА проведено «сверху—вниз», от задач к структурно-алгоритмической и программно-аппаратной реализации. Такой путь гарантирует от серьезных ошибок, значительно снижающих эффективность системы в целом;

при построении различных подсистем КА использованы одни и те же приемы, одинаковые базовые программные и аппаратные средства;

к комплексу автоматизации и, следовательно, к ССРТ обеспечивается доступ широкого круга исследователей с различной профессиональной ориентацией, что требует разработки проблемно-ориентированных диалоговых языковых средств.

Структура комплекса автоматизации

Комплекс автоматизации ССРТ — сложная распределенная система, содержащая три мини-ЭВМ, шесть микроЭВМ и аппаратуру в стандарте КАМАК объемом около 60 крейтов [2]. Характерные особенности реализации системы:

использование ряда программно-совместимых мини- и микроЭВМ СМ-3, СМ-4, «Электроника 60», объединенных в регулярную модульную структуру с помощью специальной интерфейса. При этом обеспечены простота ввода в систему новых ЭВМ для решения других задач и оперативная замена вышедших из строя ЭВМ;

ЭКСПРЕСС — ИНФОРМАЦИЯ «МП»

Портативный учебный комплекс

Рижским производственным объединением ВЭФ имени В. И. Ленина разработан микропроцессорный учебный комплекс УМК—1, предназначенный для обучения основам проектирования и программирования микропроцессорных устройств.

Комплекс состоит из базовой микроЭВМ на основе микропроцессора КР580ИК80А и внешней платы для макетирования. Специальные буферные схемы, расположенные на макетной плате, защищают устройство от повреждения при неправильном монтаже макета. Встроенный блок питания обеспечивает напряжение питания микроЭВМ +5 В, +12 В, —5 В.

На лицевой панели УМК—1 расположены клавиатура для ввода информации, 6-разрядный дисплей, свето-

вые индикаторы для отображения информации в пошаговом режиме, клавиши управления и разъем для подключения макетной платы. Весь комплекс размещается в чемодане типа «дипломат».

Минимальные объемы памяти: ОЗУ — 1 Кбайт, ППЗУ — 1 Кбайт, тактовая частота равна 2 МГц.

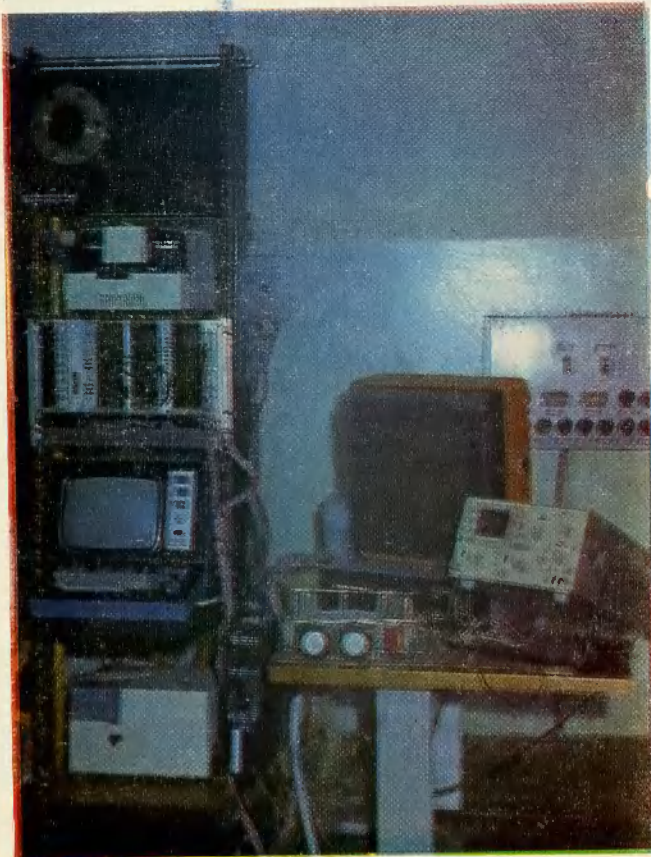
Системная программа Монитор представляет пользователю следующие директивы: чтение и модификация содержимого памяти и регистров процессора; выполнение программ пользователя (в том числе с возможностью установки двух точек останова); вычисление контрольной суммы массива памяти; заполнение массива константой; перемещение заданного массива в адресном пространстве.

Возможны два режима пошаговой работы — командный шаг и цикловый шаг.

Директивы вводятся с помощью клавиатуры, а результат отображается на дисплее.

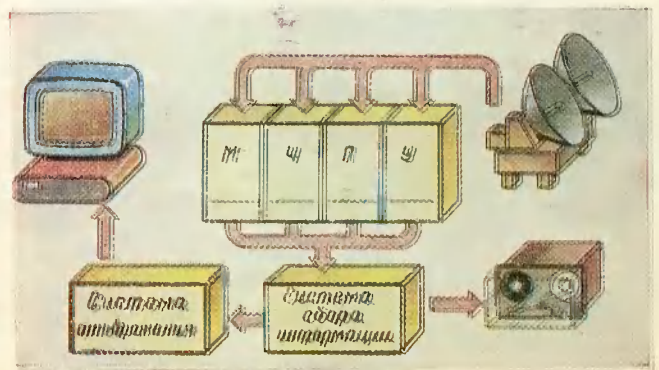


Антенная система Сибирского солнечного радиотелескопа
 (фото В. А. Короткоручко к ст. В. В. Белоша, В. А. Путилова, Г. Я. Смолькова)



Интеллектуальный терминал для обработки радиоастрономической информации

Структура подсистем ССРТ

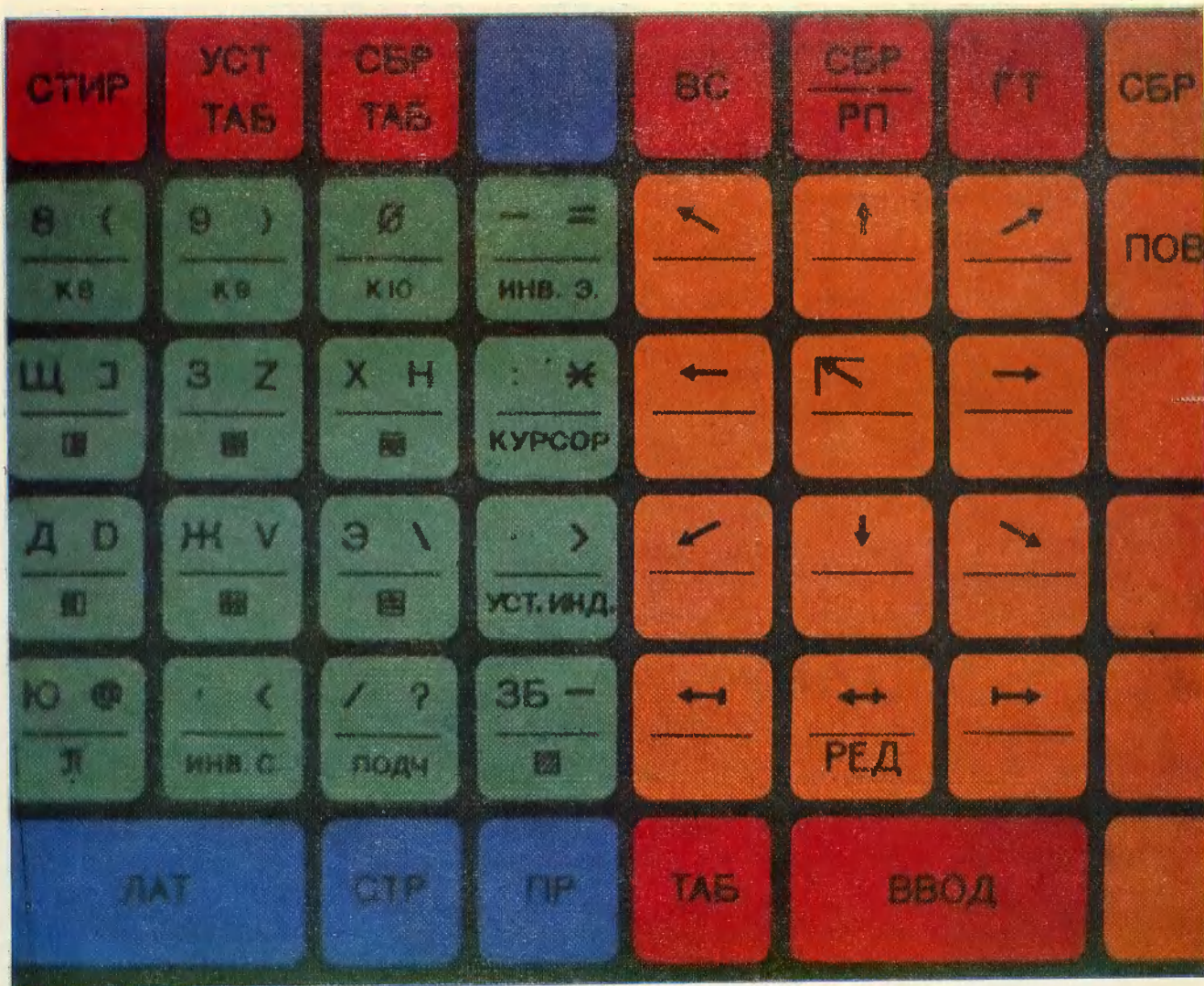




БЫТОВАЯ ПЕРСОНАЛЬНАЯ микроЭВМ «ЭЛЕКТРОНИКА БК-0010»

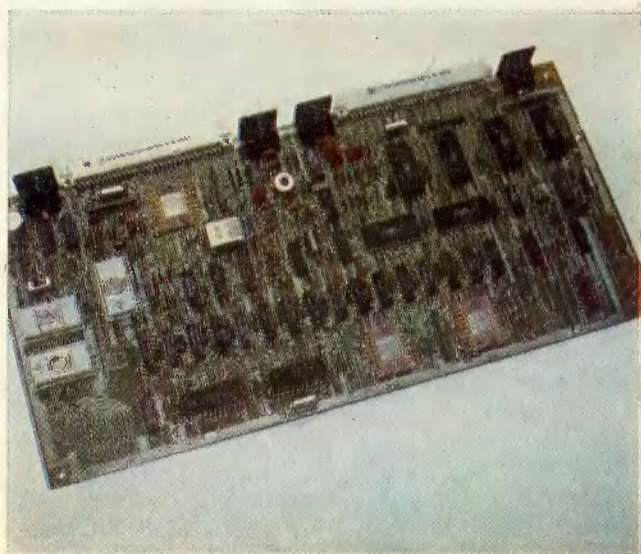
Персональная микроЭВМ «Электроника БК-0010» состоит из информационно-вычислительного устройства (ИВУ) и блока питания (БП) в комплекте с бытовым телевизором, имеющим вход «Видео» и бытовым кассетным магнитофоном.

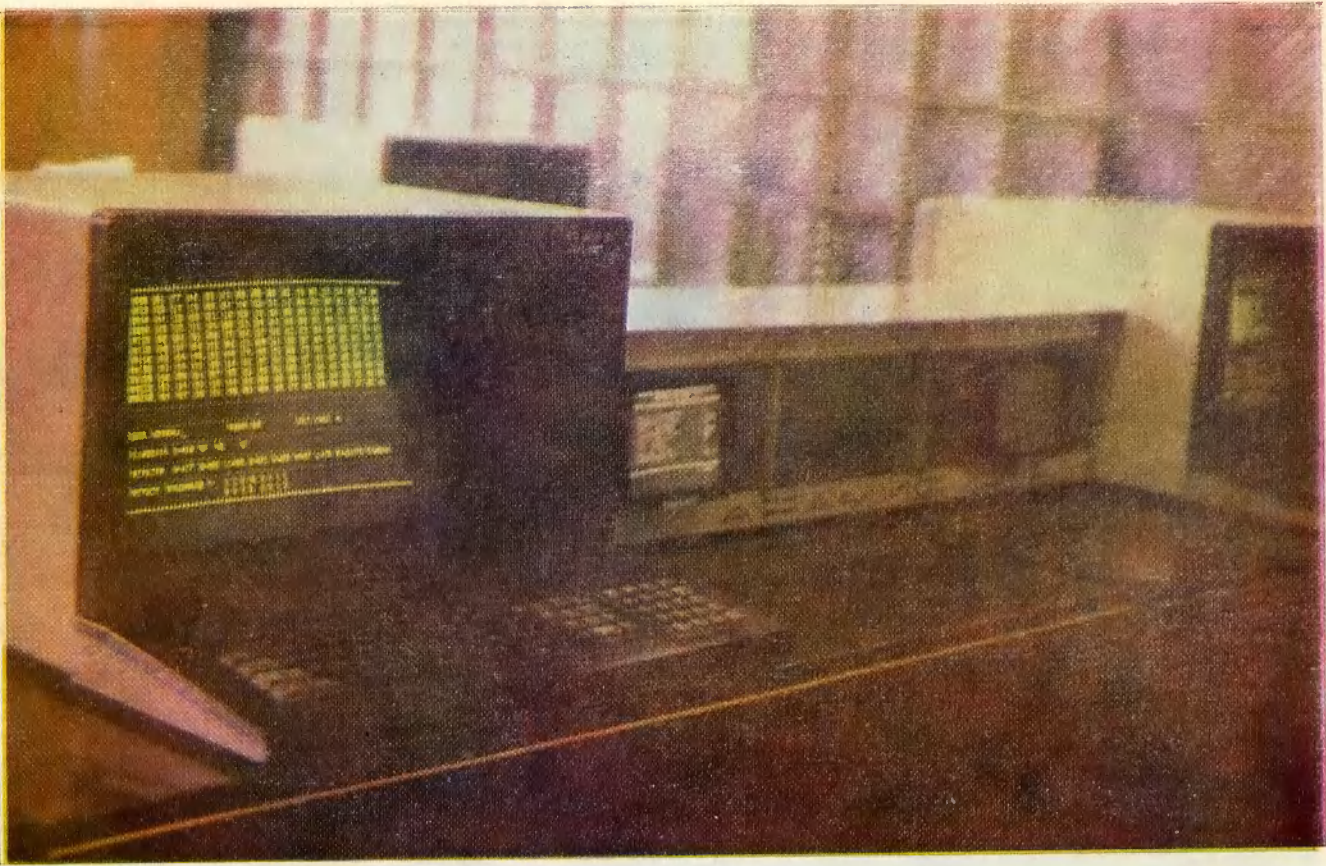
Бытовая микроЭВМ предназначена для выполнения математических и инженерных расчетов, создания информационно-поисковых систем (каталоги, справочники, записные книжки и т. д.), постановки машинных учебных курсов, курсов обучения иностранным языкам, управления по предварительно составленной программе бытовыми приборами и устройствами, электрически сопрягаемыми с цепями программируемого параллельного интерфейса, выведенными на сигнальный разъем; использования различных развлекательных программ.



Первая партия микроЭВМ распространена через Ленинградский и Минский магазины-салоны. Ориентировочная цена на первый год производства (1985) составит 840 руб., далее она будет снижена до 550—600 руб.

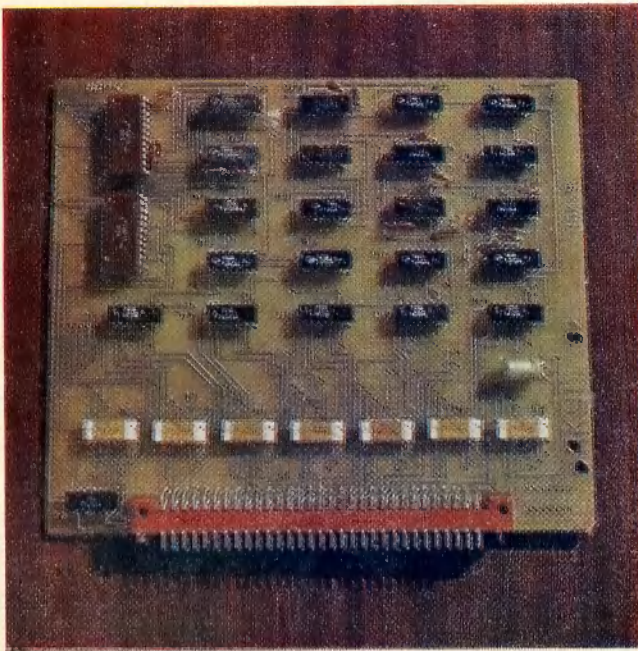
Разрядность, бит	16
Быстродействие, тыс. операций/с	300
Объем адресного пространства, Кбайт	
ОЗУ пользователя	16/28
ОЗУ экранной памяти	16/4
ПЗУ	32
Объем алфавитно-цифровой информации, выводимой на экран телевизора, строк (из них одна строка служебная)	25
Число символов в строке:	
при формате символа 8×8 точек	64
при формате символа 16×8 точек	32
Потребляемая мощность, Вт, не более	20
Напряжение питания, В	220
Габаритные размеры ИВУ, мм	370×180×70
Масса, кг	Не более 4



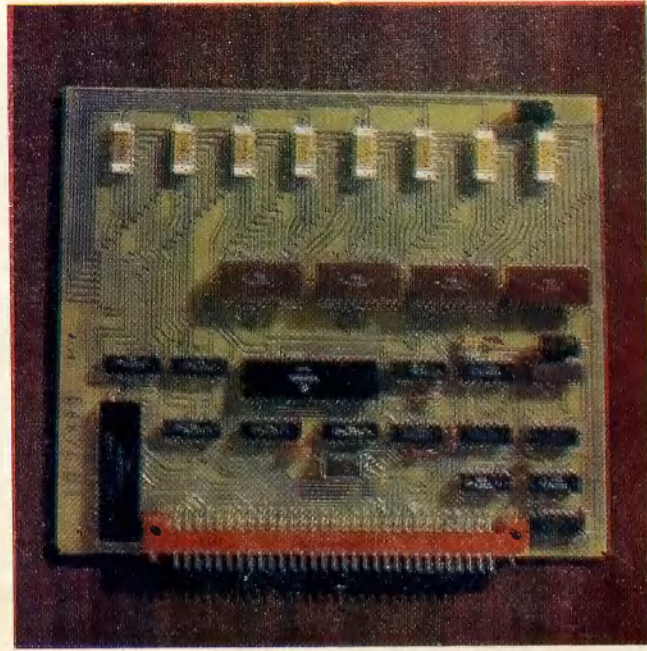


Автоматизированное рабочее место разработчика микропроцессорных систем (фото В. П. Шишкоедова к статье В. А. Цыганкова, Е. А. Буракова, А. В. Гусева и др.)

Контроллер телевизионного монитора БАКУС-02



Одноплатная микроЭВМ БАКУС-01



широкое применение модулей программно-управляемой аппаратуры КАМАК как на уровне управления различными радиотехническими системами ССРТ, так и в качестве интерфейсов к периферийным устройствам вычислительной техники (графические дисплеи, графопостроители, системы передачи информации и т. д.);

использование принципов модульного программирования при разработке системного и прикладного программного обеспечения (пакетов обрабатываемых программ, библиотек программных модулей для организации программ управления наблюдениями);

применение средств графического диалога как при организации и реализации наблюдений, так и в процессе обработки информации; построение интерпретаторов с проблемно-ориентированных языков [4].

В структурной схеме комплекса автоматизации (рис. 2) выделяются три основные структурные компоненты КА: ЭВМ, системы информационного обмена между ЭВМ и КАМАК-системы информационного обслуживания различных элементов радиотелескопа.

ЭВМ ЕС-1010 реализует вычислительный процесс первичной обработки радиоастрономической информации и информационного обслуживания автоматизированного рабочего места исследователя. С помощью символьных и графических диалоговых средств исследователь задает режим и параметры обработки радиоастрономических данных, анализирует полученное распределение радиояркости, осуществляет просмотр архивной информации.

На базе измерительно-вычислительного комплекса ИВК-2 (СМ-4, КАМАК) реализована система организации автоматизирован-

ных наблюдений. Вычислительный процесс управления наблюдениями распадается на несколько самостоятельных задач: сбор информации и управление приемным устройством, оперативное отображение результатов наблюдений и информационное обслуживание вспомогательных радиотелескопов. Каждая задача решается с помощью соответствующего микро-ИВК (совокупности микроЭВМ «Электроника 60» и аппаратуры КАМАК), аппаратно и программно ориентированного на эту конкретную задачу. Структурно микроИВК — однотипные комплексы, отличающиеся набором модулей КАМАК и соответствующим программным обеспечением.

С помощью ИВК-3 (СМ-3, КАМАК) производится управление элементами антенно-фидерного тракта радиотелескопа. Поскольку антенно-фидерный тракт распределен на значительной территории, возникает задача управления удаленными объектами с высокой плотностью информационного потока. В радиотелескопе использован принцип группового управления антеннами: вся антенная система разбита на 16 групп по 16 антенн. В каждом луче антенной системы радиотелескопа (западный, восточный, северный, южный) имеется по четыре идентичные системы управления группой из 16 антенн. Информационный обмен между аппаратурой управления группами антенн одного луча и удаленным ИВК-3 осуществляется последовательной ветвью КАМАК.

Система сбора информации с выходов приемного устройства содержит набор модулей КАМАК для регистрации 360 аналоговых сигналов распределения радиояркости по диску Солнца, контроля и управления параметрами приемного устройства. Через систему комму-

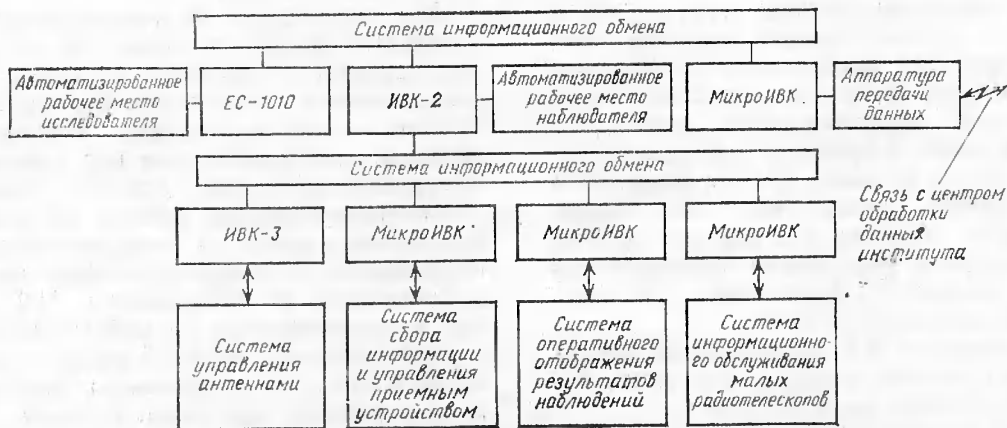


Рис. 2. Структура комплекса автоматизации ССРТ

таторов и АЦП производится ввод аналоговых сигналов. Кодовое управление приемным устройством осуществляется выходным регистром, сигналы состояния приемного устройства принимаются через входные регистры. МикроЭВМ «Электроника 60» производит программное управление модулями системы, записывает экспериментальные данные на магнитную ленту, передает в ИВК-2 массивы экспериментальной информации для обработки и результаты контроля.

Система оперативного отображения результатов наблюдений предназначена для оперативного контроля в реальном масштабе времени на экранах двух графических дисплеев экспериментальных данных (в поляризованном и неполяризованном излучениях), причем в процессе наблюдений по поступающим с выходов приемного устройства данным производится постоянная коррекция изображений. Наблюдатель, таким образом, получает возможность визуально следить за ситуацией на солнечном диске и в соответствии с этой информацией координировать ход наблюдательного процесса.

Система информационного обслуживания вспомогательных радиотелескопов содержит набор модулей КАМАК для регистрации аналоговых сигналов с выходов приемного устройства, контроля и управления параметрами радиотелескопов. Функциональное назначение модулей и работа аналогичны системе сбора информации с выходов приемного устройства ССРТ.

«ИВК-2—микроИВК—ИВК-3» — это параллельная многопроцессорная система. Вычислительные процессы реального времени в такой системе организуются следующим образом. На ЭВМ СМ-4, имеющей большой объем оперативной памяти, высокое быстродействие, накопители на магнитных дисках и лентах, реализуется основная программа управления процессом наблюдений. В ходе работы этой программы подготавливаются, загружаются и запускаются соответствующие рабочие программы микроЭВМ, производится управление исполнением этих программ в реальном масштабе времени, корректируются параметры рабочих программ в процессе исполнения, организуется обмен данными СМ-4 с микроЭВМ и ИВК-3. Рабочие программы выполняются параллельно во времени, так как при организации наблюдений необходимо одновременно выполнять несколько функциональных воздействий на системы ССРТ.

При реализации КА параллельная многопроцессорная система выбрана в качестве базовой по следующим соображениям:

упрощена техническая реализация, на аппаратном уровне применены серийные програм-

мно-совместимые мини- и микроЭВМ, обладающие хорошо отработанными средствами взаимодействия с КАМАК-аппаратурой;

упрощено программирование системы. При использовании одной ЭВМ для управления несколькими параллельными во времени процессами пришлось бы конструировать сложную программу реального времени, изменение которой в будущем было бы связано с большими затратами;

повышена живучесть системы, поскольку примененные средства вычислительной техники достаточно надежны, просты в эксплуатации, легкозаменяемы. При выходе из строя любой ЭВМ ее функции могут быть реализованы на резервной машине либо переложены в сокращенном варианте на другую рабочую ЭВМ;

обеспечена возможность быстрого расширения и изменения функций системы при адаптации ССРТ к решению новых задач. Система может быть расширена и изменена как аппаратно — подключением других ЭВМ и изменением конфигурации КАМАК-структур, так и программно — использованием соответствующих функциональных модулей.

Программное обеспечение системы

Система программного обеспечения (ПО) ССРТ построена на следующих принципах [5]:

на всех уровнях организации ПО применяются способы модульного программирования; максимально используются возможности современных операционных систем мини-ЭВМ в процессе автоматизированной генерации рабочих версий программ для решения конкретных экспериментальных задач;

реализуются возможности диалога «Пользователь — ЭВМ» для различных групп специалистов при разработке ПО, управлении экспериментом в реальном масштабе времени и обработке данных.

Вне зависимости от используемых вычислительных средств программное обеспечение подразделяется на два крупных раздела: стандартное и специальное. Стандартное обеспечение — это необходимые операционные системы, сгенерированные под рабочую конфигурацию аппаратных средств. **Специальное обеспечение** содержит наборы программ, обеспечивающих процессы информационного обслуживания автоматизированных систем радиотелескопа. В специальном ПО имеются части, ответственные за работу многопроцессорной системы, КАМАК-аппаратуры, базы данных, средств графического диалога, библиотек рабочих программ. Каждая из этих частей независимо от используемой ЭВМ имеет общий принцип построения, различия по-

являются при использовании конкретного аппаратного обеспечения. Кроме того, в специальном ПО имеются компоненты, ответственные за генерацию рабочих версий программ, адаптацию к новым экспериментам и конфигурациям систем радиотелескопа.

Программы для работы в многопроцессорной системе обеспечивают информационное взаимодействие между ЭВМ комплекса автоматизации по системному интерфейсу на уровнях передачи управляющих инструкций и данных [6].

Комплексы программ для работы с КАМАК-аппаратурой предназначены для программного управления этой аппаратурой под соответствующей конфигурацией машинно-ориентированного интерфейса. Программное обеспечение КАМАК состоит из трех частей. Первая часть представляет собой пакет для управления КАМАК-модулями [7], вторая содержит описание ветвей, крейтов, модулей, в третьей части производится компоновка подпрограмм на основе пакета и генерируется структура управляющей КАМАК-программы.

Программное обеспечение графического диалога [8, 9] ориентировано на различные графические дисплеи с матричным способом построения изображений. Интерфейс «ЭВМ-дисплей» реализуется под управлением специальной программы для работы с конкретной ЭВМ. Остальное программное обеспечение организовано в виде пакета программ и системы управления пакетом, реализованных на языке Фортран-4.

Библиотека рабочих программ управления экспериментом (ЭВМ СМ-4) содержит в основном программы работы с автоматизированными системами радиотелескопа. В библиотеку входят программы и программные модули, способные выполнять самостоятельную работу и служащие базой для генерации новых программных компонент. Библиотека может дополняться новыми компонентами, если их генерация из библиотеки невозможна или нецелесообразна. Рабочие программы управления экспериментами создаются из содержимого библиотеки настройкой параметров и объединением компонент с привлечением программ работы с КАМАК-аппаратурой, графического диалога и работы в многопроцессорной системе.

Программы адаптации (СМ-4) позволяют составлять, отлаживать в диалоговом режиме и заносить в библиотеку новые модули, а также изменять модули библиотеки.

Пакет программ первичной обработки (СМ-4, ЕС-1010) содержит программы, реализующие методы обработки радиоастрономической информации. Результаты обработки выводятся на экран графического дисплея, гра-

фопостроитель и АЦПУ. Исследователь имеет возможность выбрать интересующий его массив информации на магнитной ленте (в том числе и по результатам просмотра записей на экране графического дисплея), скомпоновать необходимую последовательность программ обработки из пакета, задать в программах нужные параметры и произвести обработку.

Структурно-алгоритмические и программно-аппаратные проектные решения, принятые при создании системы автоматизации ССРТ и проверенные в процессе опытной эксплуатации радиотелескопа, создают предпосылки для использования результатов этих работ в автоматизированных системах управления сложными распределенными объектами, например в гибких автоматизированных производствах, предъявляющих к управляющим информационным системам в основном такие же требования, как и научный эксперимент.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смольков Г. Я., Тресков Т. А., Криссиль Б. Б. и др. Основные проектные параметры Сибирского солнечного радиотелескопа. — В кн.: Исследования по геомагнетизму, аэронавигации и физике Солнца. — М.: Наука, 1983, вып. 64, с. 130—148.
2. Белош В. В., Путилов В. А., Смольков Г. Я. Комплекс автоматизации Сибирского солнечного радиотелескопа. — Там же, с. 157—168.
3. Путилов В. А., Смольков Г. Я. Структурно-алгоритмическая организация автоматизации наблюдений Сибирского солнечного радиотелескопа. — Там же, с. 148—157.
4. Игнатьев М. Б., Путилов В. А., Рисоввер Л. М. Принципы организации проблемно-ориентированного языка экспериментальных научных исследований. — Препринт № 18—83. — Иркутск: СибИЗМИР СО АН СССР, 1983. — 16 с.
5. Белош В. В., Миллер В. Г., Путилов В. А. и др. Организация программного обеспечения Сибирского солнечного радиотелескопа. — В кн.: Исследования по геомагнетизму, аэронавигации и физике Солнца. — М.: Наука, 1983, вып. 64, с. 168—176.
6. Бейлин М. Е., Вьюшин О. В., Клименко А. Д. и др. Системное матобеспечение многоаппаратного комплекса автоматизации физического эксперимента. — Препринт № 82—72. — Новосибирск: НИЯФ СО АН СССР, 1982. — 31 с.
7. Миллер В. Г., Пещерова М. Ю. Комплекс базовых средств программирования КАМАК-структур. В кн.: Исследования по геомагнетизму, аэронавигации и физике Солнца. — М.: Наука, 1982, вып. 60, с. 39—43.
8. Путилов В. А., Рисоввер Л. М., Турчанинова С. Б. Система обработки информации с использованием матричного графического дисплея. — В кн.: Автоматизация геофизических исследований в высоких широтах. — Апатиты: КФ АН СССР, 1983, с. 46—50.
9. Рисоввер Л. М., Турчанинова С. Б. Графические диалоговые системы в комплексе автоматизации Сибирского солнечного радиотелескопа. — В кн.: Структура и организация систем реального времени. Тезисы докл. IV Всесоюзного симпозиума по модульным информационно-вычислительным системам. — Иркутск: СибИЗМИР СО АН СССР, 1983, с. 179—180.

Статья поступила 21 ноября 1984 г.

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ КАРДИОМОНИТОР

В современной кардиохирургии при операциях в условиях гипотермической защиты миокарда решающее значение приобретают постоянный интероперационный контроль температуры внутри миокарда и определение параметров гемодинамики. При этом для хирургов и анестезиологов чрезвычайно важно своевременное получение достоверной информации в мониторинговом режиме [1]. Существенными при этом являются также и габариты монитора, так как кардиохирургическая операционная насыщена различными приборами и специальным оборудованием, поэтому кардиомонитор выполнен в приборном корпусе размером $400 \times 280 \times 200$ мм. В его основе лежит микроЭВМ на основе микропроцессорного комплекта серии КР580. МикроЭВМ ведет обработку сигналов с трех игольчатых датчиков температуры, датчиков артериального и венозного давления; определяет минутный объем кровообращения (МОК) на основе методики термодилюции [2].

Вся измеряемая информация и вычисляемые параметры отображаются под управлением микроЭВМ на экране телевизионного приемника в 18 строках по 32 символа в каждой строке. Одноплатная микроЭВМ выполнена на двухсторонней печатной плате размером 170×200 мм. Кроме микропроцессора, схем синхронизации и шинных формирователей она включает 1 Кбайт ОЗУ, 2 Кбайт ПЗУ и параллельный порт ввода-вывода КР580ИК55. В состав монитора входят также телевизионный контроллер, плата сопряжения с датчиками, источник питания и телевизионный приемник «Электроника ВЛ-100».

Работа кардиомонитора происходит следующим образом. После включения питания монитор входит в режим диалога и предлагает оператору выбрать один из основных режимов работы — *термометрический* или *кардиогемодинамический*. Термометрический монитор отображает значение температуры в характерных отделах миокарда, например в левом и правом желудочках и межжелудочковой перегородке. Игольчатый датчик может быть установлен и в кардиоплегическую канюлю с целью измерения температуры кардиоплегического раствора, используемого для питания и охлаждения остановленного миокарда. При переходе в режим кардиогемодинамического монитора производится обработка параметров пульсовой волны артериального давления.

При этом на экране отображаются систолическое, диастолическое и среднее значения давлений в артериальном русле, а также значение давления наполнения в венозном русле. Нажатие кнопки «Пуск» вызывает процедуру термодилюционного измерения МОК, сопровождающуюся командой на введение индикаторного раствора. После обработки термодилюционной кривой вычисляются и выводятся на экран значения МОК, ударная работа и ударный объем желудочка, сосудистое сопротивление. Усредненные значения этих параметров можно получить после нескольких замеров нажатием кнопки «МОК средний». Ошибочные замеры, например, при неверном вводе индикаторного раствора могут быть исключены нажатием кнопки «//».

В процессе работы при отсутствии сигналов с датчиков или плохой проводимости катетера кардиомонитор выдает соответствующие комментарии: Нет сигнала, Нет артериального давления, Нет венозного давления, Слабая пульсовая волна. Нарушение установленного ритма сердечных сокращений сопровождается комментарием Аритмия!

Ниже более подробно рассматривается алгоритм определения параметров пульсовой волны (рис. 1). Подпрограмма обработки пульсовой волны производит запись процесса в память микроЭВМ в течение примерно 2 с. Собственно обработка кривой заключается в отыскании систолического P_{max} и диастолического P_{min} давлений, определении периода T и среднего давления как частного от деления площади под кривой за время T на величину этого интервала времени. Период равен вре-

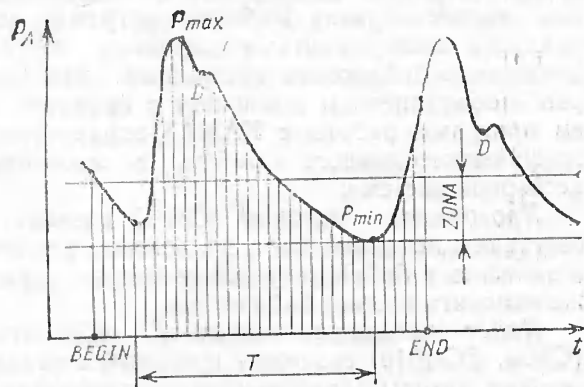


Рис. 1. Пульсовая волна артериального давления

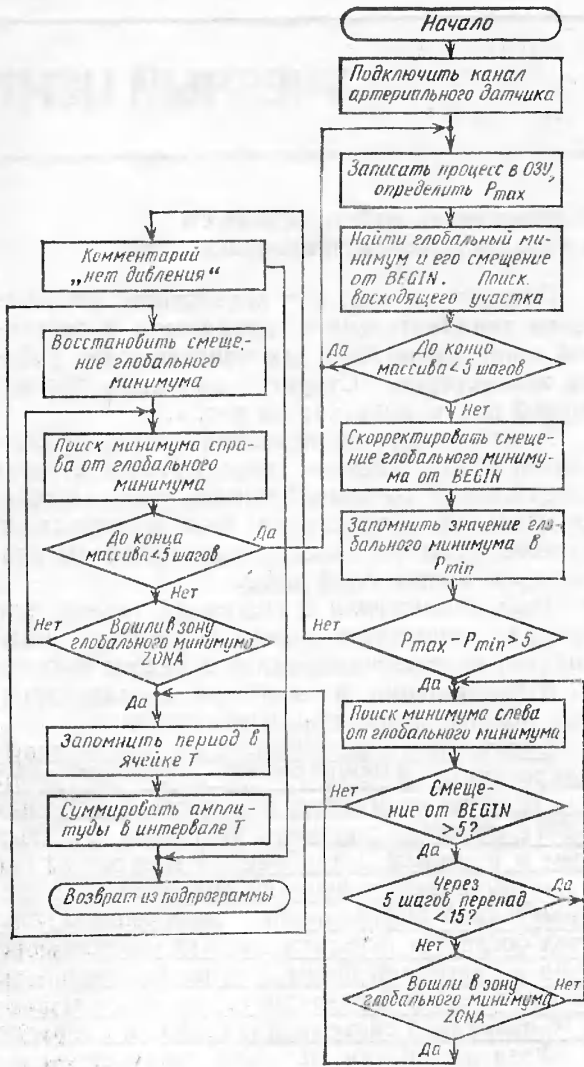


Рис. 2. Алгоритм подпрограммы обработки пульсовой волны

мени между двумя соседними минимальными значениями давления. Для устранения ошибок в определении периода, а следовательно, и частоты сердечных сокращений от дикротических провалов на кривой давления (точка Д) с клавиатуры задается ширина зоны ZONA. Внутри этой зоны относительно глобального минимума P_{min} и определяется место правого или левого минимума (рис. 2).

Из-за непрогнозируемости параметров пульсовой волны определение по ней такого параметра, как частота сердечных сокращений, возможно лишь с использованием специальных приемов математической обработки. Разработанный алгоритм достаточно прост и универсален. Однако главным его достоинством следует считать то, что он исключает необходимость измерения частоты сердечных сокращений традиционным методом по R-зубцам электрокардиограммы. В противном случае монитор лишился бы мобильности и автономности — качеств, столь желаемых и необходимых для тех специфических условий, в которых ему предстоит работать.

ЛИТЕРАТУРА

1 Малышев Ю. И., Пашнин В. Н., Захаров Е. А., Бураков Е. А. Приборы для интраоперационного контроля температуры миокарда. — Грудная хирургия, 1983, № 6, с. 69—62.

2. Levett J. M., Repligle R. L. Thermodilution Cardiac Output: A critical analysis and review of the literature. — Journal of surgical research, vol. 27, N 6, Dec. 1979, p. 392-404.

Статья поступила 17 декабря 1984 г.

РЖ ВИНТИ, 1984

9Б340. Перспективы развития систем автоматизации производства. САМ Computerunterstützte Fertigung Die Fabrik der Zukunft im Konzept. Prellwitz Erhard. «РЕМ: Process Eng. Mag.», 1984, 24, No 1—2.

Рассматриваются перспективные направления автоматизированного проектирования изделий ВТ, ведущие к созданию гибких производств — «фабрик будущего». В качестве основных признаков подобных производств выделяются возможность освоения сложных изделий без увеличения численности персонала и решение проблемы выпуска малых серий.

Исследуются вопросы взаимодействия различных структурных компонент производства, связанных с разработкой, конструированием, планированием и управлением процессом изготовления продукции.

РЖ ВИНТИ, 1984

9Б300. Персональная ЭВМ типа Macintosh фирмы Apple. Macintosh: apples troefkaart. «Mini/Micro Comput.», 1984, 6, No 2.

Описывается новая модель персональной ЭВМ фирмы Apple (США). Эта модель ЭВМ содержит многие черты предыдущей модели Lis. ЭВМ выполнена МП 68000 фирмы Motorola. МП работает с частотой 8 МГц.

Объем ОЗУ 64 Кбайт, ПЗУ 128 Кбайт. Встроенный гибкий МД фирмы Sony (Япония) имеет емкость 400 Кбайт. У встроенного дисплея размер диагонали 23 см, число точек экрана 512×343.

Размеры ЭВМ 24×24×34 см, масса 9 кг. Клавиатура дисплея выполнена в виде автономного блока, который подключается к ЭВМ жгутом. Имеется манипулятор курсора типа мыши. ЭВМ отличается тем, что дисковая операционная система хранится в ПЗУ, а ОЗУ и МД целиком отводятся для потребительских задач. Для программирования используются языки ассемблер и версия Паскаль.

УДК 681.322.1+681.325.5

Ю. И. Торгов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕСКОЛЬКИХ МИКРОПРОЦЕССОРОВ В микроЭВМ

Применение нескольких микропроцессоров — один из наиболее дешевых способов улучшения рабочих характеристик микроЭВМ: быстродействия, надежности, ремонтопригодности. Это практически единственный способ заметного сокращения времени реакции на прерывание. Применение разнотипных микропроцессоров дает возможность работать с операционными системами и программами обеспечением, разработанными для микроЭВМ других типов.

Проблему мультимикропроцессорных систем рассмотрим на примере микроЭВМ с единой системной шиной обмена информацией, не затрагивая мультимикропроцессорных систем высокой производительности со сложной архитектурой, рассчитанной на распараллеливание работ при решении больших задач.

Попеременная работа основного и дополнительного микропроцессоров

Рассмотрим схемные особенности подключения дополнительного процессора к системной шине микроЭВМ для попеременной работы процессоров. Структурная схема процессорной платы показана на рис. 1.

В наборе функциональных узлов процессорной платы имеется микропроцессор, узел сопряжения с системной шиной, узел выработки сигналов синхросерии, узел модификации адресов, узел управления подключением процессоров к системной шине.

Узел сопряжения с системной шиной, как правило, использует буферные регистры с выходами, переключающимися в режим высокого сопротивления, и одно- или двунаправленные шинные приемники-передатчики.

Специально разработанные 8-разрядные микросхемы КР580ИР82/83 и КР580ВА86/87 (в отличие от микросхем серий К589 или К531) позволяют строить этот узел компактным и с малым потреблением мощности. Помимо выполнения функций коммутации и промежуточной буферизации информации, этот узел согласует форматы данных микропроцессора и системной шины. Это необходимо при использовании 8-разрядного микропроцессора с 16-разрядной системной шиной или наоборот.

Узел выработки сигналов синхросерии подает на вспомогательный процессор синхросигналы специальной формы, фазовсинхронизованные с системной синхросерией. Так как именно синхросигнал управляет фазами временной диаграммы процессора, то фазовыми переходами, т. е. моментами переключения сигналов на выходе процессора, можно управлять так, чтобы оптимально согласовать использование системной шины как процессорами, так и всеми системными устройствами прямого доступа.

Наиболее сложно согласовать работу процессора с дисплейным видеоконтроллером, работающим с ОЗУ в режиме ПДП, так как дисплейный контроллер имеет высший приоритет при работе системы из-за невозможности задерживать обслуживание его требований доступа к ОЗУ. При отсутствии промежуточной буферизации между процессором и системной шиной, форма синхросигналов процессора должна быть такой, чтобы в моменты обслуживания дисплейного контроллера не происходило переключения адресов или обмена по ши-

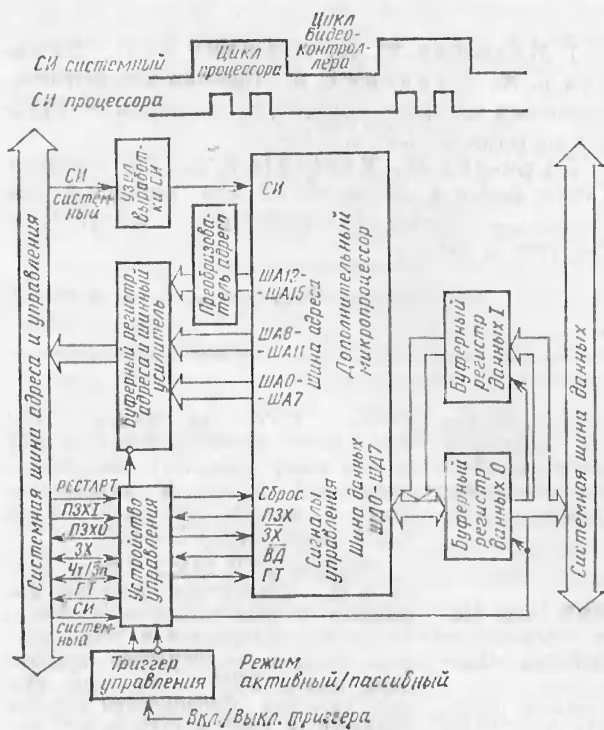


Рис. 1. Структурная схема процессорной платы с дополнительным микропроцессором

не данных процессора. Этого можно достичь, управляя формой синхросигнала, что, однако, снижает эффективную частоту, а следовательно, и скорость работы вспомогательного процессора. Еще раз подчеркнем, что введение между процессором и системной шиной промежуточной ступени буферизации информации упрощает согласование временных диаграмм работы всех узлов системы и (в общем случае) повышает скорость ее работы.

Узел модификации адресов смещает физические адреса системного ОЗУ при работе дополнительного процессора с учетом особенностей использования им отдельных областей адресного пространства. Главным образом, это относится к адресам векторов начального запуска, так как использование адресов, относящихся к дисплейному буферу, регистрам ВУ и т. п., можно согласовать в рамках системного программного обеспечения.

Совместимость адресов достигается за счет суммирования кода старших разрядов адреса вспомогательного процессора с константой смещения на дополнительном сумматоре. Это должно учитываться и программным обеспечением вспомогательного процессора при обращении к выделенным областям адресов (дисплейный буфер, регистры ВУ и т. п.).

Узел управления подключением процессоров к системной шине включает в себя программно-доступный обоим процессорам триггер. Последний управляет цепями выработки сигналов управления режимом прямого доступа и сигналов «готовность», а в ряде случаев отключением сигналов синхросерии от микропроцессора. Конкретная реализация этого узла зависит от схемы подключения микропроцессора к сигнальной шине и особенностей перевода микропроцессора в пассивный режим.

При начальном пуске системы триггер устанавливается в состояние, при котором основной процессор активен, а вспомогательный — отключен и находится в пассивном состоянии. Команда обращения к триггеру выключает основной процессор и подключает дополнительный. Обратное переключение происходит так же.

Если при переводе микропроцессора в пассивный режим синхросерия отключается, то необходимо предусмотреть ее периодическое включение на 1 такт совместно с пассивным сигналом «готовность». При этом регенерируются динамические ячейки хранения информации микропроцессора (случайная информация, находящаяся в этот момент на его шине данных, на этот процесс не влияет).

Так как при регенерации пассивного процессора он не теряет информацию и всегда готов к работе, его можно использовать для выполнения подпрограмм, например обслужи-

вания периферийных устройств, при выполнении программы вспомогательным процессором. В этом случае между основным и дополнительным микропроцессорами параметры передаются через «почтовый ящик» — выделенную область в ОЗУ.

Подключение процессорной платы с дополнительным процессором, работающим попеременно с основным, позволяет использовать готовые блоки программного обеспечения любого из процессоров другим процессором во время его работы. Такая возможность зачастую резко сокращает необходимость разработки собственных программ. Это относится, в частности, к программным драйверам внешних устройств, которые находятся в ПЗУ, установленных на платах контроллеров.

Программные блоки процессора, которыми должен пользоваться другой процессор, оформляются в виде подпрограмм. Активный процессор при необходимости обратиться к подпрограмме, выполняемой вторым процессором, подготавливает данные — «параметры», с которыми должна работать вызываемая подпрограмма.

Параметры и результаты передаются обычно через стек или выделенные буферные ячейки в ОЗУ, доступные обоим процессорам.

Адрес вызываемой подпрограммы заносится в пару ячеек, называемых «вектором обращения». После этого активный процессор отключает себя и включает второй процессор, выполняя команду обращения к «триггеру активности».

После завершения выполнения подпрограммы второй процессор отключает себя тем же способом, после чего продолжает работу процессор, заказавший обращение к подпрограмме.

Параллельная работа основного и дополнительного микропроцессоров или процессорных плат

Повысить реальное быстродействие микроЭВМ при заданном быстродействии ее компонентов можно, сократив время простоя и непроизводительные потери времени, связанные с особыми режимами работы аппаратуры или программ. Обычно микропроцессор — самый медлительный компонент микроЭВМ. Но длительность цикла работы микропроцессора определяет длительность цикла работы всех остальных компонентов системы, каким бы коротким ни был их собственный цикл.

Так, при тактовой частоте 5 МГц цикл микропроцессора K1810BM86 — ~ 1 мкс, а цикл большинства современных ОЗУ ~ 300 нс.

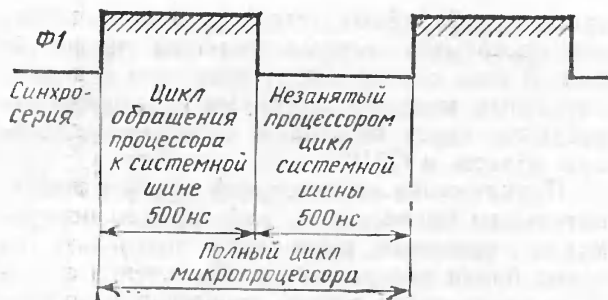


Рис. 2. Синхронный режим использования микропроцессором системной шины (упрощает параллельное подключение дополнительных процессоров)

В соответствии со своей временной диаграммой микропроцессор использует системную шину только часть времени выполнения любой операции. Остальное время информация обрабатывается внутри микропроцессора. Время простоя системной шины и большинства других функциональных узлов микроЭВМ можно использовать для работы добавочных процессоров, подключенных к системной шине параллельно с основным через быстродействующее устройство коммутации на базе шинных усилителей-передатчиков.

Режим использования процессором системной шины может быть синхронным и асинхронным.

При *синхронном* режиме работы процессор пользуется шиной только в одном полупериоде

синхросерии (рис. 2). Второй полупериод может быть отдан любому устройству, в том числе добавочному процессору, для работы с системной шиной. При этом полностью отсутствуют взаимные помехи, и скорость работы каждого процессора максимальна.

При *асинхронном* режиме работы обращения к системной шине зависят от типа выполняемой операции (КР580ИК80 (рис. 3), К1810ВМ86). Поэтому циклы обращения к системной шине и паузы, в течение которых могут работать другие процессоры, распределены во времени достаточно случайным образом. Отсюда неизбежны ситуации, когда один процессор должен ждать паузы в работе другого. Это несколько снижает скорость каждого из них.

Расчеты показывают, что при равенстве цикла системной шины циклу процессора, параллельное подключение двух процессоров снижает скорость каждого на 20...30%, но их общая производительность повышается на 30...40%. Дальнейшее увеличение количества процессоров снижает производительность системы из-за потерь времени на ожидание.

Когда быстроедействие системной шины и ОЗУ значительно выше, чем у процессора, и один процессор не может полностью использовать их возможности, добавочные процессоры заметно повышают производительность системы. Однако при этом требуется усложнять схему подключения процессора к системной шине, используя буферизацию всех сигналов на промежуточных регистрах. Таким образом, процессор непосредственно работает с проме-

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР (см. также на стр. 44)

ПРИМИТИВНОСТЬ СУЩЕСТВУЮЩИХ ФОРМАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЗНАНИЙ*

Качество и сложность знаний, которыми мы научились оперировать в ЭВМ к настоящему моменту, примерно так же относятся к сложности реальных знаний, как содержание текстов из хрестоматии 2-го класса к миру «Братьев Карамазовых». В значительной степени это определяется теми весьма примитивными принципами идеализации реальных знаний, на которых до последнего времени базировался наш формальный аппарат. По мере того как мы пытаемся строить модели понимания, приближающиеся по своим возможностям к восприятию и переработке информации у человека, становится все более очевидным, что структура этой информации совер-

шенно не соответствует по своему характеру тем формальным объектам, с которыми имеет дело традиционная математика. Если для этих последних считаются обязательными определенность, точность, полнота, замкнутость, непротиворечивость и т. д., то новые — антропоморфные — компоненты аппарата знаний отражают те свойства «человеческой» модели мира, которые характеризуются неполнотой, отсутствием точности, незамкнутостью, возможностью разного рода противоречий и т. д.

Учет каждого из этих факторов, представление его роли в системе знаний соответствующими формальными средствами, исследование и адекватное отражение весьма тонких законов взаимодействия этих факторов между собой — огромная задача, размеры и важность которой нам еще только предстоит осознать.

* Нариньяни А. С. Перспективы развития вычислительной техники и интеллектуализации ЭВМ. — Препринт № 521. — Новосибирск, ВЦ СО АН СССР, 1984.

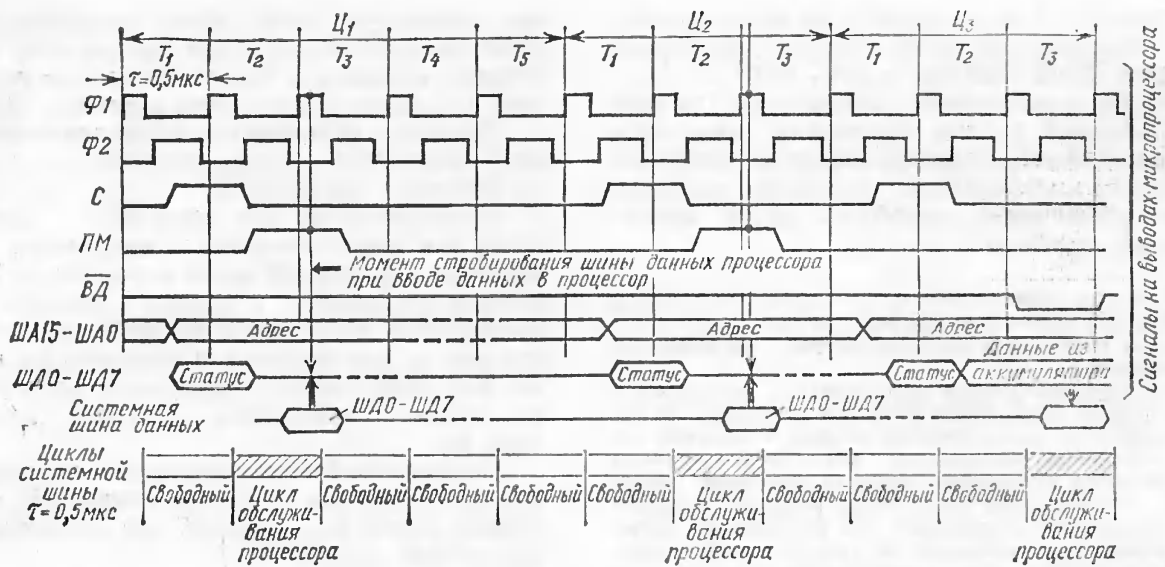


Рис. 3. Временная диаграмма сигналов на выводах микропроцессора КР580ИК80 при выполнении команды «Output» и моменты использования системной шины для обслуживания процессора. При частоте $f_{СИ} = 2$ МГц и цикле системной шины, включая ОЗУ, 500 нс в каждом машинном такте остается от двух до четырех неиспользуемых циклов

жучочными регистрами, в соответствии со своей временной диаграммой. Когда на регистрах появилась вся информация, необходимая для работы с системной шиной, организуется цикл обмена между ней и регистрами, который обычно значительно короче цикла процессора (рис. 4). Быстродействующее устройство управления анализирует информацию о состоянии процессоров, определяет режим использо-

вания системной шины в данном цикле и приоритетность работ, выполняемых каждым из процессоров, затем выбирает процессор, которому разрешается использование шины в данном цикле, подключает его к системной шине и приостанавливает при отключении.

Быстродействие такого устройства управления должно быть, по крайней мере, на порядок выше, чем у микропроцессоров. Поэтому оно

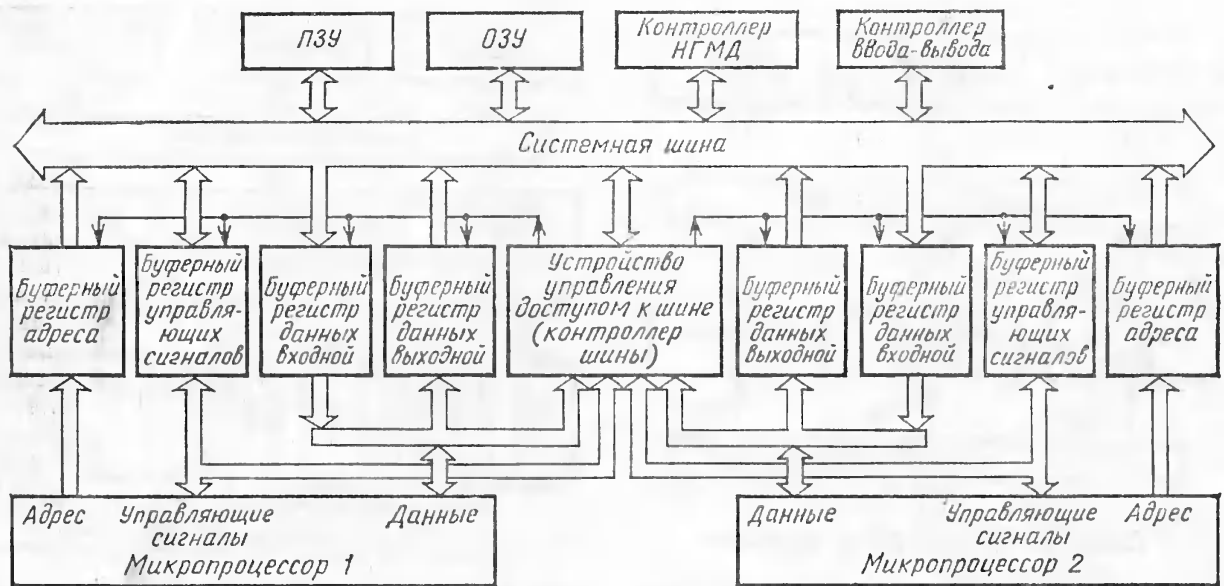


Рис. 4. Подключение двух процессоров к системной шине микроЭВМ через буферные регистры. Управление доступом каждого процессора к шине осуществляется «контроллером шины»

выполняется в виде автомата на комбинационных элементах или ПЛМ. Пример такого контроллера шины Multibus — БИС i8288.

Чтобы использовать повышенное (за счет параллельной работы нескольких микропроцессоров) быстродействие системы, требуется серьезная модернизация системного программного обеспечения, способного вести параллельные процессы.

Пример. Сокращение непроизводительных потерь времени при выполнении программ за счет введения добавочных процессоров проиллюстрируем на обработке прерываний.

Как известно, реакция на прерывание начинается с упрятывания содержимого регистров процессора, за которым следует инициализация-загрузка в регистры новой информации, необходимой для работы программы обслуживания прерывания. После ее окончания происходит восстановление содержимого регистров процессора информацией, сохраненной при упрятывании. Время упрятывания-восстановления, по существу, непроизводительно теряется, а время инициализации процессора задерживает начало собственно обслуживания прерываний.

Введение вспомогательного процессора для обработки прерываний исключает потери времени на упрятывание-восстановление.

При возникновении прерывания основной процессор, сохраняя текущее состояние регистров, приостанавливается и отключается от системных шин. Вспомогательный процессор подключается вместо него. После завершения обработки прерывания последней командой вспомогательный процессор отключает себя от системных шин и подключает основной процессор, продолжающий выполнение прерванной программы.

Если в системе не предусмотрена параллельная работа процессоров, то вспомогатель-

ные процессоры могут быть постоянно подключены к системной шине параллельно с основным, находясь в приостановленном состоянии, аналогичном состоянию в режиме ПДП.

Повысить надежность и ремонтпригодность микроЭВМ можно, включая параллельно несколько процессоров.

Наиболее прост для реализации случай, когда все дополнительные процессоры подключены к системной шине параллельно с основным и находятся в приостановленном состоянии (т. е. находятся в «горячем резерве»), так как на них подается с внешнего аппаратно- или программно-управляемого коммутатора сигнал требования прямого доступа (рис. 5).

Работоспособность активного процессора анализируют на этой же микроЭВМ с помощью тестов или внешних по отношению к микроЭВМ средств.

Дополнительный процессор из пассивного состояния в активное (для замены рабочего процессора) переходит за несколько микросекунд. За это время сигнал «требования прямого доступа» переключается с одного из дополнительных процессоров на основной, очередной цикл основного процессора завершается, он отключается от шины и запускается дополнительный процессор, становящийся теперь рабочим.

Так, например, можно работать на машине «Электроника 60» с несколькими процессорными платами М1 или М2.

Схема параллельного подключения не-

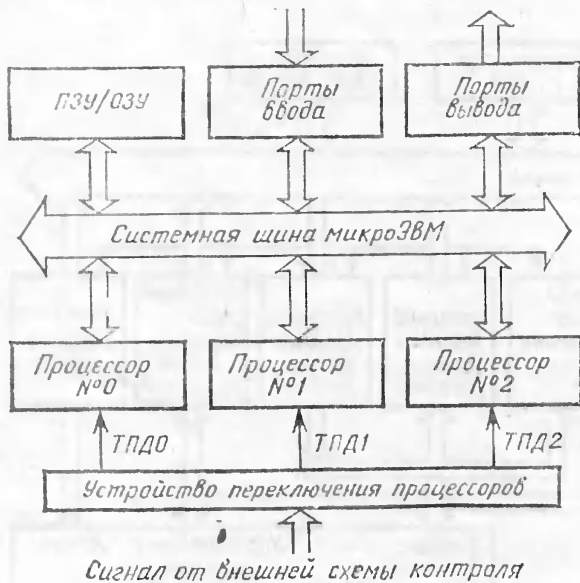


Рис. 5. Параллельное включение нескольких микропроцессоров в микроЭВМ при резервировании с возможностью быстрого переключения (одновременно с микроЭВМ работает только один из микропроцессоров)

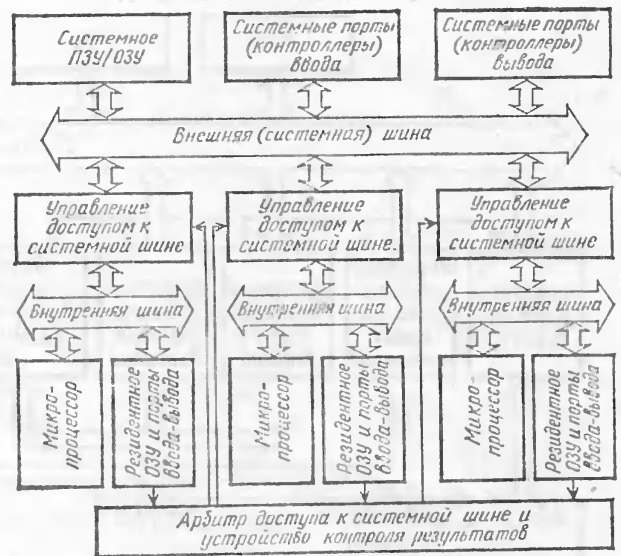


Рис. 6. Параллельное подключение к системной шине одноплатных микроЭВМ с внутренней шиной для обеспечения возможности эффективной взаимной проверки при параллельной автономной работе каждой из них

скольких процессорных плат с резидентными ОЗУ и ПЗУ или одноплатных микроЭВМ (с отдельными внутренней и внешней шиной) к единой внешней сигнальной шине, к которой уже подключены системные устройства ввода-вывода, расширения ОЗУ и т. п., изображена на рис. 6. Эта схема более сложная, однако обеспечивает экспресс-диагностику.

Пример одноплатной микроЭВМ с такой структурой — «Электроника НЦ-80-01Д». С системной шиной работает только один процессор. Остальные либо автономно работают в режиме тестов (используя только свое резидентное ОЗУ/ПЗУ и внутреннюю шину), либо могут быть запущены в режиме параллельного счета с периодической сверкой результатов (через внешнюю системную шину или порты ввода-вывода).

Применение разнотипных процессоров в одной ПЭВМ — обычное явление. Оно преследует цель повысить скорость выполнения программ, разработанных для данной ПЭВМ, либо обеспечить возможность выполнения в ней программ, созданных для ПЭВМ других типов или в рамках других операционных систем.

Для ПЭВМ «Apple» с процессором 6502 ряд фирм выпускает процессорные платы с процессорами 6809 (фирма Stellation), i8088 (Coproprocessors), i8088 и i8087 (AIF), арифметическим процессором АМД 9511 (Computer Station), 68000 (Digital Acoustics), Z80 (Microsoft) и др. Стоимость процессорной платы обычно не превышает 25% стоимости ПЭВМ (без стоимости периферии). Плата устанавливается в стандартный разъем подключения к системной шине (в ПЭВМ «Apple» 7 таких разъемов).

Одновременно фирмы поставляют системное программное обеспечение (ПО), адаптированное для работы ПЭВМ с дополнительной процессорной платой.

При установке процессорной платы с процессором 6809 скорость выполнения программ на языке «Паскаль» увеличивается примерно в 2 раза. Поставляемая совместно с платой операционная система OS-9 содержит много полезных особенностей, заимствованных из ОС UNIX, в том числе иерархическую структуру каталогов файлов, многозадачность и др. Имеющийся в OS-9 язык «Бейсик-09» содержит ряд возможностей, заимствованных из языка «Паскаль», а ассемблер 6809 позволяет создавать эффективные программы, способные работать на всех ПЭВМ с этим процессором.

Процессорная плата с процессором i8088 позволяет пользователям ПЭВМ «Apple» работать с ОС CP/M-80, CP/M, CP/M-86, т. е. обеспечивает программную совместимость с ПЭВМ IBM PC и «RAINBOW» фирмы DEC.

Процессор i8088 также обеспечивает 2,5—3-кратное ускорение работы стандартного ПО «Apple». Процессор 68000 настолько повышает скорость работы «Apple», что оказывается возможным генерировать в реальном времени детальное изображение движущихся сложных трехмерных объектов.

Статья поступила 9 января 1985 г.

УДК 681.325

Е. Т. Крылов, Е. Э. Крылова, Л. П. Медведева

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

Для ряда применений микропроцессорных систем сбора и обработки информации характерно непостоянство темпа ее поступления, например, в системах обработки сигналов в импульсной радиолокации. В этом случае обработка полезной информации, заключенной в отраженном сигнале, часто должна вестись в темпе, существенно превышающем максимальную скорость ввода информации обрабатывающим микропроцессором (МП). В промежутке между приходом отраженных сигналов полезная информация отсутствует.

Такую ситуацию качественно можно охарактеризовать тем, что, в то время, как средний темп «обновления» информации оказывается существенно меньше того, который допускает МП, максимальный темп ее обновления заодно превышает его возможности.

Простой способ избежания распараллеливания обработки информации в подобных ситуациях — применение на входе системы аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с переменной частотой квантования и буферного запоминающего устройства (ЗУ), подключаемого к выходу АЦП при максимальном потоке информации.

Рассмотрим работу АЦП, предназначенного для данного случая квантования от $f_0=24$ МГц до примерно 97 кГц, определяемых по формуле $f_n=f_0/n$, где $n=1...256$. Коэффициент задается на преобразователь в виде внешнего двоичного 8-разрядного ТТЛ-кода. Апертурное время преобразователя не зависит от частоты квантования и составляет примерно 12 нс.

Преобразователь на основе интегрального параллельного АЦП типа К1107ПА1 с дополнительными элементами и управляемого внешним кодом генератора тактовых импульсов. Примененная схема включения преобразователя К1107ПА1 (рис. 1) несколько отличается от схемы включения его прототипа ТДС1007J фирмы TRW [1]. Во-первых, изменена схема входного буферного усилителя (М1, Т1). Используемый усилитель при работе на полное входное сопротивление обеспечивает в пределах точности преобразователя К1107ПА1 (1%) полосу пропускания примерно 15 МГц при $K=-2$, т. е. в пределах собственной полосы пропускания этих АЦП примерно 7 МГц [2] не оказывает влияния на их точностные характеристики. Время установления усилителя после перегрузки амплитудой +1 В с точностью 0,5% не превышает 150 нс.

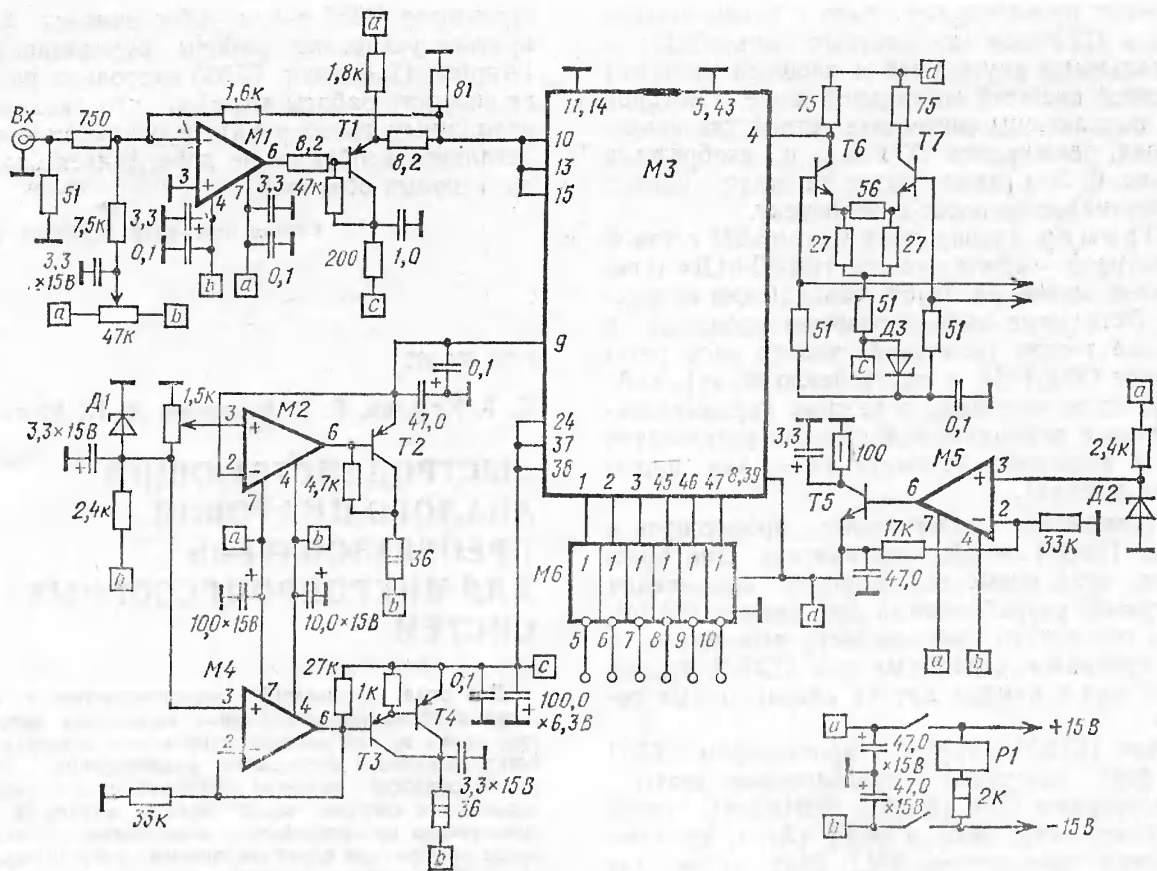


Рис. 1. Схема аналого-цифрового преобразователя.
 Микросхемы: M1-K154УДЗ; M2, 4, 5-K140УД7; M3-K1107ПА1; M6-K531ЛН2П. Транзисторы: T1-2Т3109; T2-KТ626; T3-2Т326; T4-KТ835; T5-KТ928; T6, 7-2Т607А. Д1, 2-2С433; Д3-2С147; P1 — реле РСМ-1

Преобразователь нагружен на инверторе К531ЛН2П (M6), имеющее выход с открытым коллектором. Это позволяет легко согласовать его с магистралью передачи данных.

Для сокращения числа внешних источников питания и снятия присущих этим схемам [1] ограничений на порядок их включения применены вторичные источники питания (M4, T3, T4; M5, T5 и реле P1).

Наиболее существенным параметром АЦП, более важным, чем максимальная частота квантования, является апертурное время преобразователя. Согласно заводским данным на микросхему К1107ПА1 этот параметр колеблется от 10 до 15 нс. Реализация стробирующего импульса такой длительности с ТТЛ-уровнями (0,4... 2,4 В) даже на ТТЛ-схемах с диодами Шотки представляется нереальной. Для максимального использования апертурных возможностей преобразователя тактовый импульс формируется в управляющем генераторе (рис. 2) в ЭСЛ-уровнях и преобразуется в необходимые ТТЛ-уровни преобразователем на СВЧ транзисторах КТ607А (T6, T7, см. рис. 1). Длительность фронтов сформированного таким образом импульса (между уровнями 0,4...2,4 В) не превышает 2 нс.

Генератор тактовых импульсов (см. рис. 2) состоит из задающего генератора на микросхеме M1, управляемого делителя частоты M2, M3. Управление частотой квантования осуществляется внешним кодом через преобразователи уровня M4, M5. С выхода M6 паразитный

стробирующий импульс, имеющий ЭСЛ-уровни, подается на схему преобразования уровня (T6, T7, см. рис. 1), управляющую работой АЦП.

Так как сигнал длительностью 12 нс непригоден для управления работой внешних устройств, то с помощью микросхем M7, M8 длительность его увеличивается до 25...30 нс, и он подается на выход генератора.

Рассмотренный генератор позволяет изменять частоту тактовых импульсов в 256 раз. Это происходит в момент появления импульсов переноса в каждом из счетчиков К500ИЕ136 (M2, M3), т. е. максимальная задержка этого изменения не превышает одного периода предыдущей тактовой частоты.

На то время, когда частота квантования превышает частоту ввода информации в память МП, к выходу преобразователя подключается буферное ЗУ, выполненное на микросхемах К537РУ2 с тактом обращения до 2,5 МГц. Для увеличения частоты обращения в буферное ЗУ до 10 МГц в него вводится не шестистбитное, а трехбайтовое слово.

Алгоритм управления частотой квантования зависит от вида исследуемого сигнала и способа его обработки, поэтому вряд ли может быть универсальным.

Потенциальные возможности преобразователя. В [2] максимальная рабочая частота преобразователей К1107ПА1 и ТДС1007J оценивалась как частота такого синусоидального сигнала, вершина которого успевает вызвать срабатывание компаратора старшего разряда.

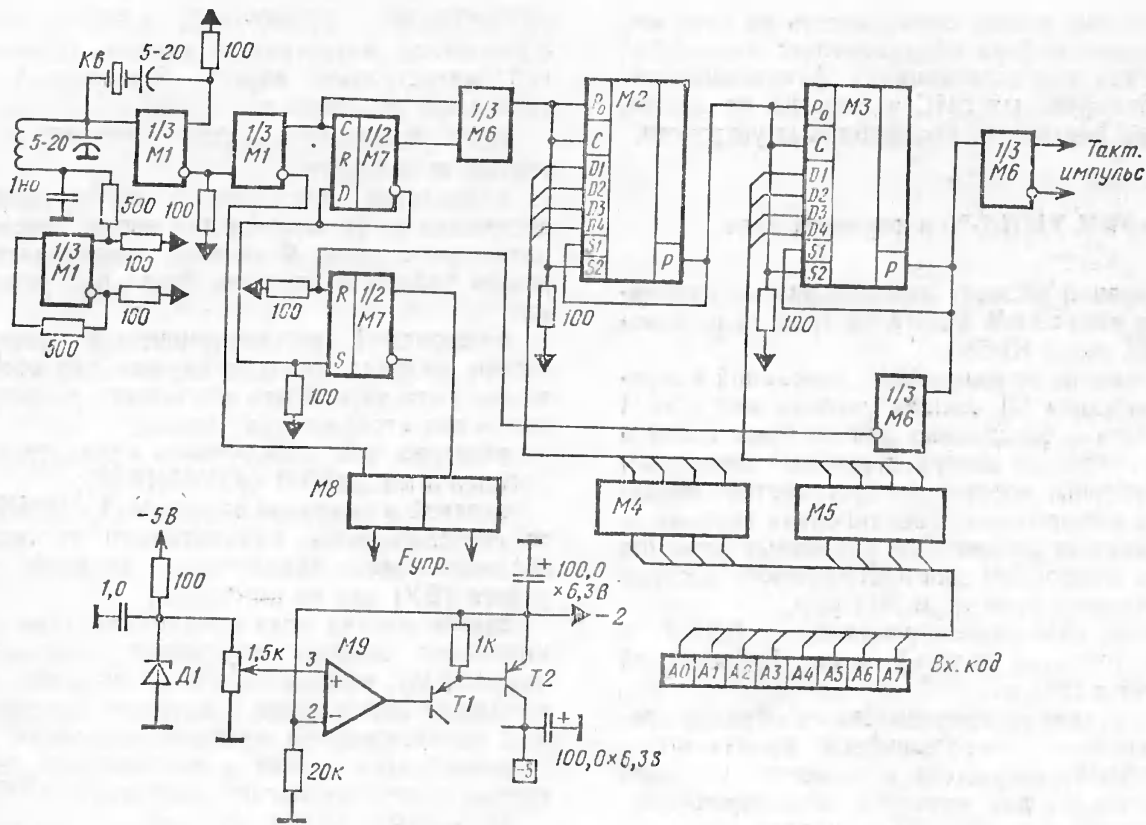


Рис. 2. Схема генератора тактовых импульсов.
 Микросхемы: M1, 6-K100ЛМ109; M2, 3-K500HE136; M4, 5-K500ПУ124; M7-K100ТМ131; M8-K100ЛЛ100;
 M9-K140УД7. T1-2Т326; T2-КТ835; Д1-2С433; Кв — кварцевый резонатор с частотой 48 МГц

По этим оценкам она составляет для интегральных АЦП указанных типов примерно 7 МГц. Эта частота вполне соответствует их максимальной частоте квантования 20...30 МГц. Однако оценки такого рода пригодны далеко не во всех приложениях. Действительно, для 6-разрядного преобразователя К1107ПА1 шаг квантования составляет 32 мВ, поэтому при апертурном времени примерно 12 нс входной сигнал со скоростью нарастания в 2 В/мкс успевает измениться на один младший разряд за время квантования. Указанная скорость нарастания входного сигнала соответствует синусоидальному сигналу амплитудой 1 В с частотой 30 кГц. При более высокой частоте входного сигнала младший разряд становится неопределенным, и преобразователь работает фактически как 5-разрядный. Для аналогичных 8-разрядных преобразователей соответствующая макси-

мальная частота входного синусоидального сигнала составляет 70 кГц.

Таким образом, для применений, связанных с восстановлением формы сигнала (цифровая осциллография) или их спектральной обработкой, фактическая полоса частот оказывается много уже указанных выше 7 МГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bucklen W. K., Digitizer with monolithic flash a—d converters. Electronic Design, 1980, N 19, p. 93—95.
2. Бахтияров Г. Д., Дзарданов П. А. Состояние техники и перспективы развития быстродействующих аналого-цифровых преобразователей. — Приборы и техника эксперимента, 1982, № 6, с. 5—20.

Статья поступила 27 сентября 1984 г.

УДК 681.322.1+681.325.5

Л. Н. Преснухин, Д. И. Панфилов, О. А. Романенко, С. Г. Шаронин

ЛАБОРАТОРИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ КОМПЛЕКТОВ С ФИКСИРОВАННЫМ НАБОРОМ КОМАНД

При изучении основ микропроцессорной техники нужно рассматривать типичные для микропроцессоров определенной группы схемотехнические решения и методы программного управления.

У нас в стране и за рубежом широко распространены микропроцессоры, реализованные в одной БИС, с фиксированной для нее системой команд; ограниченным числом внешних

магистралей и последовательным выполнением команд (серии КР580, К582, К586, К1810). МПК серии КР580, один из самых развитых к настоящему времени, постоянно расширяется. Базовый комплект содержит БИС микропроцессора, ряд СИС, обеспечивающих ее работу, БИС программируемого таймера, программируемые интерфейсные БИС и три контроллера периферийных устройств.

Обучение можно организовать на базе минимального набора оборудования: микроЭВМ [1], стенда для исследования функционирования интерфейсных БИС и схем на их основе, а также различных периферийных устройств.

МикроЭВМ УМПК-80 и комплект плат

Основной элемент лаборатории — лабораторная микроЭВМ УМПК-80 (рис. 1) на основе МПК серии КР580.

В отличие от микроЭВМ, описанной в журнале «Радио» [2], данная учебная микроЭВМ разработана специально для учебных целей и имеет открытый доступ к любым элементам ее структуры, простейшие устройства ввода-вывода информации. Операционная система ее предполагает реализацию различных режимов работы микроЭВМ для программного доступа к внутренним регистрам МП БИС.

МикроЭВМ экспонировалась на ВДНХ в 1983 г. (золотая медаль) и на Лейпцигской ярмарке в 1984 г.

Испытания ее промышленного образца прошли успешно; начато серийное производство. МикроЭВМ утверждена в качестве учебного оборудования для изучения микропроцессорной техники в вузах, ПТУ и школах.

МикроЭВМ УМПК-80 предназначена для исследования структуры, режимов работы схемотехнического и программного обеспечения микропроцессора КР580ИК80 и характеризуется значительными функциональными возможностями, простотой управления, большим числом элементов индикации, наглядностью и защитой от различных некорректных действий пользователя.

В состав микроЭВМ (рис. 2 [1]) входят: блок центрального процессора КР580ИК80 со схемой тактового питания (КР580ГФ24); формирователи магистралей микроЭВМ

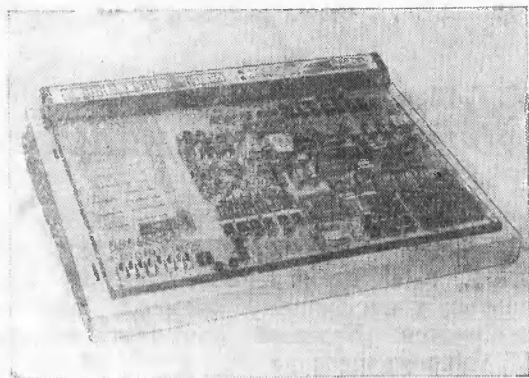


Рис. 1. МикроЭВМ УМПК-80

(КР580ВА86, КР580ИР82, КР580ВК28) с 8-разрядной магистралью данных, 16-разрядной магистралью адреса, 5-разрядной магистралью управления;

ПЗУ (КР556РТ7) и ОЗУ (КР537РУ8) емкостью по 2 Кбайт;

клавиатура ввода данных и управления, состоящая из 16 клавиш для ввода шестнадцатеричных кодов, 9 клавиш, определяющих режим работы и клавиши начальной установки;

6-разрядный восьмисегментный дисплей, четыре разряда которого служат для отображения кода адреса или мнемоники регистра и два — для отображения данных;

регистры для подключения клавиатуры и дисплея к микроЭВМ (КР580ИР82);

входной и выходной регистры (КР580ИР82) со светодиодными индикаторами состояния, обеспечивающие подключение внешних устройств (ВУ) или их имитацию;

схемы выдачи кода прерывания (для формирования вектора внутренних прерываний микроЭВМ), выдачи звуковых сигналов, ввода-вывода информации с бытового магнитофона с использованием фазового кодирования;

дешифратор адреса и светодиодные индикаторы состояния магистралей микроЭВМ.

МикроЭВМ УМПК-80 собрана на одной плате размером 240×230 мм. В ее корпусе установлен сетевой источник питания с защитой от перегрузки. Там же расположено гнездо для подключения к магистральям платы размером 120×230 мм.

Управляющая работой микроЭВМ программа (1,2 Кбайт) записана в ПЗУ. Остальной объем ПЗУ занимают демонстрационные и вспомогательные программы для проведения лабораторных работ.

Управляющая программа состоит из тестовой программы, программ начальной установки, выдачи сообщений на дисплей, чтения клавиатуры, обслуживания схемы выдачи звуковых сигналов, ввода-вывода информации с магнитофона, сохранения содержимого регистров МП БИС при обслуживании сигналов прерывания, а также программ, обеспечивающих различные режимы работы:

ввод с клавиатуры адреса;

вывод содержимого любого адреса памяти на дисплей с отображением кода адреса;

последовательный просмотр содержимого адресов;

ввод данных с клавиатуры и запись их по любому адресу;

выполнение программ по машинным циклам, по командам и в реальном масштабе времени с адреса, указанного на дисплее с заданным содержимым регистров МП БИС;

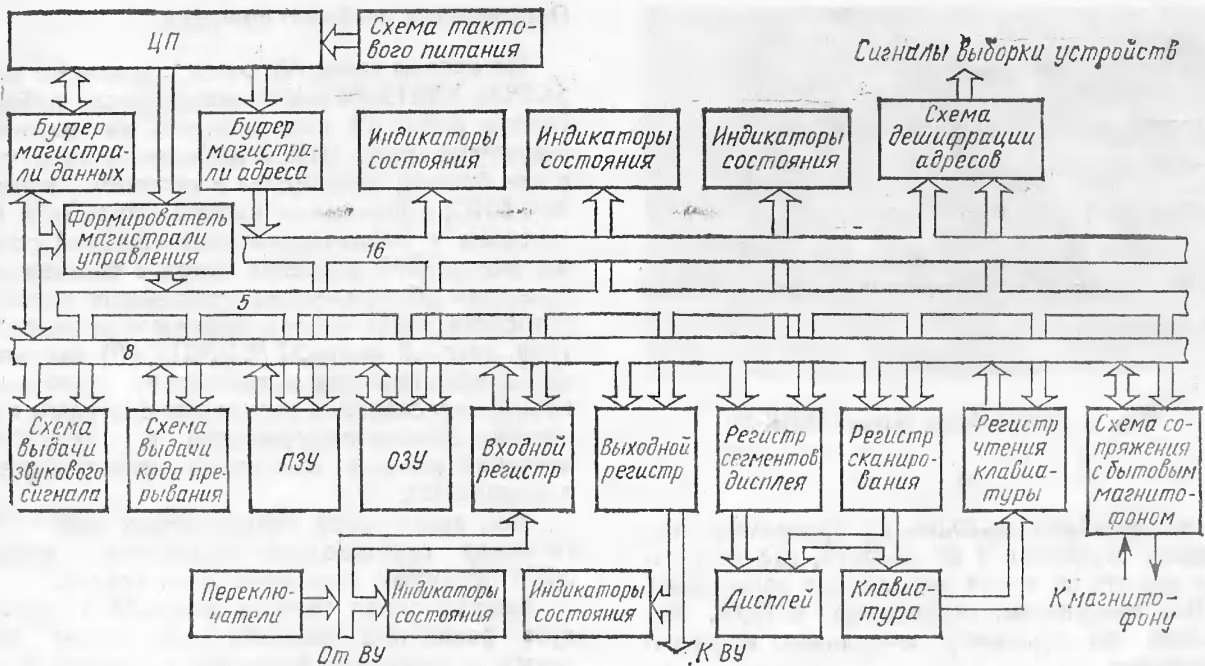


Рис. 2. Структурная схема микроЭВМ УМПК-80

останов программы по требованию пользователя или по команде возврата на управляющую программу с выводом на дисплей адреса, записанного в программном счетчике МП БИС, и его содержимого на момент останова; вывод содержимого любого внутреннего программно-доступного регистра на момент останова с отображением мнемоники регистра;

корректировка содержимого внутренних регистров МП БИС на момент останова; обращение к содержимому программного счетчика на момент останова для повторного запуска программы.

Работа микроЭВМ начинается с тестирования ПЗУ, ОЗУ и дисплея. При несовпадении просчитанной контрольной суммы ПЗУ с эталонной или при обнаружении в ОЗУ ошибок записи-чтения выдается соответствующее сообщение.

При успешном выполнении теста центральный процессор проводит начальную установку всех регистров, на дисплей выводится сообщение «НАЧАЛО», выдается звуковой сигнал, и микроЭВМ переходит в режим ожидания ввода команд управления. Все возможные переходы от режима к режиму можно проследить на рис. 3 [1].

Кроме того, управляющая программа обеспечивает защиту от различных некорректных действий пользователя, в том числе защиту области ОЗУ, в которой размещается программа пользователя, от случайной записи и защи-

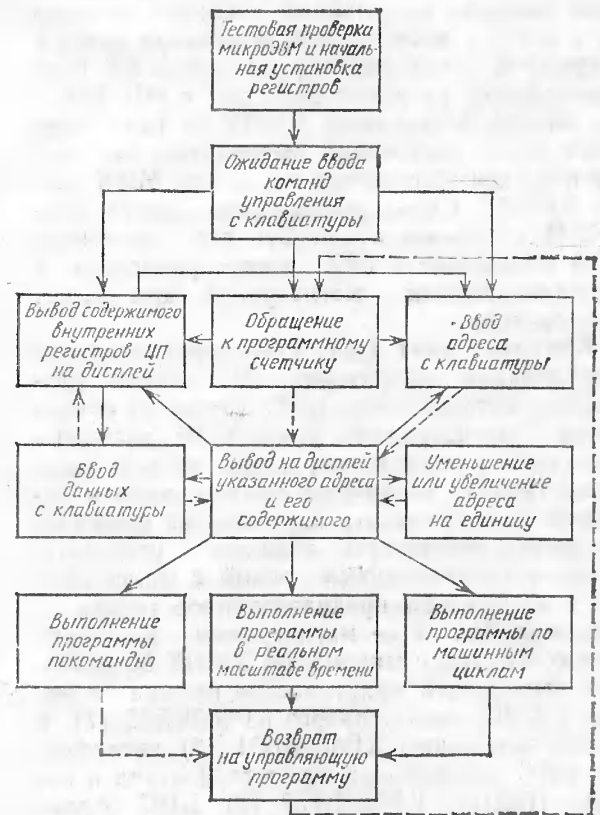


Рис. 3. Схема возможных вариантов изменения режимов работы обучающей системы: (—) — изменение режимов работы по командам пользователя; (---) — изменения, вызванные выполнением подпрограмм управления

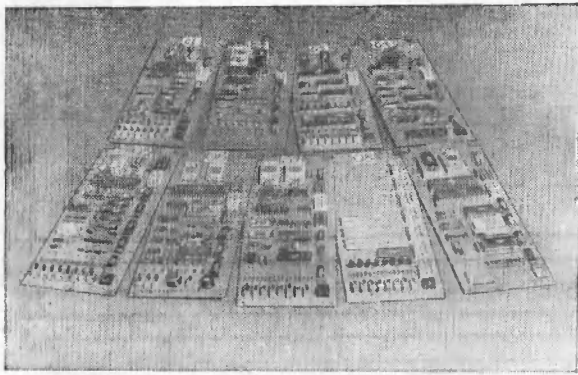


Рис. 4. Интерфейсные платы УМПК-80

ту от случайных выходов на программу начальной установки и на область, где отсутствует память во время выполнения программы.

Все программы, записанные в ПЗУ, построены по принципу модульного программирования.

В микроЭВМ возможен открытый доступ к магистралям с выборочным запретом воздействия внешних прерываний, сигналов готовности и захвата магистралей. Благодаря этому к микроЭВМ подключаются различные ВУ (для исследования их взаимодействия с МП БИС) или интерфейсный блок УМПК-80 (для изучения основ построения вычислительных систем и систем управления на основе МКК серии КР580). Схема дешифрации адреса микроЭВМ позволяет отключать все системные ВУ и использовать БИС микропроцессора с формирователями магистралей для задач пользователя.

Комплект плат (рис. 4) — дополнительное оборудование лаборатории. На платах размещены: интерфейсные БИС; схемы их сопряжения с магистралями микроЭВМ; элементы индикации и управления; схемы, позволяющие осуществлять различные режимы работы интерфейсов и облегчать изучение их функционирования; имитаторы внешних устройств. Платы устанавливаются рядом с микроЭВМ или в специально предназначенное гнездо и подключаются к ее магистралям. Комплект плат совместно с микроЭВМ УМПК-80 позволяет выработать практические навыки в работе с БИС параллельного КР580ВВ55 (1) и последовательного КР580ВВ51 (2) интерфейсов, БИС контроллера прямого доступа к памяти (ПДП) КР580ВТ57 (3), БИС блока приоритетных прерываний (БПП) КР580ВН59, схемы БПП К589ИК14 (4), БИС контроллера электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) КР580ВГ75 (9), БИС контроллера клавиатуры и дисплея КР580ВВ79.

Организация учебного процесса

На первом этапе обучения с помощью микроЭВМ УМПК-80 выполняется цикл лабораторных работ [3], направленных на изучение структуры микроЭВМ и назначение входящих в нее блоков; знакомство с системой команд МП БИС; с режимами работы микроЭВМ и с составом и назначением операционной системы микроЭВМ; освоение методов составления программ обслуживания простейших внешних устройств ввода-вывода информации (клавиатура, дисплей микроЭВМ УМПК-80), выполнение арифметических и логических преобразований; исследование временных диаграмм процессов обмена информацией в микроЭВМ; изучение методов отыскания неисправностей в микроЭВМ.

При выполнении лабораторных работ этого цикла светодиодные индикаторы микроЭВМ отражают состояние магистралей.

Операционная система микроЭВМ реализует различные режимы выполнения программ и сервисные функции; совместно с индикаторами стенда она позволяет без дополнительного оборудования проанализировать происходящие процессы. Для исследования временных диаграмм работы микроЭВМ в циклическом режиме выполнения программ используется осциллограф.

На втором этапе обучения выполняются два цикла лабораторных работ: изучение особенностей работы микроЭВМ с внешними устройствами (ВУ) и использование ее как управляющего элемента в системах автоматики. Основное внимание уделяется исследованию режимов работы, программирования функционирования интерфейсных БИС МКК и их использованию для построения интерфейсов; изучению алгоритмов обработки данных и методов организации обмена информацией между микроЭВМ и внешними устройствами.

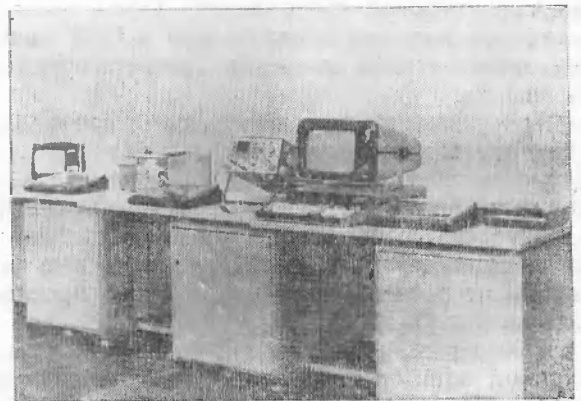


Рис. 5. Внешний вид рабочих мест микропроцессорной лаборатории

Большинство этих задач можно решить, используя входящие в состав лаборатории платы. С помощью этих плат выполняется цикл лабораторных работ: «Функционирование и программирование интерфейсных БИС»; «Методы организации обмена информацией между микроЭВМ и внешними устройствами в параллельном и последовательном кодах»; «Организация временных интервалов в микроЭВМ, создание программируемых генераторов импульсов, делителей частоты и счетчиков событий»; «Обмен данными между памятью микроЭВМ и внешними устройствами с использованием ПДП»; «Обмен данными с микроЭВМ по сигналам прерывания».

При использовании двух микроЭВМ УМПК-80 исследуют организацию однонаправленного и двунаправленного обмена данными между двумя микроЭВМ в параллельном, последовательном кодах и с использованием ПДП.

Изучаются методы сопряжения с АЦП и ЦАП и организации на их основе многоканальных измерительных комплексов;

схемы двунаправленной связи с микроЭВМ «Электроника НМС 11100.1» и с устройством вывода на перфоленту и фотосчитывателем через байтовый параллельный интерфейс на основе БИС КР580ВВ55;

связи в последовательном коде с алфавитно-цифровым дисплеем и кассетным НМЛ на базе бытового кассетного магнитофона с использованием БИС КР580ВВ51;

построение полной сенсорной клавиатуры на БИС КР580ВВ79 и растрового четырехцветового алфавитно-цифрового дисплея с графическими возможностями и световым пером на базе бытового телевизионного приемника цветного изображения и БИС КР580ВГ75;

сопряжения микроЭВМ со схемой управления манипулятором «Электроника НЦТМ-01» на основе БИС КР580ВВ55 и КР580ВИ53.

Эксперименты учащиеся проводят, используя ранее описанные платы и расположенные на них имитаторы внешних устройств или же специально разработанные платы интерфейсов (рис. 5) для сопряжения микроЭВМ с ЦАП/АЦП К572ПВ1 (6); с микроЭВМ «Электроника НМС 11100.1», с перфоратором ПЛ-150 (ПЛ-80) и фотосчитывателем FS-1501; с 8-канальным АЦП (7); с бытовым кассетным магнитофоном и алфавитно-цифровым дисплеем (15-ИЭ-00-13, РИН-609) (2); с полной сенсорной клавиатурой; с телевизионным приемником (9); со схемой управления манипулятором «Электроника НЦТМ-01».

Платы с дополнительными ПЗУ, в которых хранятся относительно большие по объему программы для работы с внешними устройствами, сокращают время подготовки экспери-

мента за счет использования стандартных подпрограмм-модулей при разработке программного обеспечения. Например, программа работы с алфавитно-цифровым дисплеем реализует те же возможности, что и управляющая программа микроЭВМ УМПК-80, но предоставляет больше сервисных функций.

Кроме того, схема сопряжения с микроЭВМ «Электроника НМС 11100.1» позволяет загружать в память УМПК-80 объектные модули программ, подготовленные с помощью кросс-ассемблера «Электроника микросс-580».

Интерфейсный блок УМПК-80 (в корпусе с сетевым источником питания и шестью гнездами для установки интерфейсных плат) подключается к магистралям микроЭВМ УМПК-80 и предназначен для расширения функциональных возможностей микроЭВМ; подключения к ней различных периферийных устройств с помощью интерфейсных плат и интерфейсов пользователя, собранных на наборном поле; использования программного обеспечения (ассемблера, Бейсика, ФОРТРАН-4, ПЛ/М, редактора текста и других сервисных программ).

Освоив лабораторные работы этого цикла с использованием наборного поля (8), интерфейсных плат и интерфейсного блока УМПК-80, можно самостоятельно создавать схемотехническое и программное обеспечение специализированных управляющих устройств различного назначения.

Большинство интерфейсных схем МПК серии КР580 можно использовать совместно с МПК БИС серии К1810, являющейся дальнейшим его развитием. Поэтому изучение микропроцессорного комплекта серии КР580 позволяет охватить широкий круг проблем разработки и применения вычислительных устройств и систем управления на основе МП БИС и сравнительно быстро освоить специфические особенности других микропроцессорных комплектов.

МикроЭВМ УМПК-80 и интерфейсный блок разработаны Московским ордена Трудового Красного Знамени институтом электронной техники. По вопросам их приобретения можно обращаться по адресу: 103498, Москва, МИЭТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панфилов Д. И., Романенко О. А., Красавин В. Н., Шаронин С. Г. Обучающая система на базе микропроцессорного комплекта КР580. — Электронная промышленность, 1983, № 9, с. 38—40.
2. Зеленко Г. В., Панов В. В., Попов С. И. Радиолюбителю о микропроцессорах и микроЭВМ. — Радио, 1982, № 9—12; 1983, № 2—4, 6—12.
3. Горбунов В. Л., Панфилов Д. И. Микропроцессоры. Лабораторный практикум. — М.: Высшая школа, 1984.

Статья поступила 21 ноября 1984 г.

А. А. Корольков, М. Е. Раденко, В. К. Сеньков

ПРИМЕНЕНИЕ БИС КР580ВВ51 ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

Широкое распространение в современной аппаратуре получили стандартные последовательные интерфейсы типа ИРПС и стык С2.

ИРПС (интерфейс радиальный последовательный) соответствует рекомендации МЭК 625-1 и «токовой петле» фирмы Hewlett Packard.

Для него установлены: набор сигналов, алгоритм обмена, временные соотношения и требования к физической реализации [1]. ИРПС позволяет осуществлять асинхронную передачу токовыми посылками по 4-проводной дуплексной линии связи. Обмен информацией осуществляется словами (рис. 1). В состав слова входят: старт-бит, передаваемые данные — пять, семь или восемь бит, бит паритета (контроль на четность и нечетность) и один, полтора или два стоп-бита. Бит паритета в слове может отсутствовать. Состоянию «1» в цепях взаимосвязи соответствует ток от 30 до 50 мА (токовая петля 40 мА) или от 15 до 25 мА (токовая петля 20 ма); состоянию «0» — ток от 0 до 5 мА (или от 0 до 3 мА). Интерфейс должен обеспечивать передачу сигналов со скоростью 9600 бит/с на расстоянии от 0 до 500 м. С увеличением расстояния необходимо пропорционально снижать скорость передачи.

Один из вариантов реализации ИРПС с помощью программируемой БИС КР580ВВ51 универсального синхронно-асинхронного приемопередатчика (УСАПП) приведен на рис. 2. Управление интерфейсом осуществляет микроЭВМ посредством 8-разрядной шины данных, двух адресных линий (АО, ВМ) и двух линий управления (сигналы Чтение, Запись).

Процедуры инициализации режимов работы БИС КР580ВВ51 подробно описаны в работе [2]. Физическая реализация ИРПС представлена на рис. 3. В рассматриваемой схеме

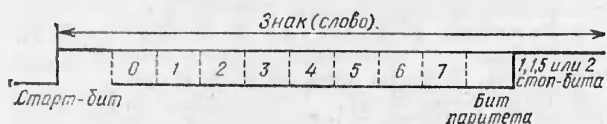


Рис. 1. Формат информации, передаваемой по ИРПС

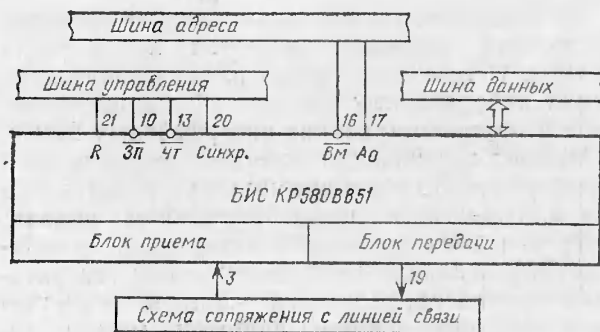


Рис. 2. Вариант реализации ИРПС с помощью универсального синхронно-асинхронного приемопередатчика КР580ВВ51

токовая петля 20 мА образуется по цепи +12 В, VT2, R5, VD5, линия связи, R9 VD7...VD10, A2, линия связи, R6, —12 В. Использование оптронов А1 и А2 позволяет осуществить полную гальваническую развязку линии связи и микропроцессорной системы. Для уменьшения фронтов импульсов оптопары АОД101Б применена форсирующая цепочка С1, R1, R2. Диоды VD1...VD4 и VD7...VD10 служат для термостабилизации режима работы оптронов в диапазоне температур от —60 до +80°С. Резистор R5 защищает транзисторный каскад от короткого замыкания в линии. Данная схема обеспечивает также работу на телеграфную линию с аппаратурой типа РТА-7, РТА-80. В этом случае (рис. 4) вводятся дополнительные элементы VD11, R10, R11. При этом схема соответствует токовой петле 40 мА (120 В). Элементы R10, VD11 предназначены для защиты оптрона и транзисторов от перегрузок по напряже-

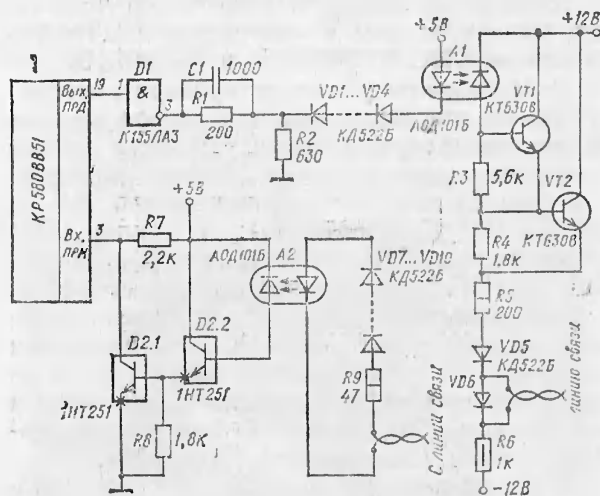


Рис. 3. Принципиальная схема сопряжения БИС КР580ВВ51 с каналом связи ИРПС

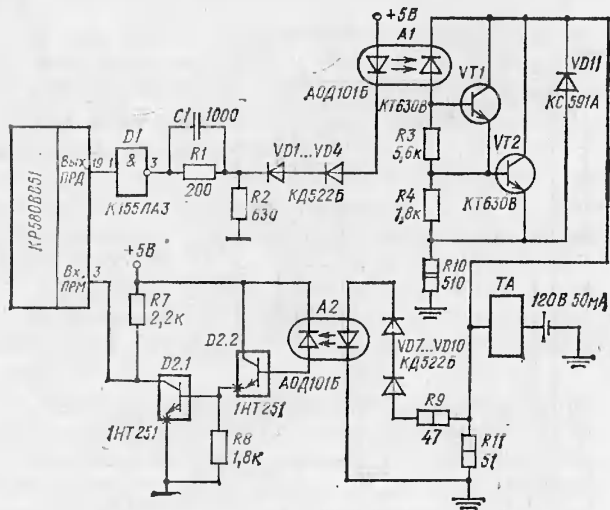


Рис. 4. Принципиальная схема сопряжения БИС КР580ВВ51 с телетайпом

нию. Резисторы R9, R11 образуют делитель напряжения.

Установку режимов работы УСАПП (программирование БИС) осуществляют в процессе выполнения программы управления интерфейсом. Фрагмент программы настройки БИС КР580ВВ51 на передачу и прием данных по ИРПС приведен в табл. 1. Здесь EXP1, EXP2 — адреса слова управления и данных соответственно, зависящие от аппаратного по-

строения системы. Перед началом работы производится программный сброс БИС. После этого формируется первое управляющее слово — слово задания режима. В данном случае устанавливается асинхронный режим с коэффициентом деления, равным 16, длиной информационной части слова 8 бит, с контролем на четность и двумя стоп-битами. Второе управляющее слово — слово команды: настройка УСАПП на передачу и прием. Данные для передачи загружаются в УСАПП по сигналу готовности передатчика и принимаются по сигналу готовности приемника. При этом принятая информация контролируется на четность. В данной программе для определения готовности передатчика и приемника используется опрос состояния УСАПП, в других вариантах эти сигналы могут быть выведены на шину прерываний.

Стык С2 применяется в аппаратуре сопряжения ЭВМ с телефонным каналом связи и регламентирует характеристики цепей между оконечным оборудованием данных (ООД), например микропроцессорной системой и аппаратурой окончания канала данных (АКД), устройством преобразования сигнала или модемом. Назначение цепей стыка и их характеристики подробно описаны в работах [3, 4]. За рубежом широко используются аналогичные стыку С2 интерфейсы по рекомендациям МККТТ V24, V35 (интерфейс RS=232C).

Таблица 1

Фрагмент программы настройки БИС КР580ВВ51 на передачу и прием данных по ИРПС

Ячейка памяти	Метка	Код	Операнд	Комментарий
1000	BB1:	ORC	1000H	; Указания начального адреса программы
1001	BB2:	EQU	EXP1	; Определение адреса управляющего слова
1002	INF	EQU	EXP2	; Определение адреса для ввода, вывода данных
1003		SET	0AAH	; Определение передаваемой информации
1005		MVI	A,40H	; Программный сброс БИС
1007		OUT	BB1	
1009		MVI	A,0FH	; Программирование режима работы БИС
100B		OUT	BB1	
100D		MVI	A,05H	; Запись команды в БИС
100F	SST:	OUT	BB1	
1011		IN	BB1	; Опрос готовности передатчика
1012		RRC		; БИС
1015		JNC	SST	
1018		LDA	INF	; Загрузка данных для передачи
101A	STS	OUT	BB2	
		IN	BB1	; Опрос сигнала готовности
				; приемника передать принятые
				; данные процессору
101B		RRC		
101C		RRC		
101D		JNC	STS	; Проверка принятой информации
1020		ANI	0FH	; на ошибку
1022		JNZ	TSS	; Подпрограмма обработки ошибок
1025		IN	BB2	; Считывание неискаженной информации из приемника
		END		; Конец фрагмента программы

Минимальная конфигурация стыка С2 может быть реализована с помощью БИС КР580ВВ51 и ИМС К170УП2, К170АП2 (рис. 5). ИМС К170АП2 преобразуют сигналы ТТЛ уровней в уровни стыка С2, а К170УП2 выполняют обратное преобразование.

Цепь 103 — передаваемые данные. Через эту цепь к АКД подводятся вырабатываемые БИС КР580ВВ51 сигналы данных для передачи на одну или несколько удаленных установок по каналу связи.

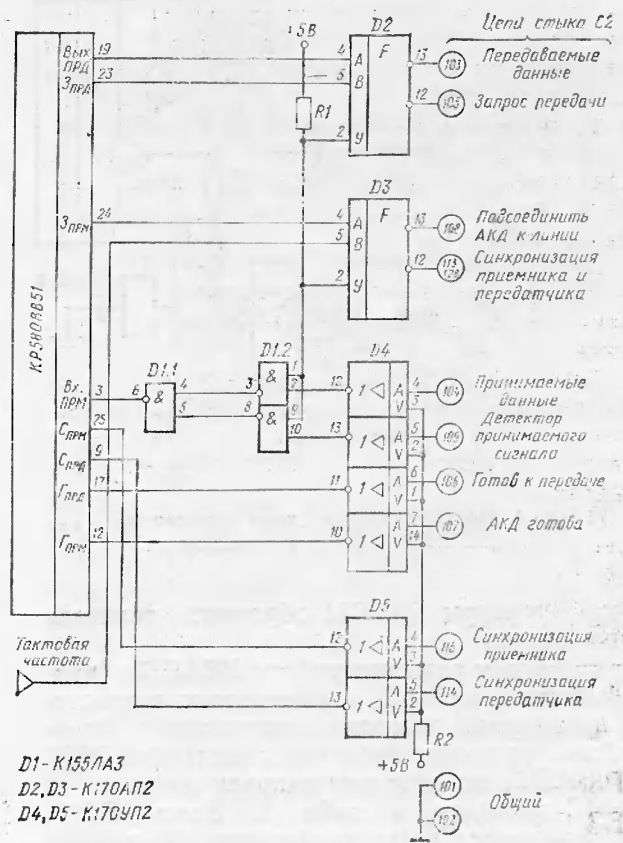
Цепь 104 — принимаемые данные. Через нее на БИС КР580ВВ51 подаются сигналы данных, вырабатываемые в АКД в ответ на линейные сигналы от удаленной установки.

Цепь 105 — запрос передачи. Сигналы в этой цепи формируются в УСАПП и переводят АКД в режим передачи или отсутствия передачи после того, как все данные, выданные в цепь 103, будут переданы.

Цепь 107 — АКД готова. Сигналы в этой цепи указывают БИС КР580ВВ51 на то, что АКД подключена к линии и готова к обмену.

Цепь 108 — подключить аппаратуру передачи данных к линии. Сигнал формируется УСАПП.

Цепь 109 — детектор принимаемого линейного сигнала. Вырабатывается АКД при условии приема линейного сигнала в определенных пределах. В приведенном варианте принципиальной схемы этот сигнал разрешает прохождение сигналов по цепи 104 к БИС КР580ВВ51.



D1 - К155ЛА3
D2, D3 - К170АП2
D4, D5 - К170УП2

Рис. 5. Принципиальная схема сопряжения БИС КР580ВВ51 со стыком С2: D1 — К155ЛА3; D2, D3 — К170АП2; D4, D5 — К170УП2

Таблица 2

Фрагмент программы настройки БИС КР580ВВ51 в синхронном режиме

Ячейка памяти	Метка	Код	Операнд	Комментарий
2000	BB1:	ORG	2000H	; Указание начального адреса программы
2001	BB2:	EQU	EXR1	; Определение адреса управляющего слова
2002	SIN:	EQU	EXR2	; Определение адреса для ввода, вывода данных
2003		EQU	7EH	; Определение синхросимвола
2005		MVI	A,40H	; Программный сброс БИС
2007		OUT	BB1	; Программирование синхронного режима работы БИС
2009		MVI	A,0BCH	
		OUT	BB1	
200B		LDA	SIN	
200E		OUT	BB1	; Загрузка в БИС синхросимвола
2010		MVI	A,05H	
2012		OUT	BB1	; Запись команды в БИС

Цепь 113 — синхронизация элементов передаваемого сигнала. Сигналы в этой цепи обеспечивают АКД информацией о синхронизации элементов сигнала. Вырабатываются внешним генератором.

Цепь 114 — синхронизация элементов передаваемого сигнала. Сигналы в этой цепи обеспечивают УСАПП синхронизацию передачи данных.

Цепь 115 — синхронизация элементов принимаемого сигнала. Сигналы в этой цепи обеспечивают УСАПП синхронизацию приема данных.

Цепь 128 — синхронизация элементов принимаемого сигнала. Сигналы в этой цепи обеспечивает АКД информацией о синхронизации элементов сигнала. Вырабатываются внешним генератором.

При работе на стык С2 УСАПП может быть программно настроен как на синхронный, так и на асинхронный режим обмена информацией. Пример программы настройки БИС КР580ВВ51 на работу в синхронном ре-

жиме приведен в табл. 2. Для настройки в синхронном режиме в УСАПП необходимо записать один или два синхросимвола. В табл. 2 показано программирование одного синхросимвола, выполняющего роль флаговой комбинации. УСАПП передает флаг в начале сеанса связи и в промежутках между блоками информации. Прием данных в этом режиме происходит только после получения синхросимволов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Средства вычислительной техники. Система малых ЭВМ Интерфейсы/ЦНИИТЭИ приборостроения. Каталог ГСП.ТС-2, вып. 10, 11. — М., 1983. — 81 с.

2. Алексенко А. Г., Галицын А. А., Иванов А. Д. Проектирование радиоэлектронной аппаратуры на микропроцессорах. — М.: Радио и связь, 1984. — 270 с.

3. ГОСТ 23675—79. Цепи стыка С2. Электрические параметры.

4. МККТТ. Шестая пленарная ассамблея. Оранжевая книга, Том III, Рекомендации 24,35.

Статья поступила 22 октября 1984 г.

УДК 681.326

Д. А. Лукьянов

КР580 — АВТОМАТИЗАЦИЯ БЕЗ ПРОБЛЕМ!

Введение

Локальная автоматизация сравнительно небольших установок и технологического оборудования на базе микроЭВМ становится все более актуальной задачей. Обидно, что самым существенным сдерживающим фактором на этом пути оказывается отсутствие «под рукой» либо необходимой микроЭВМ, либо соответствующего периферийного оборудования для связи с автоматизируемым объектом или их несовместимость.

Мини-автоматизированную систему можно построить, по крайней мере, двумя способами: на основе специализированной микроЭВМ, работающей под управлением программы, заложенной в ППЗУ (Ремиконт Р-100), либо с применением универсального процессорного модуля или микро-ЭВМ, и гибкого, изменяемого или интерпретирующего, программного обеспечения (ПО).

В первом случае наиболее удобными могут стать процессорные модули (контроллеры) на базе микропроцессоров серии КР580 или К1810. Для связи с объектом управления в этих и нескольких других сериях имеются интерфейсные БИС, функции и конфигурацию которых можно программно модифицировать. Отечественная промышленность освоила их

массовый выпуск, а их применение часто сводит задачу автоматизации до изготовления соединительного кабеля! Однако для разработки и отладки ПО такого контроллера необходима «большая» ЭВМ с соответствующей кросс-системой либо инструментальная микро-ЭВМ типа СМ1800 с операционной системой (ОС) класса СР/М.

Для второго варианта наиболее удачными могут оказаться 16-разрядные микроЭВМ и микроконтроллеры, программно и электрически совместимые с ЭВМ типа «Электроника 60» (Н.МС.01100, С5-41 и т. п.). Они имеют значительный объем резидентного ОЗУ и обеспечивают более эффективную арифметику и быструю реакцию на внешние события. На них можно использовать как резидентное ПО типа интерпретаторов Фокал и Бейсик, так и разрабатывать прикладное ПО на массовых ЭВМ типа «Электроника 60» и СМ4 на языках Фортран и Паскаль в ОС класса RT-11. Однако преимущества простоты интерфейса для этих ЭВМ в значительной мере пропадают.

Простейший путь преодолеть этот недостаток и одновременно оценить на практике все преимущества интерфейсных БИС КР580 — это использовать описанный ниже промежуточный интерфейс. Его можно применить не только как удобное средство построения конкретных автоматизированных систем, но и для обучения приемам работы с новой элементной базой на уже имеющихся мини-ЭВМ с комфортабельной ОС. Кроме того, эти ЭВМ можно использовать и для аппаратной отладки большинства узлов разрабатываемой вновь аппаратуры на базе КР580ИК80А.

Предположим, что читатель немного знаком со структурой микроЭВМ «Электроника 60», программированием для них на языке ассемблер, и рассмотрим возможный вариант промежуточного интерфейса.

Микросхемы серий КР580, используемые с промежуточным интерфейсом

В состав серии КР580 [1] входит несколько микросхем (см. таблицу), представляющих несомненный интерес для задач автоматизации.

Таблица

Тип микросхемы	Аналог «Интел»	Назначение микросхемы
КР580ИК55 (КР580ВВ55)	і8255	Сдвоенный программируемый параллельный полный интерфейс В-В
КР580ИК51	і8251А	Двунаправленный последовательный асинхронный интерфейс В-В
КР580ВИ53	і8253	Строенный программируемый 16-разрядный двоичный или двоично-десятичный счетчик-программируемый таймер
КР580ВГ75	і8275	Программируемый контроллер дисплея с ТВ разверткой

Одной из микросхем широкого применения является КР580ВВ55. Ее можно запрограммировать для организации двух или трех параллельных интерфейсов, любой из которых может работать на ввод или вывод информации, двух параллельных байтовых интерфейсов для стробируемого буферизованного ввода или вывода, ввода-вывода по двунаправленной байтовой шине данных с асинхронным режимом работы (с квитированием).

Микросхема КР580ИК51 подходит для построения интерфейса связи с помощью последовательной линии, подобно стандартному интерфейсу RS-232. Она удобна тогда, когда необходима гальваническая развязка передатчика и приемника информации. Скорость и формат передачи информации БИС программируются занесением соответствующего байта в регистр управления микросхемы.

Микросхема КР580ВИ53 позволяет очень просто организовать счет внешних импульсов и формирование импульсов программируемой длительности по трем независимым каналам. В ее состав входит три 16-разрядных двоичных или двоично-десятичных счетчика, данные из которых можно надежно считывать

«на ходу» без предварительной остановки счетчиков. Максимальная частота счета — около 2 МГц.

Программируемый контроллер дисплея с телевизионной разверткой КР580ВГ75 позволяет при необходимости строить средства отображения алфавитно-цифровой и графической информации в различных ТВ-стандартах. Контроллер формирует необходимые blanking и синхронизирующие импульсы, а также поддерживает ввод информации с помощью «светового пера». Контроллеру требуется блок оперативной памяти для регенерации изображения на экране телевизора.

Модуль промежуточного интерфейса

Промежуточный интерфейс (рис. 1) состоит из двух основных частей: логики для разделения данных и адреса (левая часть рис. 1) и логики приоритетного прерывания.

Канал обмена данными, необходимый для микросхем серии КР580, состоит из двух шин: однонаправленной шины адреса ША (в промежуточном интерфейсе используется усеченная до восьми разрядов шина адреса) и двунаправленной 8-разрядной шины данных. Адресное пространство ША модуля является непрерывной частью страницы ввода-вывода ЭВМ и позволяет подключать внешние модули с общим числом программно-доступных регистров до 128. Начальный адрес этого пространства устанавливается переключками на плате промежуточного интерфейса. Обычно он занимает адреса с 16620₈ до 16637₈. Обращение к этим устройствам полностью аналогично принятому в ЭВМ обращению к ячейкам ОЗУ и регистрам внешних устройств. Для удобства программирования используются только четные адреса, что позволяет производить обмен информацией как командами MOV, так и командами MOVБ.

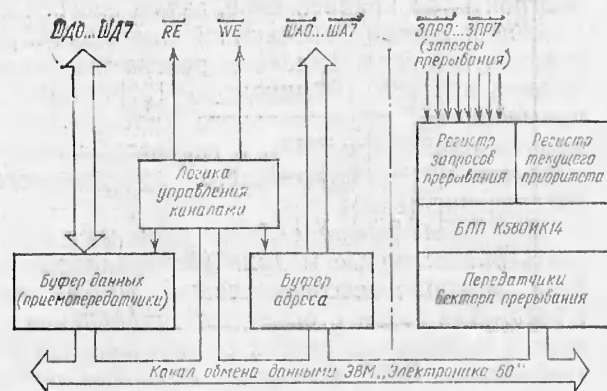


Рис. 1. Структура модуля промежуточного интерфейса

Для управления направлением передачи информации по каналу модуль формирует импульсы WE (разрешение записи) и RE (разрешение чтения) на двух специальных линиях шины управления.

Логика прерываний позволяет принимать до восьми уровней прерывания и вырабатывать сигналы «требование прерывания» и «адрес вектора прерывания» в соответствии с заданным приоритетом и протоколом, принятым в ЭВМ «Электроника 60». Это означает, что при одновременном поступлении запросов прерывания от нескольких линий ЗПРО0...ЗПРО7 первым обслуживается запрос от линии, имеющей самый высокий приоритет. В интерфейсе программно-доступен также регистр маски прерывания, запись в который соответствующего числа позволяет запретить реакцию на запросы прерывания с приоритетом, меньшим заданного. При установке модуля в канал ЭВМ «Электроника 60» приоритет всех линий запроса прерывания будет ниже, чем у модулей, расположенных ближе к процессору, и выше, чем у остальных модулей.

Каждому уровню прерывания соответствует свой вектор — адрес на нулевой странице памяти, где записывается точка входа программы обслуживания прерывания. Модуль

вырабатывает область (восемь последовательных значений) векторов, причем начальный адрес области устанавливается переключками на плате. Обычное положение этой области на нулевой странице ОЗУ — 000300₈...000336₈. Часть интерфейса, обеспечивающая работу с прерываниями, независимо от остальной схемы и может отсутствовать, когда не требуется, чтобы БИС, соединяющие периферийную аппаратуру с каналом модуля, могли вызывать прерывания программы ЭВМ.

Принципиальная схема модуля. Минимальная конфигурация модуля без прерываний (рис. 2,а) состоит из двух канальных приемопередатчиков, D1 и D2, с инверсией, служащих для буферизации шины данных ШД модуля. Для образования шины адреса используется буферный регистр D9, в который записываются значения разрядов A01...A07 с шины данных ЭВМ в адресной части цикла обращения к каналу. Чтобы выбрать определенную часть страницы ввода-вывода и проинформировать об этом устройство на канале промежуточного интерфейса, используется селектор адреса D6 и D7, и разряд ША7, который сбрасывается, если ЭВМ обращается к области БИС периферии. Возможность выбора любой необходимой комбинации разрядов

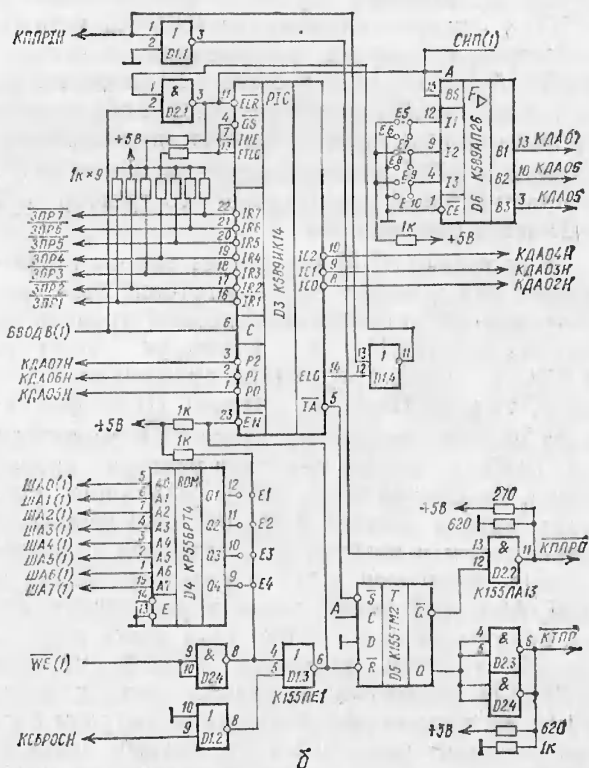
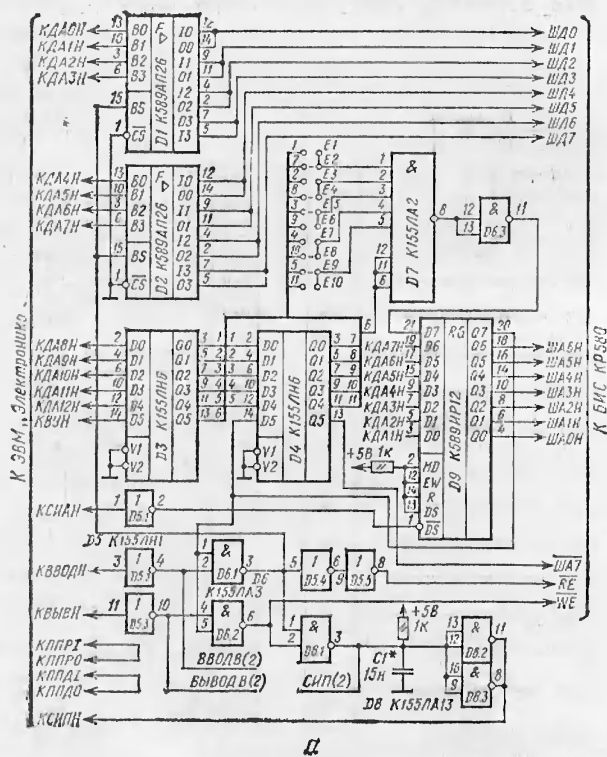


Рис. 2. Принципиальная схема промежуточного интерфейса: а — минимальная конфигурация модуля; б — узел приоритетных прерываний

адреса A08...A12 на странице ввода-вывода микроЭВМ обеспечивают инвертор D4 и переключки E1...E10 на входе D7. Элементы D6.1, D6.2, D8.1...D8.3 вырабатывают сигнал КСИП.Н в тех случаях, когда выбран адрес в пределах адресного пространства, отведенного для промежуточного интерфейса. Время цикла обращения к устройствам, подключенным через промежуточный интерфейс, а следовательно, длительность импульсов \overline{RE} и \overline{WE} определяется емкостью C1 и при приведении на схеме значения составляет около 1,5 мкс.

Узел приоритетного прерывания (рис. 2.б) собран на микросхеме блока приоритетного прерывания (БПП) типа K589ИК14 [2]. Инициализация БПП начинается с записи текущего приоритета блока по входам P0...P2 из ЭВМ. В качестве селектора адреса используется микросхема ППЗУ D4, которая определяет адрес регистра текущего приоритета в адресном пространстве модуля. Обычно используется один из четырех вариантов: 000, 100, 200, 376. Одновременно с записью текущего приоритета сбрасывается триггер запроса прерывания D5. После этого, если на одной или нескольких линиях запроса прерывания будет установлен низкий уровень, по ближайшему импульсу КВВОД состояние линий запроса прерывания будет зафиксировано в БПП, а следующий импульс КВВОД установит триггер запроса прерывания и сигнал КТПР будет передан в ЭВМ. Если же ни на одной из линий запроса не установлен низкий уровень или текущий приоритет запроса, записанный в БПП, выше приоритета линии ЗПР, запрашивающей прерывание, то триггер D5 останется сброшенным.

Как только ЭВМ принимает запрос прерывания, она отвечает на него готовностью принять вектор, устанавливая низкий уровень на линии КППР.Н и формируя импульс КВВОД. Если прерывание произошло в модуле, т. е. $ELG \neq 1$, то элемент D1.4 формирует низкий уровень на входе \overline{ELR} микросхемы БПП, разрешая передачу вектора прерывания на общую шину ЭВМ. Младшие разряды адреса вектора A02, A03, A04 выдаются приоритетным шифратором запросов прерывания, находящимся в D3, а старшие разряды A05, A06, A07 фиксированы и устанавливаются переключками E5...E10. При вводе вектора в канал ЭВМ выдается низкий уровень КСИП.Н аналогично операции ввода данных. Если же прерывание вызвано не модулем промежуточного интерфейса, то низкий уровень КППР.Н распространяется дальше по каналу ЭВМ к остальным модулям в виде сигнала КППРО.Н через элемент D2.2.

Если модуль не рассчитан на работу с прерываниями, выводы КППР.Н и КППРО.Н соединены переключкой, а узел (рис. 2.б) отсутствует.

Примеры практического применения

Итак, промежуточный интерфейс готов, и осталось подключить датчики и исполнительные устройства. Для этого необходимо лишь выбрать наиболее подходящую интерфейсную БИС и изготовить соединительный кабель. Если линия, соединяющая промежуточный интерфейс и БИС, имеет длину более 3...5 м, со стороны БИС устанавливается два шинных формирователя типа K589АП16 или K531АП2П и длина кабеля может быть увеличена до 10...15 м. В приведенных ниже практических схемах использования БИС КР580 подразумевается, что читатель уже знаком со структурой и принципами работы микросхем, перечисленных в таблице, например, по книгам [3, 4], и немного умеет программировать на языке ассемблер. Кроме того, указанное на схемах подключение селектора адреса (D1) на рис. 3—5 соответствует адресам устройств на шине промежуточного интерфейса, начинающимся с 000. При подключении нескольких устройств необходимо соответствующим образом изменить схему селектора адреса.

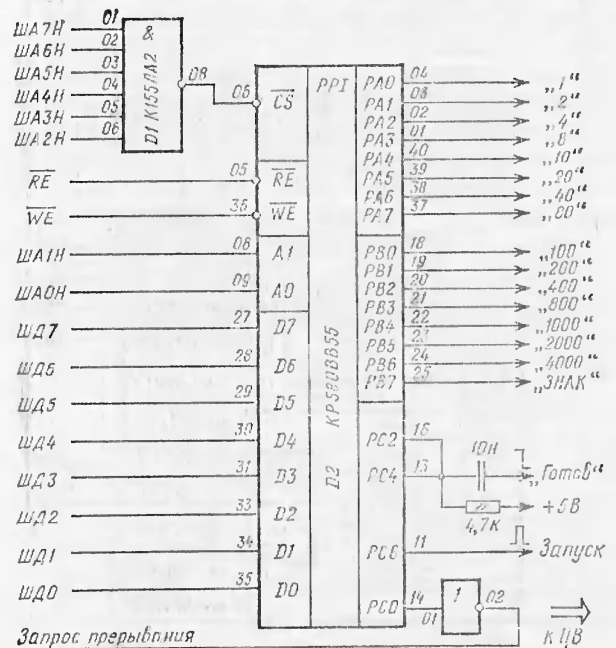


Рис. 3. Подключение цифрового вольтметра к ЭВМ

Сопряжение цифрового вольтметра с ЭВМ.
 Для сопряжения цифрового вольтметра с $3 + 1/2$ десятичными разрядами и ЭВМ (рис. 3) используется одна микросхема КР580ИК55. Выходы кода цифрового вольтметра присоединяются к выводам портов А и В, которые программируются для работы на стробируемый ввод информации при пуске программы, обращающейся к вольтметру. Преобразование двоично-десятичного кода, обычно поступающего от цифровых измерительных приборов, в двоичный происходит в подпрограмме приема кода с вольтметра. Порт С микросхемы используется для вывода импульсов запуска вольтметра (по линии РС6, запрограммированной для вывода) и для взаимной синхронизации вольтметра и ЭВМ с помощью триггера-флага готовности. Сигнал с выхода запроса прерывания РС0 может поступать на одну из линий запроса прерывания.

Формирование заданного временного интервала и деление частоты в программируемое число раз. Для этой цели лучше всего применить микросхему таймера КР580ВИ53, включенную, как показано на рис. 4. На входы CLK таймера следует подать импульсы, частота которых определяет дискретность временных интервалов. На выходах OUT в зависимости от режима работы таймера формируются либо импульсы длительностью $Nf_{опорн}$, либо прямоугольные импульсы со скважностью, близкой к 2, и частотой $f_{опорн}/N$. Эту же схему можно использовать для измерения частоты поступающих на вход таймера импульсов.

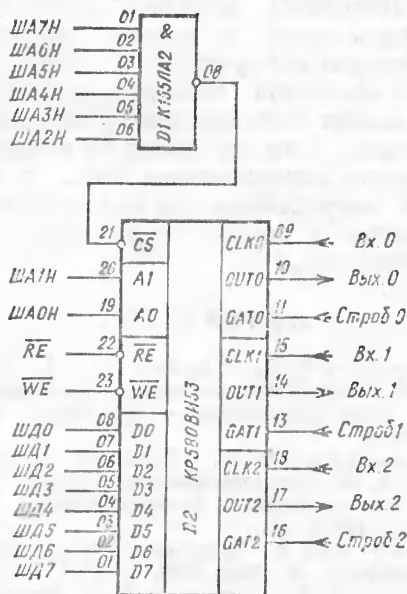


Рис. 4. Подключение таймера к ЭВМ

Подключение двухкоординатного графопостроителя Н-306. Информацию из ЭВМ в графической форме удобно выводить на двухкоординатный аналоговый графопостроитель, если применить интерфейс с цифроаналоговыми преобразователями (ЦАП), подобный изображенному на рис. 5. Для вывода данных используются два 10-разрядных ЦАП типа КР572ПА1А, порты А, В и четыре линии порта С микросхемы КР580ИК55. Разряд РС7 порта С служит для управления подъемом и опусканием пера графопостроителя. Для правильной работы Н-306 необходимо, чтобы программа, обеспечивающая графический вывод, производила линейную интерполяцию выводимых точек, чтобы исключить скачкообразные перемещения пера графопостроителя. При инициализации КР580ИК55 все выходные линии должны быть запрограммированы на вывод (управляющее слово 200).

Программирование прерываний

Программирование обработки прерываний, вызванных описываемым модулем, имеет ряд особенностей. После получения вектора прерывания ЭВМ должна переходить на программу, которая производит необходимый обмен информацией с внешними устройствами, очищает триггер запроса прерывания устройства и обрабатывает полученные числа. Возможны два варианта работы модуля:

когда все прерывания от других устройств, подключенных через интерфейс, **ЗАПРЕЩЕНЫ НА ВРЕМЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕКУЩЕГО ПРЕРЫВАНИЯ;**

когда во время обработки текущего прерывания **ВОЗМОЖНЫ ПРЕРЫВАНИЯ, ИМЕЮЩИЕ БОЛЕЕ ВЫСОКИЙ ПРИОРИТЕТ.**

В первом случае программа обработки прерывания должна завершаться записью кода необходимого приоритета в регистр текущего приоритета БПП интерфейса, после чего возврат в основную программу может происходить, например, исполнением команды RTI. Во втором — программа обработки прерывания должна начинаться с записи приоритета, на котором было запрошено прерывание, в регистр БПП, тем самым исключая возможность повторного прерывания от одного и того же запроса. После этого может следовать обычная программа обработки, в ходе которой должен сброситься триггер запроса прерывания в устройстве, требовавшем его. Только после этого в программе обработки в регистр текущего приоритета может быть записан приоритет более низкий, чем тот, запрос с которого обрабатывается в текущий момент. Естественно, что для разрешения вложенного

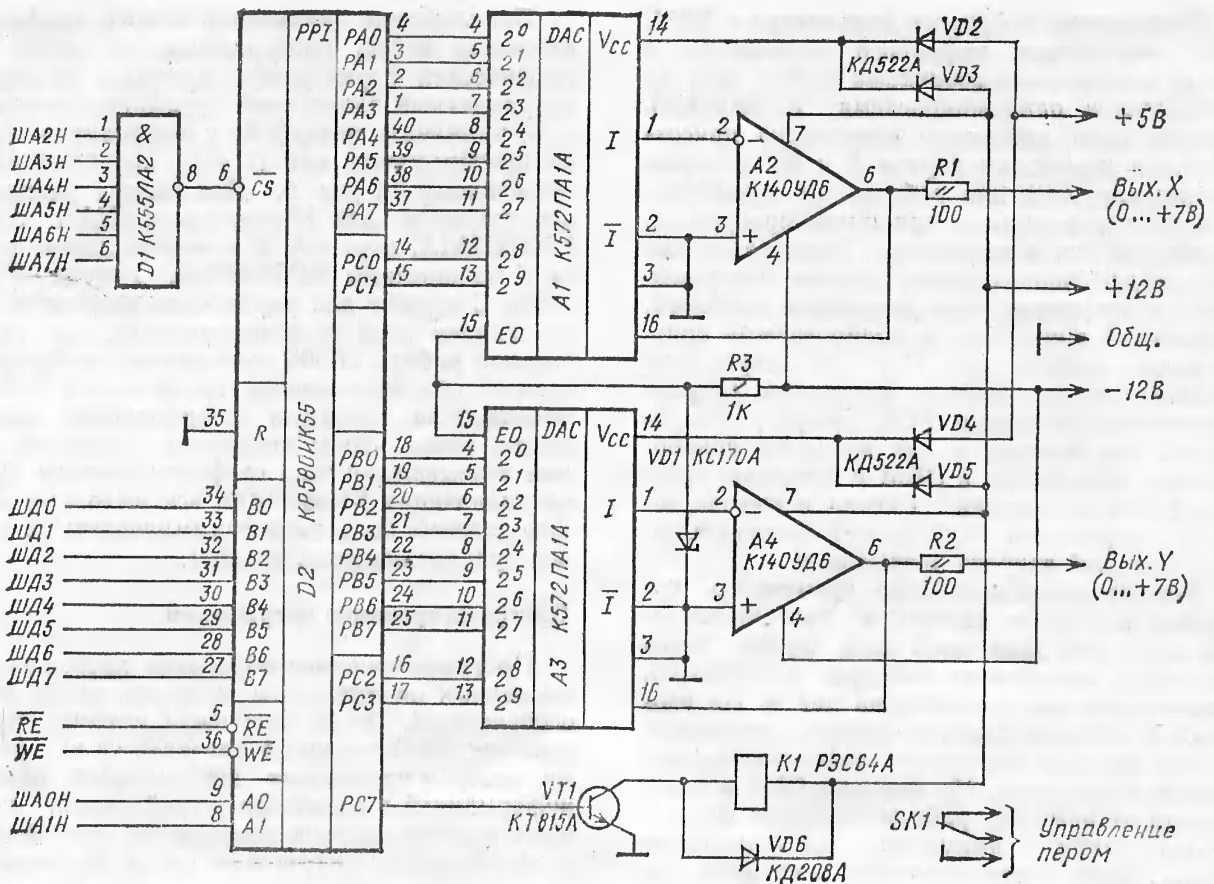


Рис. 5. Модуль аналогового вывода

прерывания в регистре состояния процессора необходимо также сбросить биты, запрещающие ему реагировать на запросы прерывания. Невыполнение этих требований может вызвать переполнение стека при возникновении прерывания от модуля промежуточного интерфейса.

Линии ЗПР00...ЗПР07 предназначены для подключения выходов запросов прерывания с открытым коллектором одного или группы устройств, которые могут потребовать прерывание. Анализ того, какое из устройств внутри группы вызвало прерывание, производится методом последовательного опроса их регистров состояния (поллинга) в программе обработки прерывания. Порядок такого опроса задает приоритет устройства внутри одной группы.

Заключение

Описанный промежуточный интерфейс был использован для автоматизации физических исследований в ИОФ АН СССР и при построении ряда универсальных программаторов ППЗУ. Для программирования были использованы компиляторы Фортран-4, Паскаль ОС RT-11 и интерпретатор Фокал, при-

чем последний наиболее удобен для программирования экспериментов, требующих быстрой перестройки процессов сбора данных и управления. Интерфейс характеризуется небольшим числом линий в кабеле, соединяющих периферийную аппаратуру и ЭВМ, компактностью и простотой конструкции, благодаря чему он может быть изготовлен силами любой лаборатории. В то же время он обеспечивает возможность использования БИС и готовых модулей, выпускаемых для микропроцессоров, производство и номенклатура которых постоянно возрастает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисов В. С., Васенков А. А., Малашевич Б. М. и др. Микропроцессорные комплекты интегральных схем: Справочник. — М.: Радио и связь, 1982. — 192 с.
2. Березенко А. И., Колчин А. М., Назарьян А. Н. Микропроцессорные комплекты интегральных схем повышенного быстродействия. — М.: Энергия, 1981. — 168 с.
3. Клинигман Э. Проектирование микропроцессорных устройств. — М.: Мир, 1980. — 575 с.
4. Каган Б. М., Сташин В. В. Микропроцессоры в цифровых системах. — М.: Энергия, 1979. — 192 с.

Статья поступила 15 января 1985 г.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Б. М. Малашевич, В. А. Шахнов,
Э. И. Коночкин

ВНЕШНИЕ ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

В третьей статье из серии «Термины и определения» [1, 2] рассматриваются термины и определения из области внешних запоминающих устройств (ВЗУ), причем только тех видов ВЗУ, которые применяются в микропроцессорных системах. При формировании терминов и определений использованы ГОСТ 15971—74 «Машины вычислительные электронные цифровые. Термины и определения»; НМ МПК по ВТ 17-78 «СМ ЭВМ. Технические средства. Терминология»; ОСТ 25 1092-83 «Система показателей качества продукции. Устройства периферийные комплексов и машин вычислительных электронных» ОСТ 11 305.902-80 «Микропроцессорные средства вычислительной техники. Термины и определения»; «Краткий терминологический словарь по микропроцессорной технике». — МЦНТИ, 1984 г., и другие материалы. Состав и взаимосвязь рассмотренных терминов иллюстрируется рисунком.

Внешнее запоминающее устройство (ВЗУ) — запоминающее устройство большого объема (сотни, тысячи и более Кбайт), предназначенное для длительного хранения данных, создания архива данных (в том числе на съемных носителях) и обмена файлами этих данных с оперативным запоминающим устройством микропроцессорной системы.

ВЗУ в общем случае состоит из накопителя и контроллера.

Накопитель ВЗУ — часть внешнего запоминающего устройства, непосредственно принимающая информацию, преобразующая ее (при необходимости) в форму, удобную для хранения (например, в магнитное поле), осуществляющая хранение этой информации и преобразование в электрические сигналы при считывании.

Накопитель ВЗУ, в свою очередь, состоит из устройства преобразования информации, механизма (при необходимости) и носителя информации. *Устройство преобразования информации* включает в себя усилители записи и считывания, магнитные головки (для магнитных ВЗУ) и другие средства, необходимые для прямого и обратного преобразования цифровых кодов в форму, удобную для хранения. *Механизм*, иногда называемый приводом, обеспечивает перемещение носителя информа-

ции относительно органов записи и считывания.

Носитель информации — изделие, осуществляющее непосредственное хранение информации на основе определенных физических явлений.

Носитель может быть магнитным (диск, лента, барабан), оптическим (фотоленка, голограмма) и т. п. Носитель может быть постоянным, т. е. неотделимым от накопителя или съемным, что обеспечивает возможность создания архива данных произвольного объема. Накопители ВЗУ, использующие однотипный носитель, обычно выполняются с единым малым интерфейсом [3].

Контроллер ВЗУ — устройство, обеспечивающее управление работой накопителя и сопряжение с интерфейсом микропроцессорной системы.

С целью унификации ВЗУ для обеспечения возможности применения в микропроцессорных системах с различными системными интерфейсами контроллер ВЗУ иногда выполняется со специализированным малым интерфейсом, сопрягаемым с системным интерфейсом с помощью простейшего контроллера — адаптера интерфейсов. Примером такого контроллера является БИС К1801ВП1-033 [3]. Такое расчленение контроллера более свойственно мини-ЭВМ, а не микропроцессорным системам.

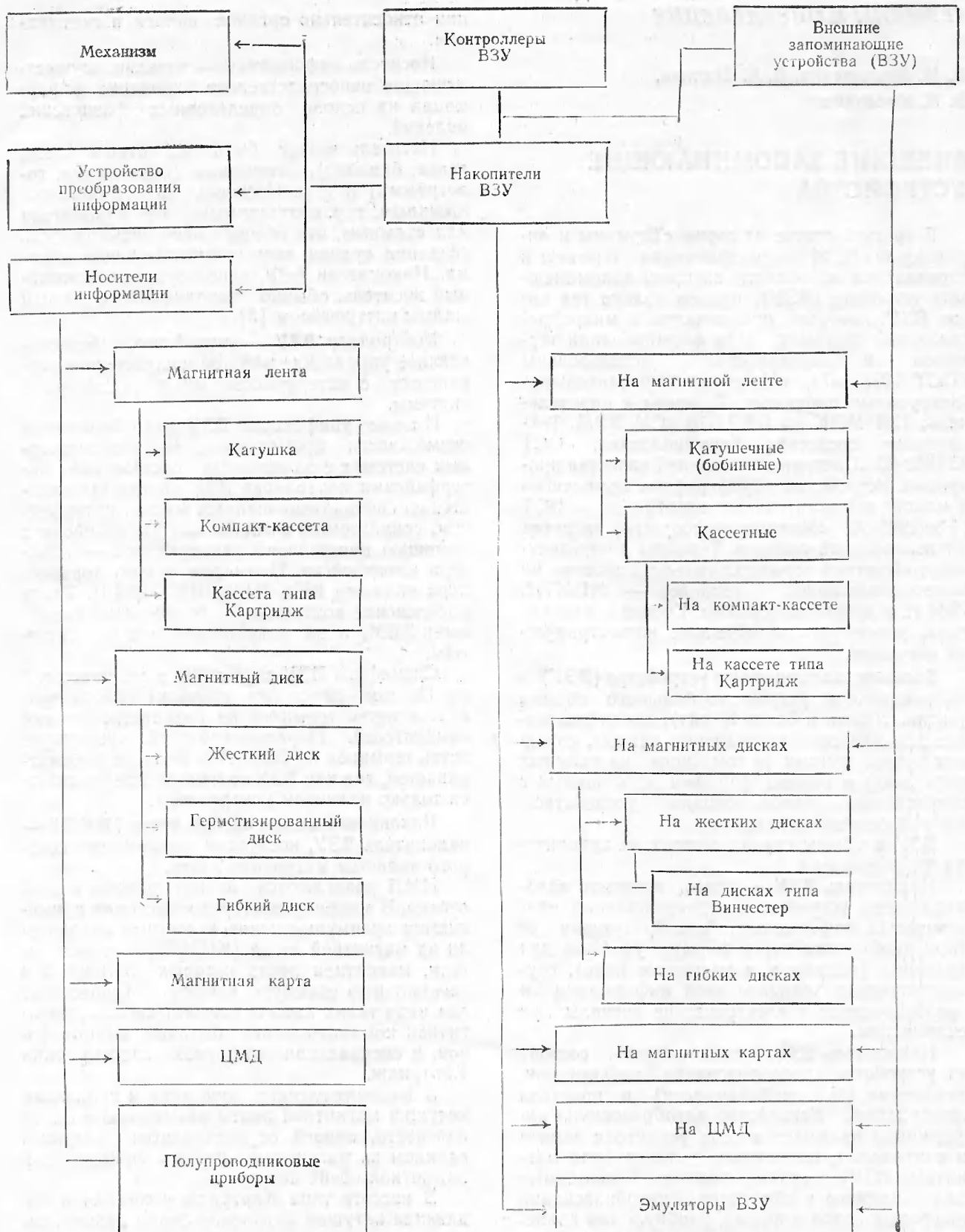
Специфика ВЗУ заключена в его накопителе. Поэтому далее (см. рисунок) рассматривается ветвь терминов по различным видам накопителей. Параллельно ей существует ветвь терминов по ВЗУ. Эта ветвь не рассматривается, так как ВЗУ от накопителя отличается только наличием контроллера.

Накопитель на магнитной ленте (НМЛ) — накопитель ВЗУ, носителем информации которого является магнитная лента.

НМЛ разделяются на катушечные и cassette. В микропроцессорных системах применяются преимущественно cassette накопители на магнитной ленте (КНМЛ), т. е. накопители, магнитная лента которых помещена в специальную съемную cassette. Существует два вида таких cassette: компакт-cassette, идентичная компакт-cassette бытовых магнитофонов, и специальная цифровая cassette типа Картридж.

В компакт-cassette приемная и подающая катушки магнитной ленты размещены в одной плоскости, привод осуществляется ведущим валиком за магнитную ленту с фрикционной подмоткой обеих катушек.

В cassette типа Картридж приемная и подающая катушки магнитной ленты размещены в параллельных плоскостях одна под другой. Привод осуществляется ведущим валиком с



Ветвь «Внешние запоминающие устройства» терминологического дерева «Микропроцессорные средства и системы»

помощью бесконечной ленты, огибающей приемную и подающую катушки. Такой привод значительно упрощает механизм (исключается фрикционный привод катушек) и повышает стабильность скорости вращения ленты, но усложняет кассету.

Накопитель на магнитных дисках (НМД) — накопитель ВЗУ, носителем информации которого является вращающийся диск, покрытый тонкой пленкой магнитного материала.

Различают НМД с жесткими и гибкими дисками. В НМД с жесткими дисками носителем информации является металлический (обычно из прочного алюминиевого сплава) диск или пакет дисков. Эти накопители отличаются самой высокой скоростью обмена информацией из всех видов магнитных ВЗУ с подвижным носителем. В микропроцессорных системах широкое распространение получили НМД типа Винчестер, отличающиеся тем, что жесткий диск с облегченными плавающими головками выполнен в едином (иногда съемном) герметизированном кожухе, что значительно упрощает его эксплуатацию и обеспечивает возможность получения максимально возможной плотности записи информации.

Накопитель на гибких магнитных дисках (НГМД) — НМД, сменным носителем информации которого является магнитный диск, выполненный на гибкой полимерной основе.

НГМД является основным видом ВЗУ микропроцессорных систем, обеспечивающим возможность создания архива данных произвольного объема, обмена программным обеспечением между пользователями, тиражирования программного обеспечения и т. п.

Накопитель на магнитных картах — накопитель ВЗУ, носителем информации которого является сменная магнитная карта, выполненная на гибкой полимерной основе.

Накопители на магнитных картах являются простейшим видом накопителей ВЗУ, применяемых в сложных калькуляторах, технологическом оборудовании (в виде магнитного жетона) и т. п. Отличаются низкой информационной емкостью и низкой скоростью обмена данными. Преимущества — низкая стоимость, простота в применении.

Накопители на цилиндрических магнитных доменах (ЦМД) — накопитель ВЗУ, носителем информации которого являются цилиндрические магнитные образования (доменные структуры), сформированные в монокристалле. Носители информации на ЦМД выполняются в виде интегральных микросхем, содержащих 256К, 1М, 4М и более бит информации.

Эмулятор накопителя ВЗУ — накопитель запоминающего устройства большого объема, построенный на основе интегральных микро-

схем полупроводниковых запоминающих устройств (оперативных, постоянных, программируемых или репрограммируемых), имеющий последовательный ввод или вывод данных в виде файлов. Адреса данных накопителя находятся вне адресного пространства микропроцессорной системы.

Эмуляторы накопителя ВЗУ имеют более высокую скорость обмена, чем все другие виды ВЗУ, включая «винчестеры». Поэтому их применение существенно повышает эффективность использования микропроцессорной системы при решении большинства типов задач. Недостатком является энергозависимость полупроводниковых ВЗУ, что вынуждает в особо важных системах вводить аварийный источник питания. Иногда эмулятор ВЗУ некорректно называют «полупроводниковым диском».

ЛИТЕРАТУРА

1. Малашевич Б. М., Шахнов В. А., Коночкин Э. И. Термины и определения: Микропроцессорные средства и системы. Микропроцессорные интегральные микросхемы. — Микропроцессорные средства и системы, 1984, № 3, с. 90—92.

2. Малашевич Б. М., Шахнов В. А., Коночкин Э. И. Термины и определения: Микропроцессорные модули. — Микропроцессорные средства и системы, 1984, № 4, с. 88—90.

3. Магистрально-модульные микропроцессорные системы /Б. М. Малашевич, В. Л. Духуняп, Ю. И. Борщенко и др. — Там же, с. 3—12.

Статья поступила 14 января 1985 г.

РЖ ВИНТИ, 1984

9B1316. Точка зрения пользователя на персональные ЭВМ. A user's view of personal computers. Takahashi Mitsuo. «JIPDEC Rept», 1984, № 57, 35—35.

В Японии ежегодный выпуск персональных ЭВМ превысил 1 млн. шт.; ведущие фирмы-производители приступили к реорганизации производства по обеспечению оборудования, сопутствующего персональным ЭВМ; начата стандартизация аппаратурной части персональных ЭВМ и спецификаций программного обеспечения для того, чтобы обеспечить их совместимость.

Среди пожеланий пользователей отмечаются следующие: увеличить информацию об очередных моделях ЭВМ, которые подготавливаются к производству; повысить уровень стандартизации персональных ЭВМ; упростить пользование персональными ЭВМ; усовершенствовать справочники и наставления по персональным ЭВМ и др.

УДК 621.3.049.77:681.3.06

Златопольский В. Н., Лобов И. Е., Стоянов А. И., Шадрин И. А. **Однокристальные 4-разрядные микроЭВМ серии К1814.** — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 3.

Представлены основные характеристики однокристалльных 4-разрядных микроЭВМ серии К1814, предназначенных для построения микроконтроллерных систем управления. Подробно описана структура адресации, приведена система команд, рассмотрены структура ввода-вывода, способы начальной установки, сброса и синхронизации микроЭВМ. Дан пример включения однокристалльной микроЭВМ для реализации простого секундомера.

UDC 621.3.049.77:681.3.06

Zlatopolskiy V. N., Lobov I. E., Stoyanov A. I., Shadrin I. A. **Single-chip 4-bit Microcomputers of the K1814 Series.** — Microprocessor Devices and Systems, 1985, N 1, p. 3.

Some features of the single-chip 4-bit microcomputers of the K1814 series are presented. The K1814 computers are designed for embedded applications as microcontrollers. The detailed description of the addressation modes, the instruction set and the I/O structure is provided. A simple timer implementation is discussed as an example of K1814 microcomputer application.

УДК 681.3—181.4

Лопатин В. С., Юрочкин А. Г., Баранов Н. Д. **Адаптер магистралей СМ ЭВМ и микроЭВМ «Электроника 60».** — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 11.

В краткой форме представлены основные функции, характеристики и описание работы устройства связи интерфейса СМ ЭВМ «Общая шина» и магистрального параллельного интерфейса (МПИ) микроЭВМ ряда «Электроника 60».

UDC 681.3—181.4

Lopatin V. S., Yurochkin A. G., Baranov N. D. **Bus Adapter Unit for SM Minicomputers and «Elektronika 60» Microcomputer.** — Microprocessor Devices and Systems, 1985, N 1, p. 11.

The objective features and principles of the bus adapter unit are briefly described. The unit provides the interface between the SM bus (Unibus) and «Elektronika 60» bus (Q-bus).

УДК 681.324

Знаменский Ю. Н., Карев В. В., Крушевский Л. Я., Маслов А. В., Поликарпович С. П. **Скоростной дуплексный адаптер межпроцессорной связи «Электроника МС 8002».** — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 13.

Описано серийное изделие, предназначенное для организации дуплексного обмена данными между процессорами СМ ЭВМ, имеющими канал типа «Общая шина», и мини-ЭВМ серии «Электроника 100-25», «Электроника 79» для создания многомашинных вычислительных управляющих комплексов с повышенной производительностью и надежностью.

UDC 681.324

Znamenskiy Yu. N., Karev V. V., Krushevskiy L. Ya., Maslov A. V., Polikarpovich S. P. **«Elektronika MS 8002» Highspeed Duplex Interprocessor Communication Adapter.** — Microprocessor Devices and Systems, 1985, N 1, p. 13.

The communication unit providing a duplex data exchange for Unibus based minicomputers is described. The unit can be used to create reliable high performance multi-computer control systems. The described unit is produced by industry.

УДК 621.311.6—681.3

Пархоменко П. И., Бражник В. П. **Унифицированный источник питания для 16-разрядных микроЭВМ.** — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 16.

Дано краткое описание источника питания «Электроника МС92301.1», предназначенного для питания новых моделей микроЭВМ ряда «Электроника 60-1». Приведены сравнительные технические характеристики этого прибора и источника питания типа БПС6-1.

UDC 621.311.6—681.3

Parkhomenko P. I., Brazhnik V. P. **Universal Power Supply for 16-bit Microcomputers.** — Microprocessor Devices and Systems, 1985, N 1, p. 16.

The «Elektronika MS29301.1» power supply unit is briefly described. The unit can be used with microcomputers of the «Elektronika 60» family. The comparison with power supplies of BPS6-1 type is given.

УДК 681.324

Белицкий Р. И. **Адресация данных в потоковой мультимикропроцессорной системе с магистральной структурой.** — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 17.

Рассмотрены особенности структурной организации потоковых вычислительных систем. Показаны недостатки в системах адресации потоковых ЭВМ, существенно снижающие их производительность и ограничивающие круг возможных применений. Предложены новые принципы организации потоковых ЭВМ на основе многошинных мультипроцессоров.

UDC 681.324

Belitskiy R. I. **The Data-Addressing in a Data-Flow Multimicroprocessor System with a Main Structure.** — Microprocessor Devices and Systems, 1985, N 1, p. 17.

The peculiarities of data-flow computer systems structure are considered. The article shows the drawbacks in the addressing systems of data-flow computers which significantly decrease the productivity and the range of their possible application. New principles of data-flow computers construction on the basis of multibus microprocessors are suggested.

УДК 651.926:681.39

Косенков С. М., Полосин А. Н., Счепицкий З. А., Дябин М. И., Половянюк А. И. Бытовая персональная микроЭВМ «Электроника БК-0010». — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 22.

Представлена серийная модель бытовой микроЭВМ, состоящая из двух функционально и конструктивно независимых узлов — информационно-вычислительного устройства и блока питания. Приведены характеристики основных блоков и микроЭВМ в целом, описана организация адресного пространства.

УДК 621.317.779—681.322.1

Попов С. Н. Система диагностики неисправностей микропроцессорной аппаратуры на базе персонального компьютера. — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 26.

Рассмотрена простая и доступная диалоговая система диагностики неисправностей микропроцессорной радиоэлектронной аппаратуры на базе персонального компьютера «Микро-80», реализующая метод статической стимуляции. Работа системы проиллюстрирована на примере диагностики комбинированного модуля памяти. Приведена программа проверки всех компонентов модуля на языке Бейсик, интерпретатор которого дополнен рядом операторов и встроенных функций.

УДК 681.3.06

Цыганков В. А., Бураков Е. А., Гусев А. В., Козырев А. В., Кетлин В. Н., Фаас В. Г., Черепанов А. Б. Система программирования и отладки микроЭВМ на базе измерительно-вычислительного комплекса. — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 30.

Рассмотрены вопросы организации системы для отладки микропроцессорных средств на базе ИВК. Основное внимание уделено идеологии и архитектуре отладочного комплекса, предложен способ сопряжения микроЭВМ и ИВК через аппаратуру КАМАК. Приводятся краткие сведения о микроЭВМ и телевизионном контроллере. Описываются работа основных узлов и сервисные отладочные процедуры, предоставляемые пользователю.

УДК 681.3.06

Туманов А. А. Система подготовки программ для микропроцессора КР580ИК80 на базе микроЭВМ «Искра-226». — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 34.

Характеризуются устройство и работа кроссовой системы на базе «Искры-226» (КРОСС-МИКРОС), снабженной таблицами описания команд пользователя.

УДК 061.5:681.3.06

Карась И. З. Опыт функционирования промышленного предприятия по производству программных средств. — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 36.

Содержится анализ опыта создания и обеспечения функционирования программостроительного предприятия на основе существующих нормативных документов, регламентирующих деятельность машиностроительного завода.

UDC 651. 926:681.39

Kosenkov S. M., Polosin A. N., Schepitsky Z. A., Dyabin M. I., Polovyanyuk A. I. — The Personal Microcomputer for Home Use «Electronica BK-0010» — Microprocessor Devices and Systems, 1985, N 1, p. 22.

A serial production model of a microcomputer for home use is presented, it consists of two functionally and constructively completed units — the information processing and the feeding unit. The specification of all main units and of the computer itself are given, the architecture of addressing systems is described.

UDC 621.317.779—681.322.1

Popov S. N. Microprocessor Devices Diagnostic System Runs on Personal Computer. — Microprocessor Devices and Systems, 1985, N 1, p. 26.

A simple and available interactive diagnostics systems implemented on «Micro/80» personal computer is discussed. The system implements static stimulation technique to find faults in microprocessor based on radio-electronic devices. The paper includes the listing of diagnostic program written in extended BASIC.

UDC 681.3.06

Tsygankov V. A., Burakov E. A., Gusev A. V., Kozыrev A. V., Ketlin V. N., Faas V. G., Cherepanov A. B. Microcomputer Program Development System Hosting on MCC (Measuring-Calculating Complex) — Microprocessor Devices and Systems, 1985, N 1, p. 30.

The internal design and organization of program development cross system running on MCC minicomputer is discussed. The main subject of the paper is the structure of the debugging subsystem and the ways to use CAMAC hardware as an interface of MCC to the target microcomputer. The main hardware units and user utilities are described in detail.

UDC 681.3.06

Tumanov A. A. Program Development System for KR580IK80 Microprocessor Runs on «Iskra-226» Desktop Computer. — Microprocessor Devices and Systems, 1985, N 1, p. 34.

The table driven cross-system hosting on «Iskra-226» computer is discussed. The over view of desing principles and user interface is included.

UDC 061.5:681.3.06

Karas I. Z. — The Experience Gained While Operating of a Program-Making Plant. — Microprocessor Devices and Systems, 1985, N 1, p. 36.

The paper contains the analysis of constructing and putting into operation of a program-making enterprise on the base of normative documents regulating the functioning of a machine-building plant.

Громов Г. Р. Программирование: ремесло, наука, искусство, технология... — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 44.

Рассматривается взаимосвязь исторически первых «точных» аспектов дисциплины программирования с трудноформализуемыми естественнонаучными и гуманитарными аспектами, вес которых постоянно увеличивается с расширением областей применений ЭВМ. Обсуждается влияние науки о программах на развитие процесса познания интеллектуальной сущности человека.

Gromov G. R. Programming: Craft, Science, Art, Technology... — Microprocessor Devices and Systems, 1985, N 1, p. 44.

The connection between two aspects of programming is considered. One of them, which historically appeared earlier, belongs to «exact science». The other is difficult to be formalized, because it possesses both natural and humanitarian features. The role of the latter is growing constantly due to the expansion of computer application. The possible influence of programming science on the research of human intelligence is discussed.

Филиппычев С. А., Майдаковский И. В., Борщенко Ю. И., Зубов Ю. В. Применение одночипового микропроцессора К1801ВМ1 в автономных системах сбора и обработки информации. — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 51.

Приведены особенности проектирования обрамления микропроцессора К1801ВМ1 и отладки простейшего контроллера на его основе. Описаны модули одноплатной микроЭВМ и системного таймера, спроектированные на основе простейшего контроллера. Рассмотрены возможности применения микропроцессора в простейшем микроконтроллере, одноплатной микроЭВМ и системах повышенной сложности.

Filippychev S. A., Majdykovsky I. V., Borshchenko Yu. I., Zubov Yu. V. The Use of a Single-chip Microprocessor K1801VM1 in Autonomous Systems of Data Collecting and Processing. — Microprocessor Devices and Systems, 1985, N 1, p. 51.

The peculiarities of the microprocessor K1801VM1 design and the debugging of the simplest controller based on it are considered. The modules of a single-board microcomputer and a system timer designed on the basis of the simplest controller are depicted. The paper shows the possibilities of applications of the microprocessor in the simplest microcontroller, single-board microcomputer and in more complex systems.

Говорун В. Н., Ермолин Ю. В., Мамарков П. В., Рыбаков В. Г., Сытин А. Н. Микропроцессорные модули для автоматизированных установок физики высоких энергий. — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 57.

Описаны микропроцессорные модули (на базе микропроцессорного комплекта серии КР580) для автоматизированных систем Института физики высоких энергий. Кратко описано программное обеспечение модулей. Рассмотрены автоматизированные системы, использующие эти модули для сбора, обработки информации и управления физическими экспериментами.

Govorun V. N., Ermolin Yu. V., Mamarkov P. V., Rybakov V. G., Sytin A. N. Microprocessor Modules for Automatization High Energy Physics Experiments. — Microprocessor Devices and Systems, 1985, N 1, p. 57.

The microprocessor modules (based on microprocessor unit KR580) of the automatized systems used in the Institute of High Energy Physics are described. The related software is discussed. The system using microprocessor modules for data acquisition, data processing and numerical control are considered.

Белаш В. В., Путилов В. А., Смольков Г. Я. Система автоматизации Сибирского солнечного радиотелескопа. — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 63.

Рассматриваются принципы построения, состав и структура системы автоматизации уникального радиоастрономического инструмента — Сибирского солнечного радиотелескопа. Система автоматизации построена на базе современных отечественных мини-, микроЭВМ и аппаратуры КАМАК. Структурно-алгоритмические и программно-аппаратные решения, принятые при создании системы, могут использоваться в системах управления сложными распределенными объектами.

Belosh V. V., Putilov V. A., Smoljkov G. Ya. — The Automation System of the Siberian Solar Radiotelescope. — Microprocessor Devices and Systems, 1985, N 1, p. 63.

The principles of construction, composition and structure of the automation system of unique radio-astronomical instrument — the Siberian Solar radiotelescope — are considered. The automation system is based on modern mini — and microcomputers, made by home industry, and the CAMAC equipment. Software and hardware used in the system dealt in the paper can be used in systems controlling complex distributed objects.

Бураков Е. А. Микропроцессорный кардиомонитор. — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 68.

Рассмотрены вопросы применения микропроцессорной техники при решении задач мониторингового контроля в кардиохирургии. Изложен опыт разработки кардиомонитора с совмещением функций контроля температуры миокарда и определения параметров гемодинамики. Приведены основные характеристики, алгоритм и подпрограмма обработки пульсовой волны артериального давления.

Burakov E. A. A Microprocessor System for Cardiomonitoring. — Microprocessor Devices and Systems, 1985, N 1, p. 68.

The use of the microprocessor devices for control and monitoring tasks in cardiac surgery is considered. The discussion is based upon an experience of developing a cardiomonitoring system which monitors the myocardium temperature and defines hemodynamics parameters. A brief description of the system together with the algorithm for arterial pressure wave analysis are supplied.

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕМАТИКА В ПЛАНАХ ИЗДАТЕЛЬСТВА „ФИНАНСЫ И СТАТИСТИКА“

**ЗВОНОВА
АЛЕФТИНА НИКОЛАЕВНА,**

Главный редактор издательства
«Финансы и статистика»



Познакомим читателей с выпущенными и планируемыми к изданию работами по применению малых специализированных машин.

В книге А. В. Гиглавого, Н. Д. Кабанова, Н. Л. Прохорова, А. Н. Шкабарды «МикроЭВМ СМ-1800: Архитектура, программирование, применение» (1984) рассмотрены функции, архитектура и состав микроЭВМ СМ-1800.

В 1984 г. издательство выпустило также справочник Л. И. Валиковой, Г. В. Вигдорчика, А. Ю. Воробьева, А. А. Лукина «Операционная система СМ ЭВМ РАФОС», в котором содержится описание функций операционной системы РАФОС, предназначенной для работы на СМ-3 и СМ-4.

По малым вычислительным машинам, предназначенным для обработки экономической информации в сфере бухгалтерского учета, управления и планирования, будут опубликованы три книги: В. Г. Волкова и Д. Л. Лозенцова «Универсальная интерпретирующая программа для ЭВМ «Роботрон-1720» (1985), Б. А. Коган, В. Ю. Ралль «Системы обработки данных на базе ЭВМ «Искра-554» и «Искра-555» (1985), И. Н. Ладычук «Учет труда и заработной платы с использованием микроЭВМ «Искра-555» (1986).

Реализации первой отечественной мобильной операционной системы на СМ ЭВМ посвящено практическое руководство М. И. Белякова, А. Ю. Ливеровского, В. П. Семика, В. И. Шяудкулиса «Инструментальная мобильная операционная система СМ ЭВМ» (1985). В нем рассмотрены структура системы, принципы управления оперативной памятью, внешними устройствами.

В сборниках «Прикладная информатика» (издаются с 1981 г. под редакцией В. М. Савинкова) за последние два года были опубликованы работы: Г. А. Данилова «Архитектура микропроцессорной системы для обработки таблиц» (1983), М. И. Белякова, А. Ю. Ливеровского, Б. Н.

Наумова, В. П. Семика, Е. Н. Филинова, В. И. Шяудкулиса «Инструментальная мобильная операционная система ИНМОС» (1984). В последующих выпусках предполагается публиковать статьи, освещающие операционные системы отечественных персональных ЭВМ (ПЭВМ) и макеты прикладных программ для них, сведения о новой разработке информационно-поисковой системы (ИПС) для СМ ЭВМ.

Издательство публикует также работы зарубежных специалистов. Проблемы разработки и применения современной микроразностной элементной базы для ЕС ЭВМ и СМ ЭВМ анализируются в сборниках «Вычислительная техника социалистических стран» (вып. 15, 16, 1984), подготовленных в рамках Межправительственной комиссии по сотрудничеству социалистических стран в области вычислительной техники (МПК по ВТ). В них рассматривается деятельность МПК по ВТ, проблемы и перспективы развития средств микроэлектроники и использования микропроцессорной техники для АСУ различного уровня и гибких автоматизированных производств (ГАП).

В 1985 г. издательство наметило выпустить монографии М. Дамке «Операционные системы микроЭВМ» (пер. с англ.), К. Кристина «Введение в операционную систему UNIX» (пер. с англ.) и Р. Готье «Руководство по операционной системе UNIX» (пер. с англ.).

Назовем работы из плана выпуска литературы на 1986 г.

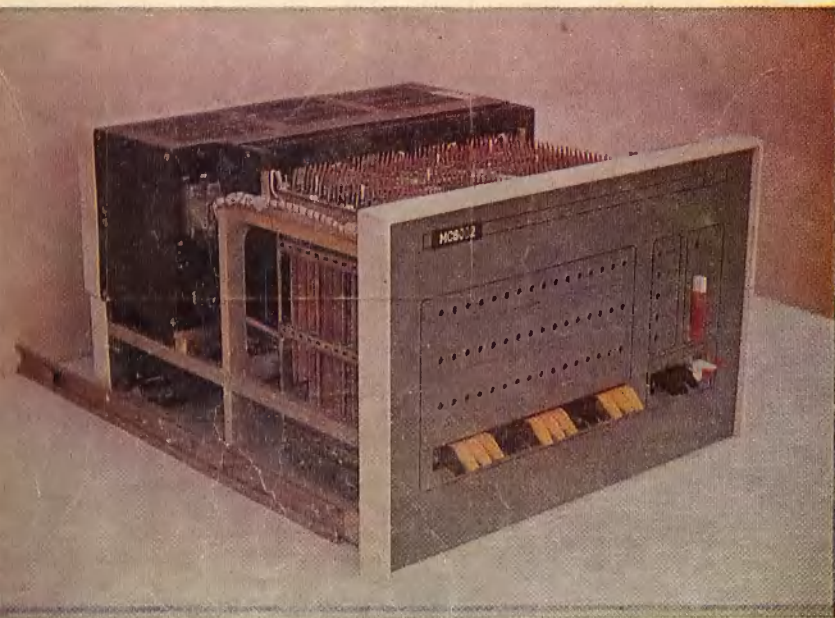
В монографии Г. П. Васильева, В. Е. Горского, В. И. Шяудкулиса «Программное обеспечение неоднородных распределенных систем: Анализ и реализация» рассматриваются проектирование и реализация неоднородных многомашинных комплексов и сетей ЭВМ на базе ЕС ЭВМ и СМ ЭВМ, использование стандартных программных средств, описаны назначение, функции и структура таких средств.

Для программистов и инженерно-технических работников, использующих микропроцессорные системы, предназначено практическое руководство, подготовленное Л. К. Гребенниковым, Л. А. Летником «Программирование микропроцессоров на языке ПЛ/М». В книге рассматриваются структурные схемы микропроцессоров, основные типы команд, даются описание языка ПЛ/М и практические приемы программирования микропроцессорных систем.

Оригинальной отечественной разработкой посвящена книга В. М. Виноградова, В. Ш. Рапиницера, В. П. Сорокина, Е. П. Шаршаткина «Система программного обеспечения банков данных ВИБ — СМ». В работе рассматриваются аспекты создания баз данных с использованием СПО ВИБ — СМ, даются методические материалы и описания программных средств для администратора базы данных на СМ ЭВМ.

В монографии Л. Н. Столяра, В. А. Шапошникова «Средства проверки работоспособности оборудования СМ ЭВМ» описано новое средство проверки оборудования — стандартный пакет прикладных программ «Эксперт», который уменьшает потерю информации и повышает надежность работы оборудования СМ ЭВМ.

Особое место среди работ по данной тематике займет справочное издание под редакцией Н. Л. Прохорова «СМ ЭВМ: Комплексирование и применение» (2-е перераб. изд.; 1-е изд. — «Малые ЭВМ и их применение», 1980). В книге рассматриваются основные модели классов микро-, мини- и мега-мини СМ ЭВМ (2-я и 3-я очереди), анализируются системотехнические характеристики, технические и программные средства, архитектурные особенности, даются рекомендации по повышению эффективности применения СМ ЭВМ в системах учета и контроля, конструкторских бюро, гибких автоматизированных производствах, заводах-автоматах.



Адаптер «Электроника МС 8002» (фото слева и внизу) организует скоростную межпроцессорную дуплексную связь в многомашинных вычислительных комплексах на базе мини-ЭВМ для повышения производительности и надежности

**ЧИТАЙТЕ
В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:**

Евромеханика — наиболее популярная и перспективная конструкционная система микропроцессорных средств и систем

Учебные микроЭВМ МЭВМ-1, -2, -3 на основе микросхем серий К580, К1810, разработанные, изготовленные и используемые в Ленинградском электротехническом институте имени В. И. Ульянова (Ленина)

Новые 16-разрядные микроЭВМ ряда «Электроника 60-1» с расширенной системой команд и увеличенным объемом памяти: «Электроника 1211.01», «Электроника 1211.02», «Электроника 1212»

Устройство прямого доступа к памяти на базе БИС контроллера ПДП КР580ВТ57, используемое для изучения принципов обмена данными, режима работы и основ программирования контроллера ПДП

Программируемый групповой контроллер на основе микросхем серии К580 для организации одновременного доступа к высокопроизводительной ЭВМ нескольких пользователей по одной терминальной линии и для управления несколькими микроЭВМ от одного терминала

Интерпретатор языка Бейсик/Г реализован в операционных системах СР/М, МикроДОС, ОС1800, ISIS-11, ДОС1800, D O/G, настраивается для работы с конкретным компьютером, дисплеем, принтером

Построение микропроцессорных систем управления сервомеханизмами с шаговыми электродвигателями

