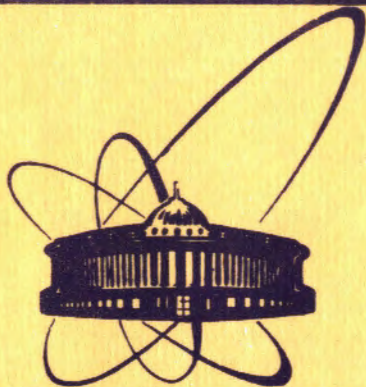


80-567



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

6220/2-80

22/2-80

10-80-567

В.Т.Сидоров

ПРОГРАММА-МОНИТОР ДЛЯ МИКРО-ЭВМ КМ 001
В СТАНДАРТЕ КАМАК

1980

ВВЕДЕНИЕ

Монитором называют систему программ, которые содержатся в постоянной памяти микро-ЭВМ и включают в себя программы управления функционированием микро-ЭВМ и ее связи с устройствами ввода-вывода. Мониторы могут быть различной сложности в зависимости от требуемых режимов работы микро-ЭВМ и степени ее оснащения периферийным оборудованием.

Описываемый в настоящей статье монитор предназначен для разработанного в Лаборатории ядерных проблем автономного интеллектуального контроллера в стандарте КАМАК. В состав этого контроллера входит микро-ЭВМ КМ 001^{1/} на основе микропроцессора Интел-8080 и блок управления магистралью КК 006^{1/}.

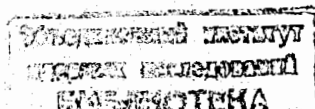
Необходимость разработки данного монитора была вызвана тем, что большинство мониторов микро-ЭВМ на основе микропроцессора Интел-8080 не предназначены для работы с системами в стандарте КАМАК, а монитор распространенного контроллера МАКАМАК^{2/}, разработанного фирмой Борер, ориентирован на связь с перфоленточным оборудованием, входящим только в состав основного терминала, что исключает применение в качестве него алфавитно-цифрового дисплея. Кроме того, микро-ЭВМ КМ 001 выполнена на схемах большей степени интеграции, чем МАКАМАК, что позволило повысить ее функциональные возможности, но в то же время привело к существенному изменению структуры.

Описываемый монитор наряду с общепринятыми директивами включает в себя группу директив операций КАМАК, а также обеспечивает связь с устройствами ввода-вывода перфоленты, подключенными через интерфейсы в стандарте КАМАК.

Монитор написан с помощью ассемблера^{3/}, разработанного в Лаборатории ядерных проблем.

ФУНКЦИИ, СТРУКТУРА И РАЗМЕЩЕНИЕ МОНИТОРА

Монитор представляет собой ядро перфоленточной операционной системы и ориентирован на совместную работу микро-ЭВМ КМ 001 с блоком управления магистралью КК 006. Монитор обеспечивает диалоговую связь оператора с микро-ЭВМ через основной терминал, обработку прерываний и связь с перфоленточным оборудованием через интерфейсы в стандарте КАМАК, а также включает в себя средства для отладки программ. В качестве основного терминала используется алфавитно-цифровой дисплей.



Структура монитора приведена в табл.1. Он состоит, в основном, из программ исполнения директив и обработки прерываний. Последовательность их работы определяется программой интерпретатора директив в соответствии с командами оператора, а также поступлением прерываний. Работу указанных программ обеспечивают содержащиеся в мониторе подпрограммы различного назначения.

Монитор занимает в микро-ЭВМ около 2 К байтов СПЗУ с адресным полем 0000-07FFH и использует около 300 байтов ОЗУ (3400H-352FH). ОЗУ монитора разделено на зоны. Их названия, назначение и объем приведены в табл.2. Объем стека пользователя в ОЗУ монитора позволяет исполнение до 8 вложенных подпрограмм /т.е. подпрограмм, вызываемых из других подпрограмм/, каждая из которых может заносить в стек для сохранения содержимое всех четырех пар регистров микропроцессора (HL, DE, BC, PSW).

Таблица 1
Структура монитора

№ п/п	Наименование	Кол-во	Примерный объем /байтов/
1.	Программа инициализации	1	110
2.	Программа интерпретатора директив	1	90
3.	Программы исполнения директив	16	1000
4.	Программы обработки прерываний	8	150
5.	Программа запоминания содержимого регистров микропроцессора	1	50
6.	Подпрограммы преобразования чисел	5	170
7.	Подпрограммы связи с терминалом	6	180
8.	Подпрограммы обработки параметров	2	120
9.	Вспомогательные подпрограммы	2	20
10.	Векторы для контроллера прерываний	8	32

ДИАЛОГ ОПЕРАТОР-МИКРО-ЭВМ

При включении питания микро-ЭВМ или нажатии кнопки "Сброс", что является источником прерывания с высшим приоритетом, производится инициализация, которая состоит в установке начального состояния всех узлов микро-ЭВМ и подготовке ОЗУ монитора. Далее управление передается в программу интерпретатора директив. Эта программа заносит в указатель стека микропроцессора начальный /старший/ адрес стека монитора, а затем выводит на

Таблица 2
Распределение ОЗУ монитора

Название зоны	Назначение	Объем
Стек пользователя	Стековые операции при исполнении программ пользователя	80 байтов
Стек монитора	Стековые операции при исполнении программ монитора	32 байта
Системный буфер	Промежуточное хранение данных, обрабатываемых монитором	80 байтов
Зона хранения содержимого регистров	Хранение содержимого регистров микропроцессора	13 байтов.
Зона служебных ячеек	Хранение служебной информации, используемой различными программами монитора	20 байтов
Зона векторов L	Передача управления в соответствующие программы обработки при прерываниях от сигналов L /заполняется при инициализации/	72 байта

экран терминала знаки &: . После этого программа ожидает поступления директив оператора. Таким образом, появление на экране указанных знаков означает готовность микро-ЭВМ к диалогу с оператором.

Любая директива подается с терминала при нажатии соответствующих клавишей. Ошибочно поданный с клавиатуры знак можно "вычеркнуть" нажатием клавиши перемещения курсора влево. После приема директивы управление передается в программу исполнения принятой директивы. Если директива была подана неверно, то на экран выводится знак ошибки E, а управление вновь передается в программу интерпретатора директив. После исполнения директивы в зависимости от ее типа управление передается или вновь программе интерпретатора директив, или программе пользователя.

ДИРЕКТИВЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ МОНИТОРОМ

Диалоговая часть монитора обрабатывает директивы оператора, которые по функциональному назначению можно разделить на 5 групп:

1. Директивы ввода-вывода для перфоленточного оборудования.
2. Директивы запуска программ.
3. Директивы передачи управления с прерыванием работающей программы.
4. Директивы отладки.
5. Директивы операций КАМАК.

Директивы подаются с терминала в виде соответствующего знака и необходимых числовых параметров, каждый из которых должен состоять из четырех шестнадцатиричных знаков. В дальнейшем они будут обозначаться XXXX, YYYY или ZZZZ.

Все директивы принимаются программой интерпретатора директив и должны заканчиваться подачей кода CR /"Возврат каретки"/. Исключение составляют директивы 3-й группы, которые принимаются в любой момент времени, т.к. прерывают исполняемую программу. Полный список директив с указанием их формата, мнемоники и выполняемых операций приведен в табл. 3.

1. Директивы ввода-вывода для перфоленточного оборудования

Программа исполнения директивы L производит ввод информации с перфоленты через интерфейс КИ 013^{4/}, который устанавливается в 16-ю станцию каркаса. Информация на ленте должна быть разбита на зоны. Первые 6 байтов каждой зоны содержат "заголовок", в котором значение 1-го байта - "1", второго - "0", байты 3 и 4 содержат число байтов в зоне /включая байты заголовка/, а байты 5 и 6 - адрес памяти, по которому должны заноситься данные этой зоны. В конце каждой зоны располагается байт контрольной суммы, являющейся двоичным дополнением суммы всех байтов зоны по модулю 256 /в число байтов в зоне он не включается/. Последняя зона на ленте состоит только из "заголовка" /байты 5 и 6 могут иметь любые значения/ и контрольной суммы. Такая зона служит признаком окончания информации на ленте. Величина зон и их количество на ленте могут быть произвольными.

При считывании каждой зоны программа вычисляет контрольную сумму и сравнивает ее с контрольной суммой зоны на ленте. При их несовпадении производится остановка считывателя, на экран выводится знак ошибки E, и управление передается программе интерпретатора директив.

Таблица 3

Директивы монитора

Формат	Мнемоника	Выполняемая операция
<u>I. Директивы ввода-вывода для перфоленты</u>		
&: L <CR>	LOAD	Ввод с перфоленты
&: DXXXX, YYYY <CR>	DUMP	Вывод на перфоленту
<u>II. Директивы запуска программ</u>		
&: B <CR>	BEGIN	Запуск по фиксир. адресу
&: GXXXX, YYYY, ZZZZ <CR>	GO	Запуск по произвольному адресу с точками останова
<u>III. Директивы передачи управления с прерыванием работающей программы</u>		
CTRL/I	INITIALISE	Инициализация
CTRL/S	STOP	Остановка работающей программы
CTRL/P	PROCEED	Продолжение прерванной программы
CTRL/U	USED	Запуск последней выполнявшейся программы
<u>IV. Директивы отладки</u>		
&: O <CR>	OPEN	Вывод содержимого регистров
&: MXXXX, YYYY <CR>	MEMORY	Вывод содержимого зоны памяти
&: EXXXX <CR>	EXAMINE	Вывод содержимого ячейки памяти
XXXX=YY ZZ <LF>		Запись кода ZZ и +1 к адресу
XXXX=YY ZZ <↑>		Запись кода ZZ и -1 к адресу
XXXX=YY ZZ <CR>		Запись кода ZZ и выход в интерпретатор
&: HXXXX, YYYY <CR>	HEX.ARITHM.	Шестнадцатиричная арифметика

Таблица 3 /продолжение/

V. Директивы операций КАМАК		
&: Z<CR>	CAMAC Z	Генерация сигнала Z
&: C<CR>	CAMAC C	Генерация сигнала C
&: S<CR>	I SET	Установка сигнала I
&: R<CR>	I RESET	Снятие сигнала I

Программа исполнения директивы D производит вывод содержимого зоны памяти на перфоленту через интерфейс КИ 012^{5/}, который устанавливается в 17-ю станцию каркаса. Параметры директивы указывают начальный и конечный адреса выводимой зоны. Информация на ленту выводится в формате, описанном выше. Величина зон, на которые она разделяется, не превышает 70 байтов, что позволяет при считывании быстро обнаружить возможную ошибку.

2. Директивы запуска программ

При исполнении директивы В управление передается по адресу начала ОЗУ пользователя.

При запуске программы через директиву G могут быть заданы один, два или три параметра. Первый указывает адрес начала программы и при исполнении директивы его значение заносится в ячейку STAD (Start Address) в зоне служебных ячеек ОЗУ монитора.

Второй и третий параметры содержат адреса точек останова. Значения этих адресов и находящиеся в них коды программы запоминаются в зоне служебных ячеек ОЗУ монитора. Здесь же запоминается число заданных точек останова. В ячейки памяти с адресами точек останова устанавливается код инструкции RST7 /однобайтовая команда передачи управления по адресу 0038H /. После этого все регистры микропроцессора /кроме счетчика команд/ загружаются из зоны хранения их содержимого, находящейся в ОЗУ монитора. Если же точки останова не задаются, то в указатель стека микропроцессора загружается начальный /старший/ адрес зоны стека пользователя. Затем управление передается по адресу начала программы.

При достижении любой из точек останова выполняется инструкция RST7, передающая управление программе SAVE. Эта программа заносит содержимое всех регистров микропроцессора и регистра маски контроллера прерываний в зону хранения ОЗУ монитора, после чего управление передается программе интерпретатора директив. При этом на экран терминала выводится сообщение об адресе останова программы в виде:

B; YYYU

где YYYU - значение счетчика команд из зоны хранения содержимого регистров микропроцессора.

Таким образом, при запуске программы с заданием точек останова ее исполнение может производиться частями от точки до точки останова, в которых можно контролировать состояние регистров микропроцессора и содержимое нужных ячеек памяти.

3. Директивы передачи управления с прерыванием работающей программы

Директивы этой группы, в отличие от остальных, принимаются программой обработки прерывания, вызываемого нажатием любой клавиши дисплея. Подача директив (I, S, P, U) осуществляется при нажатой клавише контроля CTRL. После прерывания работающей программы на экран сначала выводится знак "↑" и символ нажатой клавиши, а затем начинается работа программы обработки директивы.

При установке начального состояния (CTRL/I) управление передается в нулевой адрес, и выполняется программа инициализации.

При остановке работающей программы (CTRL/S) выполняется программа SAVE, а при продолжении прерванной программы (CTRL/P) все регистры микропроцессора, включая счетчик команд, загружаются из зоны хранения содержимого регистров в ОЗУ монитора.

При передаче управления в начало последней выполнявшейся программы (CTRL/U) счетчик команд загружается содержимым ячейки STAD из зоны служебных ячеек ОЗУ монитора.

4. Директивы отладки

Программа обработки директивы O выводит на экран содержимое регистров микропроцессора из зоны хранения их содержимого. Сообщение имеет вид:

HL=XXXX DE=XXXX BC=XXXX SP=XXXX PC=XXXX A=XX F=0,

где HL, DE и BC - пары регистров микропроцессора, SP - указатель стека, PC - счетчик команд, A - аккумулятор, F - флаги.

При индикации флагов указываются только те, которые установлены в "1". В примере, приведенном выше, все флаги сброшены. В случае, если все флаги установлены в "1", окончание сообщения после A=XX примет вид:

... F=S, Z, AC, P, C.

Директива М вызывает программу вывода на экран содержимого памяти из выбранной зоны. Параметры директивы указывают начальный и конечный адреса зоны. Формат вывода:

XXXX=ZZ XXXX=ZZ

Здесь XXXX - адрес ячейки памяти, а ZZ - ее содержимое.

При исполнении директивы Е на экран выводится содержимое ячейки памяти с адресом, который указывается параметром XXXX:

XXXX=YY,

где XXXX - адрес ячейки, а YY - ее содержимое.

После этого программа переходит в режим ожидания внутренних команд директивы Е. Команды могут быть поданы путем нажатия следующих клавиш:

- "LF" - вывод на экран содержимого ячейки памяти с адресом, увеличенным на 1;
- "↑" - вывод на экран содержимого ячейки памяти с адресом, уменьшенным на 1;
- "CR" - переход из директивы Е в программу интерпретатора директив монитора.

Перед каждой внутренней командой можно задать число /два шестнадцатиричных знака ZZ/, которое при исполнении команды будет занесено по адресу последней индицируемой ячейки памяти. Если ошибочно будет подан неправильный знак /не шестнадцатиричный/, то вместо него на экран выводится "?" и вновь сообщение о содержимом ячейки памяти с тем же адресом. Чтобы иметь возможность корректирования, перед подачей команды можно задавать до 9 знаков, из которых при исполнении принимаются два последних. Десятый код воспринимается программой как ошибочный.

Программа исполнения директивы шестнадцатиричной арифметики Н выводит на экран сообщение в виде:

AAAA BBBB,

где AAAA - сумма, а BBBB - разность (XXXX-YYYY) числовых значений заданных параметров.

5. Директивы операций КАМАК

При исполнении директив Z, C, S, R подаются соответственно следующие команды КАМАК:

- генерация сигнала Z;
- генерация сигнала C;
- установка сигнала I;
- снятие сигнала I.

ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ ПРЕРЫВАНИЙ

Источники прерываний в порядке убывания приоритета и их краткие характеристики приведены в табл.4. Они обрабатываются описываемыми ниже программами монитора.

1. INT0 - установка начального состояния /инициализация/

Прерывание подается при включении питания или нажатии кнопки "Сброс" на передней панели микро-ЭВМ. Программа обработки этого прерывания последовательно исполняет следующее:

- блокирует вход прерывания микропроцессора;
- в интерфейсе связи с основным терминалом устанавливает асинхронный режим и задает необходимые параметры;
- в контроллере прерываний открывает входы уровней: 1 - отсутствие ответа адресата, 2 - нажатие клавиши терминала, 4 - отсутствие сигнала X из магистрали; блокирует входы уровней: 3 - прерывание от таймера, 5-8 - прерывания от сигналов L;
- очищает ОЗУ монитора;
- заполняет необходимыми кодами зону служебных ячеек в ОЗУ монитора;
- формирует векторы адресов программ обработки сигналов L;
- в магистраль каркаса подает сигнал Z;
- в указатель стека микропроцессора заносит начальный /старший/ адрес зоны стека монитора;
- разблокирует вход прерывания микропроцессора.

Затем управление передается в программу интерпретатора директив монитора.

2. INT1- прерывание при отсутствии ответа адресата

Программа обработки этого прерывания определяет адрес, обращение по которому вызвало прерывание, и выводит на экран сообщение в виде:

T-O XXXX.

Здесь "T-O" - признак данного прерывания (Time Out), XXXX - содержимое счетчика команд микропроцессора в момент прерывания. Затем управление передается в программу интерпретатора директив.

3. INT2 - прерывание по окончании приема кода от нажатой клавиши терминала

Вначале код от нажатой клавиши заносится в ячейку CCH (Console Character) в зоне служебных ячеек ОЗУ монитора,

Таблица 4

Источники прерываний и их обработка

Наименов.	Источник	Обработка	Диагностич. сообщение	Адресат передачи управления
INT0	Вкл. питания; кнопка "Сброс"	Установка нач. сост.	нет	Программа интерпретатора директив
INT1	Отсутствие ответа адресата	Чтение счетчика команд	Состояние счетчика команд	Программа интерпретатора директив
INT2	Нажатие клавиши дисплея	Определение необходимости прерывания	нет	Директивы прерывания
INT3	Сигнал таймера	Отметка времени	нет	Программа пользователя
INT4	Отсутствие сигнала X	Определение номера станции	Номер станции	Программа интерпретатора директив
INT5	Выбранный сигнал L1 ÷ L8	- - - -	нет	Программа пользователя
INT6	Любой из сигналов L1 ÷ L8	Определение номера L	нет	Программа пользователя
INT7	Любой из сигналов L9 ÷ L16	Определение номера L	нет	Программа пользователя
INT8	Любой из сигналов L17 ÷ L23	Определение номера L	нет	Программа пользователя

а затем анализируется. Если это код директивы прерывания рабочей программы, то управление передается по соответствующему адресу программы обработки директивы. В остальных случаях

производится передача управления по адресу, который находится в ячейке CINT (Console Interrupt) в зоне служебных ячеек ОЗУ монитора. При инициализации в эту ячейку заносится адрес программы возврата к прерванной программе.

Для обеспечения возможности прерывания от клавиатуры терминала командами, не входящими в список директив монитора, необходимо в ячейку CINT поместить адрес программы обработки этого прерывания.

4. INT3 - прерывание от таймера

Период следования импульсов, вызывающих это прерывание, равен 0,1 с. При возникновении прерывания управление передается по адресу, который находится в ячейке TI (Timer Interrupt) в зоне служебных ячеек ОЗУ монитора.

При инициализации в эту ячейку записывается адрес программы возврата к прерванной программе. Для использования данного прерывания необходимо в ячейку TI поместить адрес программы обработки.

5. INT4 - прерывание при отсутствии сигнала X в магистрали во время выполнения команд КАМАК

Программа обработки прерывания определяет номер станции каркаса, в которую была адресована команда КАМАК. На экран терминала выводится сообщение, имеющее следующий формат:

NO X NYU,

что означает отсутствие сигнала X от станции YU /номер десятичный/. Информация о номере станции извлекается из регистров HL микропроцессора. Затем управление передается в программу интерпретатора директив монитора.

Данное прерывание не происходит при выполнении операций установки или снятия сигнала I и при подаче сигналов Z и C.

6. INT5 ÷ INT8 - прерывания по сигналам L от станций каркаса КАМАК

Запрос на прерывание INT5 подается одним из сигналов L1 ÷ L8, который выбирается в микро-ЭВМ с помощью регистра управления. Запросы на прерывание INT6, INT7 и INT8 формируются схемами ИЛИ в блоке управления магистралью от сигналов L1 ÷ L8, L9 ÷ L16 и L17 ÷ L23, соответственно.

По сигналу INT5 управление передается в ячейку L0, которой оканчивается зона векторов L ОЗУ монитора /последующие

ячейки ОЗУ уже относятся к памяти пользователя/. При инициализации в эту ячейку устанавливается код передачи управления с адресом программы возврата /в следующих двух ячейках/ к прерванной программе. Необходимую программу обработки прерывания INT5 следует помещать, начиная с адреса L0, что обеспечивает минимальное время передачи управления в эту программу, которое составляет 13,5 мкс.

Для обработки прерываний INT6÷INT8 в зону векторов L в ОЗУ монитора при инициализации заносятся векторы адресов программ обработки сигналов L. Каждый вектор состоит из 3 байтов /ячеек памяти/. Байт с младшим адресом содержит код инструкции безусловной передачи управления (JMP), а следующие два байта - адрес этой передачи. Формируется по одному вектору на каждый из сигналов L1÷L23.

При инициализации в адресные ячейки векторов устанавливается адрес программы возврата в прерванную программу. Для работы с прерываниями необходимо в адресные ячейки векторов используемых сигналов L записать адреса соответствующих программ обработки.

По сигналам прерываний INT6÷INT8 программа их обработки в мониторе определяет номер сигнала L и через соответствующий вектор передает управление в программу пользователя. Время передачи управления составляет 62 мкс для сигнала L с младшим номером (L1, L9, L17) и 178 мкс для сигнала L со старшим номером (L8, L16). Увеличение времени пропорционально номеру сигнала L.

ПОДПРОГРАММЫ МОНИТОРА

Описываемая программа-монитор содержит большое количество подпрограмм, применяемых для исполнения директив и обработки прерываний. Ряд их может быть полезен при разработке программ пользователя. Список таких подпрограмм с указанием выполняемой операции приведен в табл.5, а в табл.6 представлены их входные и выходные параметры.

1. Подпрограммы преобразования чисел

Эти подпрограммы позволяют преобразовывать однобайтовые (BIN1...) и двухбайтовые (BIN2...) двоичные числа в десятичные (...D) или шестнадцатиричные (...H), каждый знак которых представляется кодом ASCII. Подпрограммы обратного преобразования переводят шестнадцатиричные числа (H...) в кодах ASCII в однобайтовые (...1BIN) или двухбайтовые (...2BIN) двоичные числа. При этом флаг "C"(CARRY) микропроцессора служит флагом ошибки.

Таблица 5
Подпрограммы монитора

Обозначение	Выполняемая операция
1. Преобразование чисел	
BIN1D	Двоичное /8 зн./ в десятичное /3 зн./
BIN1H	Двоичное /8 зн./ в шестнадцатиричное /2 зн./
BIN2H	Двоичное /16 зн./ в шестнадцатиричное /4 зн./
H1BIN	Шестнадцатиричное /2 зн./ в двоичное /8 зн./
H2BIN	Шестнадцатиричное /4 зн./ в двоичное /16 зн./
2. Связь с терминалом	
CI	Прием одного знака с клавиатуры
CO	Подача одного знака в терминал
INLF	Прием группы кодов, оканчивающейся кодами CR, LF
OUTLF	Передача группы кодов, оканчивающейся кодом LF
OUTN	Передача N кодов в терминал
PRCR	Подача в терминал кодов CR и LF
3. Обработка параметров	
TWO	Обработка двух числовых параметров
BRNTB	Обработка знаковых параметров
4. Ввод-вывод для перфоленты	
LOAD	Ввод перфоленты
DUMP	Вывод перфоленты
5. Вспомогательные подпрограммы	
WAIT	Программная задержка
H=H-D	Вычитание шестнадцатиричных чисел

Он устанавливается в 1, если преобразуемое число задано неверно, т.е. число содержит неправильное /не 2 или 4/ количество знаков, или они не шестнадцатиричные.

2. Подпрограммы связи с терминалом

Они предназначены для обеспечения как приема знаков с клавиатуры, так и передачи их в терминал. Прием и передача одного кода знака производится подпрограммами CI (Console In) и CO (Console Out), соответственно. Если в терминал передается

Таблица 6

Входные и выходные параметры подпрограмм

Подпро- грамма	Входные параметры	Выходные параметры	Изменяемые регистры
BIN1D	(A) = код; (HL) = НБ	Б = 3 ASCII; (HL) = НБ+3	H, L
BIN1H	(A) = код; (HL) = НБ	Б = 2 ASCII; (HL) = НБ+2	H, L
BIN2H	(BC) = код; (HL) = НБ	Б = 4 ASCII; (HL) = НБ+4	H, L
H1BIN	(HL) = НБ	(A) = код; (HL) = НБ+2; "C" = ошибка	H, L, A, F
H2BIN	(HL) = НБ	(HL) = код; "C" = ошибка	H, L, A, F
CI	- - - -	(A) = код	A, F
CO	(A) = код	- - - -	-
INLF	(HL) = НБ	- - - -	-
OUTLF	(HL) = НБ	(HL) = КБ+1	H, L
OUTN	(HL) = НБ (A) = N	(HL) = КБ+1	H, L
PRCR	- - - -	- - - -	-
TWO	(HL) = НБ	(DE) = число 1; (HL) = число 2; "C" = ошибка	H, L, D, E, A, F
BRNTB	(HL) = табл. знаков; (DE) = табл. адресов; (B) = количество знаков; (A) = код знака	- - - -	все
LOAD	- - - -	- - - -	все
DUMP	(DE) = нач. адр.; (HL) = конечн. адр.; BC = адр. загрузки	- - - -	все
WAIT	(DE) = количество циклов	- - - -	D, E
H=N-D	(HL) = уменьшаемое; (DE) = вычитаемое	(HL) = (HL) - (DE); "C" = если (DE) > (HL)	H, L, A, F

Примечание: Б - буфер /зона памяти для хранения данных/;
НБ - адрес начала буфера; КБ - адрес последней занятой ячейки
буфера; в скобках - обозначение регистров или пар регистров
микропроцессора; флаг CARRY("C") указывает на ошибку, если
он установлен в 1.

код управляющей команды, например: перевод строки, очистка
экрана и т.п., то после окончания передачи включается программ-
ная задержка на время исполнения указанных команд терминалом,
т.к. это время существенно больше времени вывода знака на эк-
ран. Последовательный прием и передача групп знаков произво-
дятся подпрограммами INLF, OUTLF и OUTN, которые для связи
с терминалом используют подпрограммы CI и CO.

Подпрограмма INLF принимает с клавиатуры и помещает
в память последовательность кодов знаков, которая заканчи-
вается кодами CR и LF. При этом для окончания работы доста-
точно с клавиатуры подать только код CR, т.к. после приема
этого кода и занесения его в память подпрограмма помещает
в следующую ячейку код LF. Принимаемые коды заносятся в вы-
бранную зону памяти и подаются в терминал. Количество прини-
маемых подпрограммой кодов ограничено 75-ю, поскольку в одной
строке дисплеев обычно помещается 80 знаков.

При приеме кода сдвига курсора влево (+) последний при-
нятый знак стирается с экрана, курсор передвигается на одну
позицию влево, и следующий принимаемый код заносится в память
по адресу, куда был помещен код последнего "вычеркнутого" зна-
ка. Для приема каждого кода используется подпрограмма CI.

Подпрограммы OUTLF и OUTN производят передачу последо-
вательности кодов из выбранной зоны памяти в терминал. Окон-
чание передачи определяется в первом случае выводом кода LF,
во втором - предварительно заданным числом N передаваемых
кодов. Обе эти подпрограммы используют подпрограмму CO для
передачи каждого кода.

Подпрограмма PRCR(Print CR) подает в терминал коды CR
и LF.

3. Подпрограммы обработки параметров

Подпрограмма TWO предназначена для обработки двух числовых
параметров, принятых с терминала и помещенных в ОЗУ. Подпро-
грамма преобразует два четырехзначных шестнадцатиричных числа,
представленных в кодах ASCII /числа разделяются запятой,
а после второго из них располагаются коды CR и LF /, в два
двоичных шестнадцатиразрядных кода и помещает их в пары регист-
ров DE и HL микропроцессора. При этом флаг "C"(CARRY) микро-
процессора служит флагом ошибки и устанавливается в 1, если
задаваемые числа поданы неверно /одно или оба числа состоят
не из четырех знаков, числа разделены не запятой/ или содер-
жат не шестнадцатиричные знаки.

Подпрограмма BRNTB (Branch Table) предназначена для передачи
управления по определенным адресам в соответствии с кодом

знака, принятым с клавиатуры терминала или извлеченным из памяти. Подпрограмма работает с двумя заранее заготовленными в памяти таблицами: "Знаки" и "Адреса". Первая представляет последовательность ячеек памяти, заполненных кодами принимаемых знаков. Вторая содержит значения адресов /два байта на каждый адрес/ программ обработки принимаемых кодов. Принимая код знака, подпрограмма определяет номер кода в таблице знаков и передает управление по адресу, имеющему такой же порядковый номер в таблице адресов. Если в таблице знаков не будет найден код, соответствующий принятому, то производится возврат из подпрограммы. В мониторе эта подпрограмма используется программой интерпретатора директив для распознавания директив, принимаемых с клавиатуры терминала.

4. Подпрограммы ввода-вывода для перфоленты

Подпрограммы LOAD и DUMP производят, соответственно, чтение информации с перфоленты и вывод содержимого зоны памяти на перфоленту через интерфейсы в стандарте КАМАК. Работа подпрограмм и формат размещения данных на перфоленте рассмотрены при описании директив монитора для ввода-вывода перфолент. Исполнение этих директив обеспечивают подпрограммы LOAD и DUMP.

5. Вспомогательные подпрограммы

Подпрограмма WAIT позволяет производить программную задержку, величина которой определяется формулой $15 + K \cdot 11,7 / \text{мкс}$, где K - задаваемое число циклов. Оно может принимать значения от 1 до $2^{16} - 1$, т.е. 65535. Значение K перед обращением к подпрограмме должно быть занесено в пару регистров DE микропроцессора. Следует отметить, что максимальная величина задержки будет при $K = 0$, т.к. при этом произойдет 2^{16} , т.е. 65536 циклов /~767 мкс/, а минимальная задержка будет при $K = 1$ - один цикл /~27 мкс/.

Подпрограмма H=H-D производит вычитание двух двоичных шестнадцатиразрядных чисел.

Использование описанных подпрограмм монитора, а также обслуживающих программ, которые имеются в микро-ЭВМ, позволяет существенно сократить объем рабочих программ и время их разработки.

В заключение автор приносит благодарность И.Н.Чурину за плодотворные обсуждения при разработке программ и А.Н.Синаеву за поддержку работы и редактирование данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоров В.Т. и др. ОИЯИ, P10-12481, Дубна, 1979.
2. MASAMAS. Borer Journal, 1975, No.8.
3. Чурин И.Н. ОИЯИ, 10-12679, Дубна, 1979.
4. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-11636, Дубна, 1978.
5. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-10576, Дубна, 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 августа 1980 года.