

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P10-85-863

Д.Н. Лопырев, В.В. Челнокова

ПРОГРАММА-МОНИТОР
16-РАЗРЯДНОЙ МИКРОЭВМ
НА ОСНОВЕ МИКРОПРОЦЕССОРА INTEL 8086

1985

Опыт разработчиков программ для микрокомпьютера говорит о том, что сложнейшей частью работы является отладка программ, что обусловлено, во-первых, необходимостью располагать программой в постоянной памяти и, во-вторых, спецификой микрокомпьютера как устройства, наиболее эффективного в системах управления аппаратами и процессами. Это означает, что в процессе отладки программ возникает необходимость в той или иной конфигурации микрокомпьютера, и приходится создавать отладочный вариант системы, что отнимает время и приводит к большим затратам.

В предвидении развития работ на микропроцессорах КМОП-типа (зарубежный аналог Intel 8086) в ИВТЛ был создан универсальный микрокомпьютер МПЦ, имеющий широкий набор возможностей.

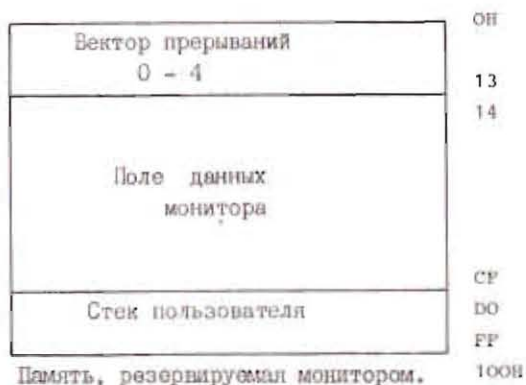
В состав разработанных технических средств микрокомпьютера МПЦ входят:

- микропроцессор 8086,
- оперативное запоминающее устройство емкостью от 16 К байт до 1 Мбайт прямо адресуемых ячеек, с наращиванием блоками по 32К;

- постоянное запоминающее устройство емкости 10К байт;
- блок связи с ЦС ЭВМ;
- канал прямого доступа с 4 направлениями;
- консоль оператора - дисплей с клавиатурой;
- блок связи с терминалами (до 4);
- блок обработки прерываний, вектор от 0 до 04;
- таймер;
- устройство ввода с перфокарты;
- алфавитно-цифровая печать А-100.

Монитор микрокомпьютера ориентирован на работу с консолью оператора. Он принимает, обрабатывает и выполняет команды, заданные с клавиатуры. Набор команд монитора дает необходимые средства отладки программ микрокомпьютера: ввод текста программы, выполнение программы, в том числе в пошаговом режиме и с контрольными точками остановки; поиск и изменение содержимого регистров 8086 и ячеек памяти, а также управление вводом с перфокарты и выдачей дисплеем.

За основу программы монитора принят стандартный, "фирменный" монитор SDK-86 объемом 4К байт. Он расположен в памяти в адресах F7000H - F7FFFH. Первые 256 ячеек оперативной памяти (0-F7H) резервированы для монитора и стека пользователя (см. рис. 1). Первая ячейка, доступная пользователю, - 100H.



При включении микрокомпьютера и при нажатии кнопки "Сброс" по прерыванию RST0 монитор входит в программу инициализации: обнуляются регистры CS, DS, SS, IP, FI микропроцессора 8086, в SP устанавливается база стека, равная 0100H, задается вектор прерываний для трех режимов работы:

- Прерывание 1: шаговый режим (в команде M).
 - Прерывание 2: немаскированные прерывания монитора.
 - Прерывание 3: точка останова (в команде G).
- На экране высвечивается строчка заглавия:

MTK MONITOR V2.2,

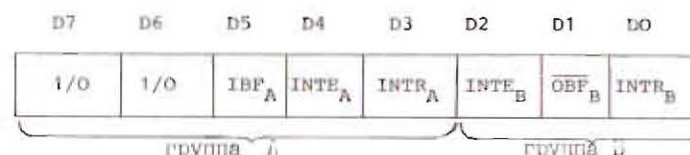
монитор переходит в состояние ожидания команды оператора, сигнализируя о своей готовности точкой в начале строки.

Команды монитора

Команды задаются с клавиатуры операторской консоли. Связь микрокомпьютера с клавиатурой осуществляется через интерфейс 8255, для которого в процессе инициализации устанавливается асинхронный режим, где порт A - ввод, порт B - вывод, свободные разряды порта C задаются как вывод: они управляют стартом и остановом двигателя. Адреса интерфейса в составе микрокомпьютера:

- 0010H порт A (ввод)
- 0012H порт B (вывод)
- 0014H порт C (ввод статуса консоли, вывод управляющих разрядов)
- 0016H управляющее слово (для задания режима интерфейса).

Статусное слово интерфейса 8255:



D3 и D0 сигнализируют о готовности устройств соответственно к вводу и выводу.

Исходное состояние монитора - опрос готовности ввода для получения символа с клавиатуры.

Монитор может выполнять 8 различных команд оператора. Команды приведены в таблице, при их описании используется следующий синтаксис:

- [A] - возможный операнд
- [A]* - один или более возможных операндов
- <C> - указывает, что C - переменная
- <BK> - указывает, что вводится символ "возврат каретки".

Команды S, X, D, G, N перенесены в монитор MTK без изменений из стандартного монитора, команды R и P написаны для обслуживания дополнительного оборудования: фотосчитывателя FS 1501 и печати D-100.

Команда T резервирована для программы тестирования аппаратуры и каналов связи. Тест будет состоять, по предварительной оценке, из 16 тест-секций для всех устройств и линий связи и будет расположен за пределами 4К памяти монитора.

Команда S

Показывает содержимое байта (b) или слова (sw) выбранной ячейки памяти. Если эта ячейка - из области оперативной памяти, ее содержимое можно при желании изменить, введя новые данные с консоли. Запятая вызывает следующую ячейку, возврат каретки завершает выполнение команды.

При попытке изменить ячейку из постоянной памяти или несуществующую - фиксируется ошибка.

Пример: S DS:50,E4- F7 <BK> - в ячейку 50 записано F7H.

Здесь и далее подчеркнуто то, что выдано на экран монитором.

Команда X

Включает и, при желании, модифицирует содержимое любого отдельного регистра микропроцессора 8086 либо показывает содержимое всех регистров 8086. Доступные программисту регистры: AX, BX, CX, DX, SP, BP, SI, DI, CS, DS, SS, ES, IP, FL. Запятая вызывает следующий регистр из приведенного списка, возврат каретки завершает команду.

Пример:

```
._X DS=0010-20,  
  SS=0000- <BK >
```

Команда D

Команда производит высвечивание на экране блока памяти, ограниченного адресами старта и конца в формате IOH строк. В начале строки выставляется офсет адреса этой строки. Вывод возможен словами (W) и байтами (B). Условие ошибки: если начальный адрес больше конечного.

Команда M

Перемещает блок данных внутри памяти. Содержимое блока, ограниченное начальным и конечным адресом, перемещается в область, начинающуюся адресом смещения. Как и в команде D, конечный адрес принадлежит тому же сегменту, что и начальный (если сегмент не указан, используется содержимое CS регистра), следовательно, перемещаемый блок не больше 64К.

Поскольку перемещение производится по одному байту, с помощью команды M можно заполнять блок памяти некоторой заданной константой. Достигается это заданием адреса смещения, на единицу большим, чем начальный адрес. Блок памяти от начального адреса до конечного +1 будет заполнен содержимым ячейки с начальным адресом.

Пример 1: перемещение 100+14С в 500+04С

```
._M DS:100,14C,500 <BK >
```

⋮

Пример 2: заполнение словом "FF"

```
._S 300,6C-FF <BK >
```

```
._M 300,4FF,301 <BK >
```

⋮

Команда G

Используется для передачи управления из монитора в программу пользователя.

На ввод команды G монитор отвечает высвечиванием текущего состояния IP регистра (программный счетчик) и содержимого ячейки с этим адресом. Далее оператор может ввести начальный адрес своей программы, через запятую – возможные точки останова, и возврат каретки вызовет выполнение этой команды.

Чтобы вернуться в монитор, следует нажать сброс – монитор начнется с ячейки FFD00H, либо клавишу прерывание – тогда восстановятся регистры 8086 на состояние монитора перед вводом команды G.

Условие ошибки возникает при попытке задать точку останова в ностоянной памяти.

Пример: выполнять программу, начиная с DS:0, остановиться в DS:37.

```
._G 010E-24 10:0,37 <BK >
```

```
  BV00010:0037
```

⋮

Команда N

Шаговый режим выполнения программы пользователя. Команда обращается к регистру IP, который может быть задан заранее или в команде N. Шаговый режим действует только в одном (любом) сегменте, переходы невозможны.

Пример: .N 0000-00 120,

```
  0122-8E,
```

```
  0124-BA <BK >
```

⋮

Команда R

Для правильного считывания с перфоленты кода ASCII надо учитывать формат его записи.

HEX-ASCII фирмы Intel:

1-ая строчка – 3A (код двоеточия)

2,3

– длина зоны; для шапки сегмента = 02, для данных ≤ IOH,

4-7

– офсет (адрес ячейки внутри сегмента),

8,9

– тип записи:

00 – данные

01 – конец ленты

02 – сегмент

03 – лента для 8080,

- 10-13 - адрес базы сегмента; существует только в шапке сегмента; в этом случае 14,15 строчки - контрольная сумма.
- 10-41 - данные; последняя в записи зона может быть короче.
- 42,43 - контрольная сумма зоны,
- 44,45 - od, oa (возврат каретки, перевод строки) - признак конца зоны.

Задача подпрограммы read, реализующей команду R, состоит в том, чтобы считать с контролем информацию с перфоленты, перевести с кода ASCII в шестнадцатичный, записать в регистры базу сегмента и офсет, записать в оперативную память данные по вычисленным адресам:

$$\text{Адрес} = \text{сегмент} \times \text{IOH} + \text{офсет}$$

Контроль правильности считывания идет по модулю FF. В процессе чтения ленты формируется контрольная сумма путем побайтного сложения двоичных чисел (расшифрованный ASCII), начиная с "длины зоны" и до последнего слова данных. При сложении полученного таким образом числа с "контрольной суммой зоны", пробитой на ленте, должен получиться 0. При нарушении формата записи ("чужая" лента) и при несовпадении контрольных сумм управление передается подпрограмме error, она высвечивает на экране индикацию об ошибке, без указания причины.

Непосредственно к фотосчитывателю обращается подпрограмма vin. Работа происходит в старт-стопном режиме. В режиме "установка бита" по адресу 0016H посылается приказ на установку FC4=1 - этот разряд управляет включением мотора fs. Далее многократно читается статус, пока в нем не будет обнаружена "1" в 3-м разряде - intr₃=1 означает, что fs занес слово в буфер интерфейса. Выдается "стоп fs" путем установки FCC=0, и затем считываются данные порта A - это и есть одна строчка перфоленты. Принятое слово, если это не SA, od, 3A, переводится из ASCII в шестнадцатичный код подпрограммой ascneh; пара таких цифр компонуется в байт для записи в регистр или память.

Команда R

Печатает на АЦУ блок данных памяти, ограниченный начальным и конечным адресом в формате IOH строк.

Подпрограмма print, реализующая команду P, работает по типу программы display (команда D). В начале строки печатается "подсказка" - офсет адреса этой строки. Вывод возможен байтами (P) и словами (PW). Размер массива выдачи - не более 64K байт, т.к. конечный адрес имеет тот же сегмент, что и начальный. Если сегмент не указан, обращение идет к кодовому сегменту CS.

Пример: P DS:10,2A <BK>

По этому приказу будут распечатаны ячейки сегмента данных с IOH по 2AH.

Ситуация ошибки отмечается, когда конечный адрес больше начального.

Непосредственно с принтером работает подпрограмма biosnak. Она проверит готовность D-100 к работе (при включении прибора ставится в "1" разряд отдельного регистра), если не готов - уходит в error. Затем проверяется готовность электроники интерфейса к приему: intr₅=1 устанавливает 0-й бит статусного слова, и при удовлетворении этого условия по адресу порта B интерфейса 8250 выдается код знака, подготовленный на регистре AL 8086.

Пример: PW FFO0:0,2A <BK> - распечатка словами блока от FFO0H до FFO2AH.

Таблица

Команда	Функция/синтаксис
S	показать/изменить ячейки памяти s[w] <адрес>, [[<новое содержимое>],] * <BK>
X	показать/изменить регистры 8086 x [<регистр>] [[<новое содержимое>],] * <BK>
D	показать блок данных d[w] <начальный адрес> [, <конечный адрес>] <BK>
G	передать управление от монитора к программе пользователя g [<начальный адрес>] [, <адрес останова>] <BK>
N	шаговый режим n [<начальный адрес>] [[<начальный адрес>],] * <BK>
R	читает объектный файл с перфоленты r [<базовое число>] <BK>
P	печатает на листинге блок данных памяти
T	r[w] <начальный адрес> [, <конечный адрес>] <BK> тест

Заключение

Наилучшим средством отладки программ микрокомпьютера считается схемный эмулятор: прибор небольших габаритов, который можно принести

и подключить к новой установке на время отладки системы. Однако универсальный микрокомпьютер ИТМ с монитором, описанным в данной работе, решает ту же задачу "лабораторным" путем - отладкой программ на стандартной аппаратуре с разнообразием возможных конфигураций.

Для удобства пользователей мы в данной работе привели описание всех команд монитора - как вновь созданных, так и перенесенных в него из стандартного монитора фирмы Intel [1].

В заключение авторы выражают благодарность В.И. Приходько за поддержку данной работы и К. Югту за полезные консультации.

литература

1. SDK-86 SERIAL MONITOR. Intel Corporation, California, 1981.
2. ASM-86 Language Reference Manual. Intel Corporation, California, 1981.
3. Трибель В. и др. Программирование для микропроцессоров. Энергоиздат, М., 1982.
4. Каган Г.М., Сталин В.В. Микропроцессоры в цифровых системах. Энергия, М., 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел
20 декабря 1985 года.

Лопырев Д.Н., Челнокова В.В.

P10-85-863

Программа-монитор 16-разрядной микроЭВМ на основе микропроцессора

Описывается программа-монитор для микропроцессора, основными функциями которой являются: загрузка и отладка рабочих программ, обработка прерываний и обмен данными с периферийными устройствами микрокомпьютера: консолью оператора, алфавитно-цифровыми печатающим устройством, фотосчитывателем.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой

Lopyrev D.N., Chelnokova V.V.

P10-85-863

Program-Monitor for 16-Bit Computer on Intel-8086 Microprocessor

A program-monitor for Intel 8086 microprocessor is described. Its main functions are: program loading and debugging, interruption handling and data exchange with peripheral equipment of the microcomputer-operator's console, line printer, photo-reader.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1985