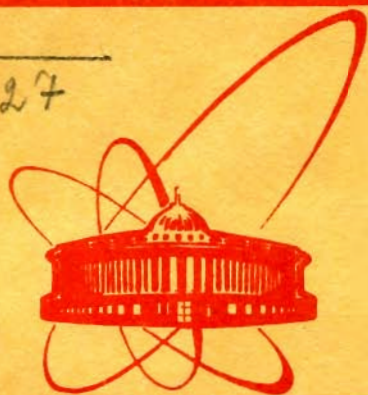


Г-527



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

5606/2-79

7/1-80

P10 - 12700

К.-П.Гласнек, Э.М.Глейбман

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

АВТОНОМНОГО КОНТРОЛЛЕРА КРЕЙТА МИКАМ-1

1979

P10 - 12700

К.-П.Гласнек, Э.М.Глейбман

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
АВТОНОМНОГО КОНТРОЛЛЕРА КРЕЙТА МИКАМ-1

Направлено в журнал "Приборы и системы
управления"

Гласнек К.-П., Глейбман Э.М.

P10 - 12700

Программное обеспечение автономного
контроллера крейта МИКАМ-1

Приводится описание резидентной части программного обеспечения автономного микропроцессорного контроллера, расположенной во внутренней его памяти и включающей мониторинговую систему, программы обслуживания прерывания и сервисные программы для модулей КАМАК.

Работа может служить руководством при использовании автономного контроллера МИКАМ-1 в системах КАМАК. Частично программное обеспечение может быть также использовано в других системах, выполненных на базе микропроцессоров Интел-8080 и ЦИЛОГ-80.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Glasneck K.-P., Gleibman E.M.

P10 - 12700

MIKAM-1 Autonomous CAMAC Crate Controller
Software

The resident software of the autonomous CAMAC crate controller MIKAM-1, in particular, the monitor, the interrupt service routines and the CAMAC service routines are described. The paper should be used as a software manual for using the controller in autonomous measurement and control systems.

The software, here presented, can run wither totally or particaly in other microcomputers on the basis of 8080 or Z80.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

Внедрение микропроцессоров в аппаратуру КАМАК, в частности в контроллеры крейта, предоставляет широкие возможности для автономной работы физической аппаратуры, выполненной в стандарте КАМАК.

Автономный контроллер крейта с микропроцессором используется не только для управления модулями КАМАК, но и для сбора и обработки данных^{/1-5/}.

Такое использование позволяет максимально приблизить вычислительные возможности микропроцессора непосредственно к физическим экспериментам.

Наиболее эффективное применение автономных систем на основе микропроцессора возможно только при наличии достаточно широких средств программного обеспечения, позволяющих вести работы в реальном масштабе времени и осуществлять связь пользователя с физической аппаратурой, а также программных средств, обеспечивающих подготовку и отладку программ пользователя.

Настоящая работа посвящена описанию резидентной части программного обеспечения автономного микропроцессорного контроллера крейта МИКАМ-1, которая расположена во внутреннем ППЗУ контроллера и включает монитор, программы обслуживания прерывания и сервисные программы для модулей КАМАК.

СТРУКТУРА КОНТРОЛЛЕРА

Основу автономного контроллера крейта МИКАМ-1^{/6/} составляет микро-ЭВМ. В ее состав кроме микропроцессора ИНТЕЛ-8080 входит полупроводниковая память произвольного доступа /ОЗУ/ емкостью 0,5 К байт, перепрограммируемая постоянная память /ППЗУ/ емкостью 1,5 К байта, схемы управления прерываниями, схемы приема числовой информации с передней панели контроллера, часы реального времени, последовательный интерфейс для подключения телетайпа или дисплея. Память контроллера может расширяться за счет подключения дополнительных блоков, выполненных в виде модулей КАМАК. При обращении к дополнительным блокам памяти контроллер использует стандартные шины магистрали крейта.

Для связи микро-ЭВМ с магистралью КАМАК в контроллере имеется интерфейс, обеспечивающий сопряжение 8-разрядной шины микропроцессора с 24-разрядными шинами R и W магистрали крейта. В функции этого интерфейса входит также передача команд КАМАК, реакция на LAM-запросы, контроль сигналов Q и X, связь с внешними блоками памяти.

Основу интерфейса составляют две группы 8-разрядных буферных регистров, связанных с магистралью крейта и с шиной данных микропроцессора. Перед операциями КАМАК типа "Запись" содержимое буферных регистров перезаписывается соответствующими командами OUT микропроцессора. После выполнения операции КАМАК типа "Чтение" по командам IN данные с буферных регистров могут быть приняты в аккумулятор.

Непосредственная операция с модулем /т.е. генерация цикла КАМАК/ осуществляется с использованием одной из команд обращения к памяти. В адресной части такой команды находится код субадреса (A) -разряды /0 ÷ 3/ и код номера станции (N) -разряды /4 ÷ 8/. Старшие семь разрядов должны содержать единицы, указывающие на то, что обращение происходит не к ячейке памяти, а к модулю КАМАК.

Сопутствующий код функции КАМАК (F) подается на магистраль крейта в зависимости от используемой команды обращения к памяти с различных мест:

- из аккумулятора (STA, STAX),
- из регистров микропроцессора (MOVМ, R),
- из следующего байта (MVIM).

LAM-запросы, генерируемые в крейте, могут быть считаны в виде трех 8-битных слов соответствующими командами IN микропроцессора.

Для управления работой отдельных частей контроллера и сохранения его состояний имеются три служебных регистра: статусный регистр процессора (PSR), статусный регистр КАМАК (CSR), статусный регистр интерфейса (COSR).

Форматы регистров и назначение разрядов указаны на рисунке. Список команд обращения к внутренним регистрам контроллера приведен в табл. 1.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Описываемая программная система расположена во внутреннем ППЗУ контроллера и может быть использована в автономной работе без дополнительных блоков памяти. Она включает монитор, программы обслуживания прерывания и сервисные программы.

Таблица I

Команды	Назначение	
IN 00	Ввод содержимого PSR	
IN 01	Ввод содержимого с шестнадцатеричного переключателя	
IN 03	Ввод символа с терминала	
IN 04	Ввод содержимого COSR	
IN 08	Ввод КАМАК буфера 1 (R1 + R8)	
IN 09	Ввод КАМАК буфера 2 (R9 + R16)	
IN 0A	Ввод КАМАК буфера 3 (R17 + R24)	
IN 0B	Ввод КАМАК LAM-1 + LAM-8	
IN 0C	Ввод КАМАК LAM-9 + LAM-16	
IN 0D	Ввод КАМАК LAM-17+LAM-22	
IN 0E	Ввод содержимого CSR	
OUT 00	Запись PSR	
OUT 01	Сброс PSR	
OUT 02	Сброс триггера ожидания	
OUT 03	Запись COSR	
OUT 04	Запись символа в терминал	
OUT 08	Запись в КАМАК буфер 1 (W1 + W8)	
OUT 09	Запись в КАМАК буфер 2 (W9 + W16)	
OUT 0A	Запись в КАМАК буфер 3 (W17 + W24)	
OUT 0B	Установка CSR	
OUT 0C	Сброс CSR	по содержимому аккумулятора
OUT 0D	Перезапись CSR	
OUT 0E	Сброс триггера "отсутствие КАМАК - X".	

Статусный регистр процессора (PSR)

D07	D06	D05	D04	D03	D02	D01	D00
Прерывание от часов реального времени разрешено	Пуск считывателя телетайпа	Прерывание передатчика разрешено	Прерывание приемника разрешено	Прерывание разрешено	Нет сигнала "Готов"	Нет X-ответа	X

Статусный регистр КАНАК (CSR)

D07	D06	D05	D04	D03	D02	D01	D00
X	X	X	X	Прерывание по L.A.M разрешено	I	Прерывание по отсутствию X разрешено	Q

Статусный регистр интерфейса (COSR)

D07	D06	D05	D04	D03	D02	D01	D00
X	X	Ошибка формата	Ошибка по переполнению буфера	Ошибка паритета	Передатчик свободен	Приемник готов	Передатчик готов

Формат статусных регистров контроллера

Используемые области памяти:

ППЗУ - 0000 ÷ 05 FF(H) - программная система;

ОЗУ - 2000 ÷ 20 FF(H) - стек пользователя и стек монитора, системные ячейки.

ОПИСАНИЕ МОНИТОРА

Монитор позволяет пользователю путем общения через терминал /телетайп, дисплей, ручной контроллер/ осуществлять:

- индикацию содержимого памяти на терминале;
- модификацию данных в памяти;
- пересылки массивов данных в памяти;
- загрузку памяти с терминала;
- загрузку памяти с бумажной ленты;
- вывод содержимого памяти на бумажную ленту;
- индикацию и модификацию содержимого внутренних регистров микропроцессора;
- старт программы с адреса, указанного пользователем на терминале.

В основном команды монитора состоят из одной буквы, определяющей действие, и из списка алфавитных или числовых параметров. Числовые параметры имеют шестнадцатеричный формат и не должны превышать значения FFFF.

Работа с монитором начинается сразу же после нажатия кнопки "START". Монитор производит установку всех регистров в начальное состояние, подготавливает системные ячейки памяти и стек. После печати ответа "МИКАМ-1" и символа готовности "." монитор готов к работе - находится в ожидании приема команды.

Для использования функций монитора в пользовательских программах при отладке в нужном месте программы надо вставить инструкцию RST 3. После получения этой инструкции монитор сохраняет содержимое всех рабочих регистров микропроцессора, статуса, счетчика команд и указателя стека. При желании пользователь может с помощью команд монитора изменить это содержимое, проверить интересующие его ячейки памяти, запустить программу с места перехода в монитор или же с любого другого места.

КОМАНДЫ МОНИТОРА

1. Команда "D"- индикация содержимого памяти

Формат: D младший адрес, старший адрес CR

На терминале индицируется содержимое последовательных ячеек памяти, начиная с младшего адреса по старший, в виде таблицы двухрядных шестнадцатеричных чисел. Каждая строка таблицы начинается четырехрядным шестнадцатеричным значением адреса первого числа в строке.

По желанию пользователь может прекратить выполнение команды "D" нажатием клавиши "ESC" на терминале.

2. Команда "G"- выполнение программы

Формат: G стартовый адрес CR

Управление передается программе по адресу, указанному в команде "G"; если значение стартового адреса в команде не указано, то управление передается команде в программе пользователя, записанной после инструкции RST 3 /т.е. после последнего вызова монитора/.

3. Команда "I" - запись информации в ОЗУ

Формат: I адрес CR

С помощью команды "I" пользователь может загрузить в последовательные ячейки ОЗУ программу или набор данных, начиная с адреса, специфицированного командой "I".

После нажатия клавиши "CR" монитор ждет от пользователя последовательность шестнадцатеричных символов, которые попарно размещает в последовательные ячейки до прихода завершенного символа /т.е. не шестнадцатеричного кода/.

4. Команда "M" - пересылка массива в памяти

Формат: M мл. адрес источника, ст. адрес источника, начальный адрес ячейки ОЗУ CR

Исходный массив памяти, определяемый в команде младшим и старшим адресами перемещается в память произвольного доступа по указанному начальному адресу. Содержимое ячеек памяти исходного массива не изменяется.

5. Команда "S" - замена содержимого ячеек памяти

Формат: S адрес_

Команда позволяет проверить содержимое ячеек памяти и при надобности изменить их.

Проверяется содержимое последовательных ячеек, начиная с адреса, заданного командой "S". После нажатия клавиши "_", индицируется шестнадцатеричное содержимое ячейки памяти и выдается знак "-" /тире/.

При желании изменить содержимое ячейки пользователь должен после знака "-" выдать на терминал новое значение ячейки памяти и нажать клавишу "_". После этого содержимое ячейки памяти изменится, а на терминале индицируется содержимое следующей ячейки со знаком "-" и т.д. Выполнение команды прекратится после нажатия клавиши "CR".

6. Команда "X" - проверка и изменение содержимого внутренних регистров микропроцессора

Имеет два режима работы:

а/ проверка /индикация/ содержимого регистров.

Формат: X CR

На терминале последовательно индицируются /в строку/ названия регистров микропроцессора и их шестнадцатеричное содержание.

Название регистров:

A - аккумулятор,

B, C, D, E, H, L - рабочие регистры,

F - регистр флажков /статус/,

M - суммарное значение регистра H, L,

P - счетчик команд,

S - указатель стека,

б/ изменение содержимого внутренних регистров микропроцессора.

Формат: X название одного из регистров

На терминале индицируется шестнадцатеричное содержание определяемого командой регистра со знаком "-". После этого пользователь может внести новое шестнадцатеричное значение и нажать клавишу "_". На терминале появится значение следующего регистра и т.д. Команда заканчивается нажатием клавиши "CR" или же, после изменения последнего регистра, нажатием "_".

7. Загрузка информации с бумажной ленты в память произвольного доступа

Формат: G500CR

С помощью этой команды информация с бумажной ленты, вставленной в считыватель телетайпа, загружается в память произвольного доступа, начиная с адреса, указанного в начале ленты. В процессе ввода осуществляется контроль правильности путем сравнения контрольных сумм, полученной монитором и указанной в ленте. При ошибке выдается знак " * " - неправильный ввод.

8. Выдача информации на бумажную ленту

Формат: G567CR

На нажатие клавиши "CR" монитор отвечает символом "A". Пользователь должен специфицировать выводимый массив младшим и старшим адресом памяти, после чего снова нажать клавишу "CR".

В процессе вывода формируется контрольная сумма выведенного содержимого, которая затем выдается на ленту.

Монитор построен из набора программных процедур, оформленных в виде стандартных подпрограмм. Благодаря этому, пользователь имеет возможность применять эти процедуры в своих программах.

ПРОГРАММЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРЕРЫВАНИЯ

В контроллере задействована 7-уровневая система прерывания. Прерывание может происходить по следующим причинам:

- нажатие кнопки "Ручное прерывание" на передней панели контроллера (RST 1);
- отсутствие ответа (RST 2);
- программное прерывание (RST 3);
- запрос терминала (RST 4);
- прерывание от часов реального времени (RST 5);
- высокоприоритетная группа КАМАК- LAM -запросов (RST 6);
- все КАМАК- LAM-запросы (RST 7).

Командами микропроцессора /EI и DI / прерывание может быть разрешено или запрещено. Запрос прерывания обслуживается, если разрешено прерывание микропроцессора и триггеры масок прерываний в PSR и CSR установлены в соответствующие состояния /см. стр. 6 /.

Непосредственно после получения запроса происходит запрет прерывания, сохранение содержимого счетчика команд, рабочих регистров и статуса микропроцессора, выход на

программу обработки прерывания или возврат в прерванную программу.

За каждым источником прерывания закреплены две ячейки памяти в системной части внутренней памяти /ОЗУ/ контроллера, в которых указывается стартовый адрес программы обработки. Установка этих ячеек производится в режиме инициирования. Источники прерывания и соответствующие им адреса системных ячеек приведены в табл. 2.

Для обработки прерывания пользователь должен указать в соответствующих системных ячейках стартовый адрес своей программы обработки. В конце программы обработки для возврата в прерванную программу необходимо передать управление команде по адресу 049 В(Н). С этого адреса начинается системная процедура восстановления статуса, содержимого счетчика команд и рабочих регистров микропроцессора.

Таблица 2

Источники прерывания	Адреса системных ячеек (Н)			
Ручное прерывание	2001-2002			
Отсутствие ответа	2004-2005			
Запрос терминала	2007-2008			
Часы реального времени	200А-200В			
Высокоприоритетная группа КАМАК - LAM -запросов	200D-200E			
Все КАМАК - LAM -запроси:				
LAM-1 ÷ LAM-4	2010-2011	2013-2014	2016-2017	2019-201A
LAM-5 ÷ LAM-8	201C-201D	201F-2020	2022-2023	2025-2026
LAM-9 ÷ LAM-12	2028-2029	202B-202C	202E-202F	2031-2032
LAM-13 ÷ LAM-16	2034-2035	2037-2038	203A-203B	203D-203E
LAM-17 ÷ LAM-20	2040-2041	2043-2044	2046-2047	2049-204A
LAM-21 ÷ LAM-22	204C-204D	204F-2050		

Инициирование /ввод в начальный режим/

После включения питания в крейте и нажатия кнопок "RESET" и "START" происходит установка системы в исходное состояние - инициирование.

В стадии инициирования осуществляется подготовка системных ячеек к работе в штатном режиме работы, определяется ука-

затель стека пользователя, сбрасываются запросы на прерывание, устанавливаются в нулевое состояние разряды регистров PSR и CSR и в исходное состояние-разряды регистра COSR .

В системных ячейках для работы в штатном режиме устанавливается начальный адрес процедуры восстановления - 049B(H).

Если в программах пользователя не предусмотрена обработка каких-то видов прерывания, то после обслуживания такого прерывания происходит передача управления программе восстановления и выход на прерванную программу. При такой организации тратится время на обслуживание необрабатываемых прерываний, поэтому целесообразно не используемые в системе прерывания маскировать.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРЕРЫВАНИЯ

1. Кнопка "Ручное прерывание"

Эту кнопку лучше использовать совместно с переключателем, установленным на передней панели контроллера.

При нажатии кнопки происходит прерывание выполнения текущей программы, а шестнадцатеричный код переключателя в зависимости от программы обработки может интерпретироваться как параметр одной из текущих задач или же как номер вызываемой программы.

Стартовый адрес программы обработки пользователь должен поместить в системные ячейки 2001(H) - младший байт, 2002(H) - старший байт.

Код переключателя считывается командой IN01. Последней инструкцией в программе обработки должна быть JMP 049B(H).

2. Отсутствие ответа

При обращении к модулям КАМАК или внешним блокам памяти в контроллере предусмотрены специальные аппаратные средства, позволяющие контролировать наличие сигналов ответа.

Для модулей КАМАК таким ответом является сигнал X.

По окончании операции КАМАК в разряде D07 CSR фиксируется наличие сигнала X с модуля КАМАК. Отсутствие X - ответа вызывает прерывание. Это прерывание можно маскировать разрядом D01CSR:

```
MVI A, 02
```

```
OUT 0B
```

Сигнал ответа при работе с внешними блоками памяти указывает на готовность данных к вводу в микропроцессор или на готовность памяти к приему информации с контроллера.

Если после установки адреса обращения к внешнему блоку памяти не получен сигнал ответа, микропроцессор переходит в состояние "Ожидание". В этом состоянии в контроллере включается специальный счетчик времени ожидания, который по прошествии 8 или 64 мкс /в зависимости от положения переключателя/ выставляет запрос на прерывание.

Для идентификации причины прерывания по отсутствию ответа следует проанализировать состояние разрядов D01 и D02 PSR .

Стартовый адрес программы обработки пользователь должен поместить в системные ячейки 2004 (H) - младший байт, 2005 (H) - старший байт.

Для возврата в прерванную программу после обработки прерывания необходимо указать JMP 049 B(H).

3. Программное прерывание

Для использования функций монитора в процессе отладки программ удобно использовать программное прерывание - RST 3 /см. подробно стр. 7 /.

4. Прерывание от терминала

Используемый интерфейс позволяет организовать коммуникацию между контроллером и терминалом в режиме прерывания. Для этого служат два сигнала интерфейса: "Передатчик готов" и "Приемник готов". Эти же сигналы дублированы разрядами D00 и D01 статусного регистра интерфейса.

Активное состояние сигнала "Передатчик готов" может вызвать прерывание работы микропроцессора по причине завершения передачи символа на терминал. Сигнал деактивируется после приема нового символа с микропроцессора.

Сигнал "Приемник готов" в активном состоянии может вызвать прерывание работы микропроцессора по причине приема нового символа с терминала. После считывания этого символа в микропроцессор сигнал деактивируется. Для идентификации сигнала прерывания следует опросить COSR /командой IN04 / и проконтролировать состояние разрядов D00 и D01.

Маскирование сигналов прерывания от терминала производится разрядами D04 и D05 статусного регистра процессора.

Стартовый адрес программы обработки данного прерывания необходимо поместить в системные ячейки 2007 (H) - младший байт, 2008 (H) - старший байт.

Последней инструкцией в программе обработки должна быть JMP 049(H).

5. Прерывание от часов реального времени

Для удобства работы в реальном масштабе времени в контроллере имеется специальный таймер, который обеспечивает формирование сигнала прерывания каждые 20 или 100 мс. Сигнал прерывания синхронизован с частотой сетевого напряжения 50 Гц.

Прерывание от часов может быть замаскировано разрядом D07 статусного регистра процессора.

Стартовый адрес программы обработки данного прерывания необходимо поместить в ячейках 200A(H) - младший байт, 200B(H) - старший байт. Последней командой в программе обработки должна быть JMP 049B(H).

6. Прерывание по LAM

LAM-запрос, возникающий в любом модуле крейта, может вызвать прерывание выполнения текущей программы контроллера.

С целью упрощения схемы управления прерываниями LAM-запросы делятся в контроллере на две группы, каждая из которых образует один обобщенный сигнал прерывания.

В первую, более приоритетную группу собраны запросы, возникающие в модулях, установленных в первых 8 станциях крейта.

Во вторую группу собраны все LAM-запросы, возникающие в крейте.

Специальным переключателем в контроллере сигнал прерывания более приоритетной группы может блокироваться. В этом случае при возникновении LAM-запроса в схемы управления прерываниями поступает обобщенный сигнал только второй группы.

Программа обслуживания данного прерывания определяет номер возникшего LAM-запроса и передает управление программе, стартовый адрес которой установлен в системной ячейке, соответствующей номеру возникшего LAM-запроса /см. табл. 2/. LAM-запросы обслуживаются в порядке "географического" приоритета, т.е. в первую очередь воспринимается запрос с меньшим порядковым номером. Если для какого-то

модуля пользователь не указал в соответствующей системной ячейке стартовый адрес программы обработки LAM-запроса, то при возникновении такого запроса постоянно будет выдаваться на терминал сообщение: "LAMxx" / xx - десятичный номер модуля/, что должно привлечь внимание пользователя.

При работе с обобщенным сигналом прерывания второй группы среднее время на обслуживание LAM-запроса составляет около 100 мкс.

Если для некоторых модулей пользователя необходимо меньшее время на обслуживание LAM-запроса, то такие модули следует вставлять в первые 8 станций крейта и, сняв с помощью переключателя блокировку сигнала прерывания первой группы, работать по более приоритетному прерыванию. В этом случае обслуживающая программа не занимается определением номера возникшего запроса, а сразу же передает управление программе, стартовый адрес которой указан в системных ячейках, 200D (H) - младший байт, 200E (H) - старший байт. При такой организации работы пользователь сам определяет порядок обслуживания запросов и в оптимальном варианте может сократить время на обслуживание высокоприоритетного LAM-запроса до 30 ÷ 40 мкс.

Если при снятой блокировке сигнала прерывания первой группы пользователем не указан стартовый адрес программы обработки, занимающий ячейки 200D (H) и 200E (H), то возникший LAM-запрос высокоприоритетной группы будет обслужен, как обобщенный сигнал прерывания второй группы.

Оба сигнала прерывания по LAM маскируются разрядом DO3 CSR.

Последней инструкцией в программе обработки пользователя должна быть JMP 049B(H).

СЕРВИСНЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ МОДУЛЕЙ СТАНДАРТА КАМАК

Для удобства работы с модулями КАМАК в программную систему включены процедуры, выполняющие операции КАМАК "Управление", "Запись" и "Чтение". Эти процедуры оформлены в виде стандартных подпрограмм и хранятся в ППЗУ контроллера. Для их использования необходимо передать через регистры микропроцессора КАМАК параметры (N, A, F) и вызвать требуемую подпрограмму. Код КАМАК функции (F) передается через регистр С, код функций N и A - через регистры D, E в следующем формате:

D

1 1 1 1 1 1 1 1 N16 N8 N4 N2 N1 A8 A4 A2 A1

E

Для процедур "Запись" и "Чтение", оперирующих 24-разрядным словом в регистрах H, L, необходимо указать начальный адрес хранения младшего байта этого слова.

В конце каждой процедуры состояние аккумулятора индицирует наличие сигналов КАМАК Q и X:

$$\bar{X}, \bar{Q} - (A) = 0,$$

$$\bar{X}, Q - (A) = 1,$$

$$X, \bar{Q} - (A) = 2,$$

$$X, Q - (A) = 3.$$

В табл. 3 приведено краткое описание этих процедур.

Таблица 3

Программная процедура	Адрес вызова	Параметры	Данные	Время выполнения	Примечание
"Управление"	04AI(H)	P → C MA → DE	—	35 мкс	
"Запись"	04BO(H)		НЛ начальный адрес младшего байта	81 мкс	24-разрядное слово считывается из памяти и записывается в модуль
"Чтение"	04CI(H)		„ — „	89 мкс	Считанное с модуля 24-разрядное слово записывается в память

Использование приведенных процедур создает определенное удобство и сокращает размер программ пользователя, однако из-за их универсальности значительно возрастает время выполнения КАМАК-операций. Поэтому рекомендуем в системах, критичных к времени выполнения, использовать свои специально написанные программы для работы с модулями КАМАК. В этом случае время выполнения операций КАМАК "Запись", "Чтение" можно сократить до 40 мкс.

Описанное программное обеспечение длительное время эксплуатируется в лабораториях ОИЯИ^{5,7} и зарекомендовало себя как удобное и эффективное средство при использовании автономного контроллера крейта МИКАМ-1 в системах КАМАК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Barnes R.C.M. Microprocessors and CAMAC. CAMAC Bulletin, 1975, No. 14.
2. Beck F. et al. CERN, CPS/SPS Divisions, Report 78-24, 1978.
3. Немеш Т. и др. ОИЯИ, Р10-12077, Дубна, 1979.
4. Гласнек К.-П. и др. ОИЯИ, Р10-12555, Дубна, 1979.
5. Глейбман Э.М., Тютюнников С.И. ОИЯИ, Р10-12635, Дубна, 1979.
6. Гласнек К.-П., Глейбман Э.М. ОИЯИ, Р10-10893, Дубна, 1977.
7. Гласнек К.-П., Пишка К. ОИЯИ, Р10-12701, Дубна, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 июня 1979 года.