

Г-527

4910/2-77

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



12/11-77

10 - 10893 ✓

К.-П.Гласнек, Э.М.Глейбман

МИКАМ-1 - АВТОНОМНЫЙ КОНТРОЛЛЕР КРЕЙТА
НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРА.

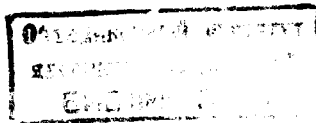
1977

10 - 10893

К.-П.Гласнек, Э.М.Глейбман

МИКАМ-1 - АВТОНОМНЫЙ КОНТРОЛЛЕР КРЕЙТА
НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРА

Направлено в Radio Fernsehen Elektronik



Гласнек К.-П., Глейбман Э.М.

10 - 10893

МИКАМ-1 - автономный контроллер крейта на базе микропроцессора

Автономный контроллер крейта МИКАМ-1 выполнен на базе микропроцессора ИНТЕЛ 8080 и представляет собой модуль тройной ширины. Он состоит из платы микро-ЭВМ и цепей сопряжения с магистралью крейта. На плате микро-ЭВМ расположены схемы управления прерываниями, полупроводниковая память объемом 2К байт, часы реального времени, последовательный интерфейс для подключения телетайпа или дисплея. Общий объем памяти может быть увеличен до 63К байт за счет подключения внешних блоков, выполненных в виде модулей КАМАК. В МИКАМ-1 предусмотрена возможность работы с блоком прямого доступа к памяти. Программное обеспечение МИКАМ-1 позволяет автономное управление модулями пользователя, обработку данных при сборе, обмен данными между другими системами, связь с оператором через телетайп или дисплей.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Прогресс полупроводниковой технологии привел к созданию интегральных схем микропроцессоров /1,2/. Сочетание широких вычислительных возможностей с низкой стоимостью, малые размеры и вес, большая надежность явились основной предпосылкой к массовому проникновению их в современную технику.

Использование микропроцессоров в аппаратуре КАМАК позволяет строить малые автономные системы для сбора и обработки данных физического эксперимента или использовать такую аппаратуру в больших системах, когда с целью снижения загрузки центральной ЭВМ предварительная обработка данных производится внутри крейтов /3-7/.

Автономный контроллер крейта МИКАМ-1, выполненный на базе микропроцессора, по средствам системных возможностей осуществляет:

- двусторонний обмен данными между контроллером и любым модулем КАМАК;
- обработку и управление прерываниями;
- вычисления при сборе данных;
- двустороннюю связь с телетайпом или дисплеем;
- связь с центральной ЭВМ.

МИКАМ-1 /рис. 1/ состоит из платы процессора и цепей сопряжения с магистралью крейта. Плата процессора фактически представляет собой микро-ЭВМ. Кроме микропроцессора ИНТЕЛ 8080 /8,9/ на ней установлены полупроводниковая память произвольного доступа /ОЗУ/ емкостью 0,5К байт, перепрограммируемая постоянная память /ППЗУ/ емкостью 1,5К байт, схемы управления прерываниями, последовательный интерфейс для подключения телетайпа или дисплея, часы реального вре-

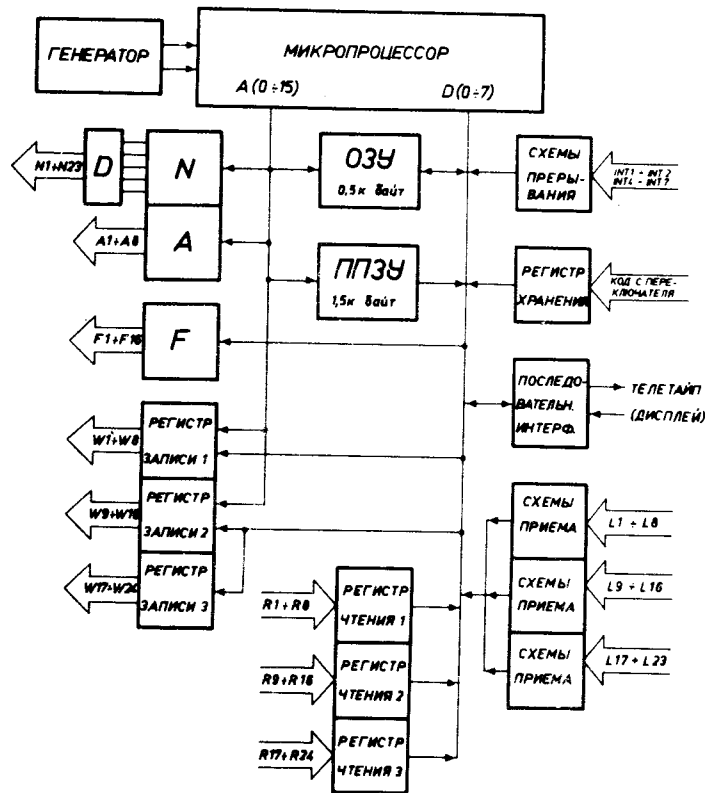


Рис. 1. Блок-схема автономного контроллера МИКАМ-1.

мени, схемы приема числовой информации с передней панели контроллера, кварцевый генератор. Цели связи с магистралью КАМАК представляют собой интерфейс между стандартной магистралью крейта и микропроцессором. Они служат для сопряжения 8-разрядной шины данных микропроцессора с 24-разрядными шинами R и W магистралей крейта; передачи команд КАМАК; обслуживания LAM запросов и контроля сигналов Q и X.

В МИКАМ-1 предусмотрена возможность расширения памяти до 63К байт за счет подключения внешних блоков, выполненных в виде модулей КАМАК. Связь с

внешними блоками памяти осуществляется через шины магистрали крейта.

Схема управления прерываниями представляет собой шифратор с приоритетом, обеспечивающий первоочередность в расшифровке восьми сигналов прерывания.

В МИКАМ-1 задействовано семь линий прерывания (INT1 ÷ INT7), значения которых, начиная с высшего приоритета, следующие:

- INT1 - кнопка "Ручное прерывание" на передней панели контроллера,
- INT2 - отсутствие ответа:
 - а/ нет X-ответа от модуля КАМАК,
 - б/ нет ответа из памяти или УВВ,
- INT3 - программное прерывание,
- INT4 - запрос терминала,
- INT5 - прерывание от часов реального времени,
- INT6 - высокоприоритетная группа КАМАК LAM-запросов,
- INT7 - оставшаяся группа КАМАК LAM-запросов.

Командами микропроцессора прерывание может быть разрешено или запрещено.

Сигнал INT1 возникает по нажатию кнопки "Ручное прерывание". Этот сигнал вызывает выполнение программы опроса переключателя на передней панели контроллера. В зависимости от программы обслуживания данного прерывания шестнадцатичный код с переключателя может интерпретироваться как параметр одной из текущих задач или же как номер вызываемой подпрограммы.

Для синхронизации работы микропроцессора с внешними устройствами /памятью, вводом-выводом и модулями КАМАК/ используется сигнал "Готов" /для модулей КАМАК X-ответ/. Если такой сигнал не поступает в микропроцессор через 8 мкс /или 64 мкс/, то возникает сигнал прерывания INT2.

В МИКАМ-1 имеется возможность подключения теле-тайпа или дисплея через разъем на задней панели контроллера. Для организации связи используется последовательный интерфейс /микросхема ИНТЕЛ 8251^{8,9}/. Интерфейс имеет входной/выходной регистр данных и

регистр состояния. В регистре состояния устанавливается режим передачи, а также фиксируются состояния приемника и передатчика и ошибки при передаче. Сигналы с регистра состояния "Передатчик готов", "Приемник готов" используются для формирования сигнала прерывания INT4.

Передача данных между микропроцессором и последовательным интерфейсом организована с помощью инструкций IN и OUT микропроцессора. Скорость передачи может быть установлена 110, 220, 2400, 4800 и 9600 бодо. При работе МИКАМ-1 на линии с центральной ЭВМ в разъем на задней панели контроллера подключается последовательный ввод ЭВМ.

Для работы в реальном масштабе времени на плате процессора имеется таймер, который обеспечивает формирование разряда состояния по приходу волны переменного тока 50 Гц и может вызывать прерывание по линии INT5.

Прерывание может происходить либо каждый период частоты сети, либо через 100 мс.

LAM -запросы, генерируемые в пределах крейта, собраны в две группы: первая - LAM1-LAM8 и соответствующая им линия прерывания INT6, и вторая группа, LAM9-LAM23, с линией прерывания INT7. Это позволяет сократить время на обслуживание высокоприоритетного LAM -запроса с 70-100 мкс до 5-10 мкс.

Прерывание текущей программы может быть также осуществлено нажатием кнопки "Начальная установка" на передней панели контроллера. В этом случае выполнение программы прекращается, все схемы контроллера устанавливаются в начальное состояние, а содержимое программного счетчика микропроцессора обнуляется. Дальнейшее выполнение программ может быть начато только с нулевого адреса памяти по нажатию кнопки "Старт".

После включения питания на крейте в контроллере формируется внутренний сигнал начальной установки, который приводит, как и при нажатии кнопки "Начальная установка", к выполнению программы с нулевого адреса.

Операции КАМАК программируются командами ввода-вывода /IN и OUT / и командами обращения к памяти / STA, STAX, MOVM,r и MVIM /. Командами типа IN и OUT программируются внутренние регистры контроллера, с помощью которых осуществляется сопряжение шины данных микропроцессора с магистралью крейта. Командами второго типа программируется прямое обращение к модулям КАМАК. В адресной части такой команды передаются параметры N и A модуля КАМАК. Формат адресной части имеет вид:

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

Единицы в старших разрядах адреса служат признаком того, 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 (MOVM,r);
- из следующего байта команды (MVIM).

Перед операциями КАМАК типа "Запись" внутренние регистры записи перезаписываются соответствующими командами OUT микропроцессора (OUT11, OUT12, OUT13). После подготовки данных формируется одна из команд обращения к памяти с соответствующим кодом записи. Если в старших разрядах адреса такой команды содержатся единицы, то автоматически начинается цикл КАМАК.

При выполнении операций типа "Чтение" после одной из команд обращения к памяти с соответствующим адресом необходимы 3 команды IN, для того чтобы принять данные с регистров чтения. По окончании операции КАМАК специальными схемами производится анализ на присутствие сигналов X и Q. Отсутствие КАМАК X-ответа вызывает прерывание по линии INT2.

Операции на магистрали крейта полностью соответствуют требованиям стандарта КАМАК /10/.

Ниже приводится пример программирования КАМАК операции "Запись" (F16) 24-разрядного слова из ячеек памяти 8000, 8001, 8002 в модуль КАМАК N=20, A=3 *.

LXI H,8000 Загрузка регистров H и L микропроцессора адресом первого байта.
MOV A,M Чтение байта по адресу 8000 в аккумулятор.
OUT 8 Передача первого байта в регистр записи 1.
INX H Инкремент адреса.
MOV A,M Чтение байта по адресу 8001 в аккумулятор.
OUT 9 Передача второго байта в регистр записи 2.
INX H Инкремент адреса.
MOV A,M Чтение байта по адресу 8002 в аккумулятор.
OUT 10 Передача третьего байта в регистр записи 3.
MVI A,16 Запись кода F16 в аккумулятор.
STA FF43H Выдача адреса с N=20, A=3, генерация цикла КАМАК.

Различные операции КАМАК требуют различного времени выполнения. Простые операции, типа "Управление", могут быть выполнены с помощью двух команд микропроцессора /первая используется для загрузки аккумулятора кодом функции (F), вторая - команда обращения к конкретному модулю КАМАК/. Операции типа "Запись", "Чтение", как видно из примера, требуют большего количества команд. Результирующее время выполнения операции КАМАК зависит от ее типа и составляет от 4 до 50 мкс.

Программное обеспечение МИКАМ-1 состоит из двух частей. Первая часть - резидентное программное обес-

* Из-за ограниченности объема публикации авторы не приводят списка команд обращения к внутренним регистрам контроллера.

печение - находится в постоянной памяти и включает монитор и программы обслуживания прерываний.

Используемый монитор позволяет производить:

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

Программа обслуживания прерывания состоит из стандартных процедур, каждая из которых предназначена для обслуживания соответствующего прерывания.

Вторая часть программного обеспечения хранится на бумажной ленте или в дополнительном внешнем блоке памяти /ППЗУ/. Эта часть включает локальный ассемблер, текстовый редактор, пакет программ с плавающей запятой, интерпретирующий язык типа БЭЙСИК, а также программы отладки для модулей КАМАК и сервисные программы.

К сервисным относятся программы ввода/вывода цепочек символов на терминал, программы перевода из одной системы счисления в другую, программы начальных установок КАМАК-модулей, установка и сброс сигнала КАМАК INHIBIT, запрет и разрешение КАМАК прерываний, записи и чтения на магистрали КАМАК.

Для более эффективной подготовки программ используется система программного обеспечения на ЭВМ ЕС-1040^{/11,12/}. Эта система состоит из кросс-ассемблера и симулятора. Исходные программы, транслированные кросс-ассемблером, могут быть введены в ППЗУ с помощью программатора, или же в ОЗУ с помощью быстрого считывателя.

Симулятор позволяет производить отладку исходной программы на ЕС-1040, моделируя работу микропроцессора, памяти и аппаратуры управления прерываниями.

Средства программного обеспечения и аппаратные возможности автономного контроллера МИКАМ-1,

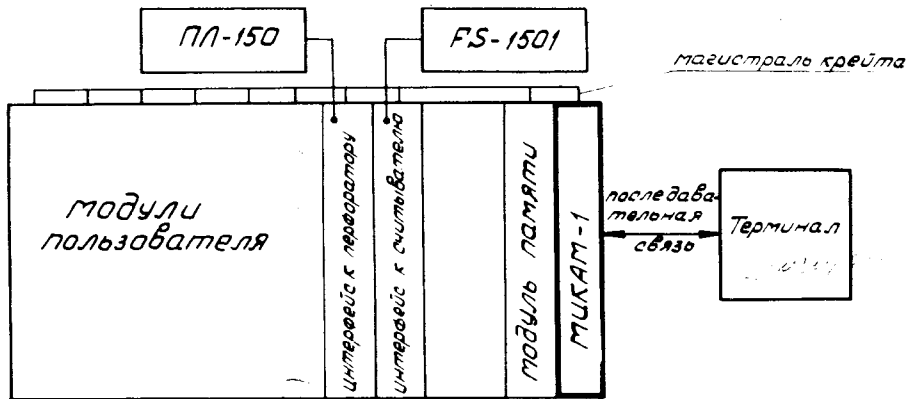


Рис. 2. Автономная система.

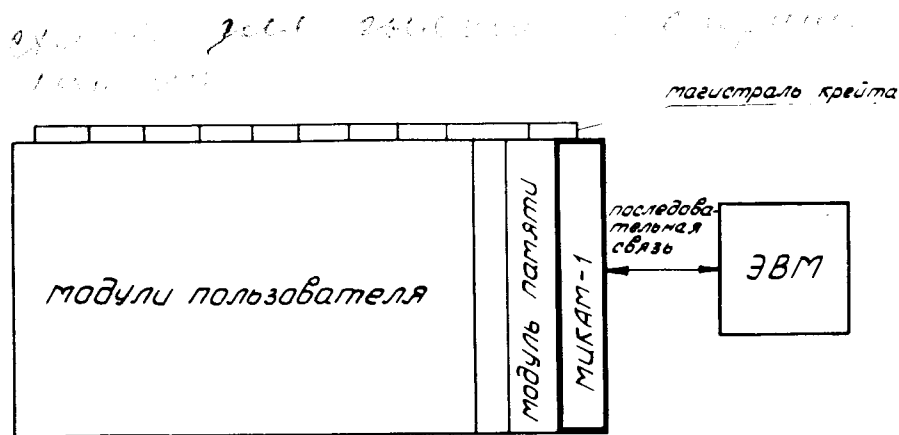


Рис. 3. Распределенная последовательная система.

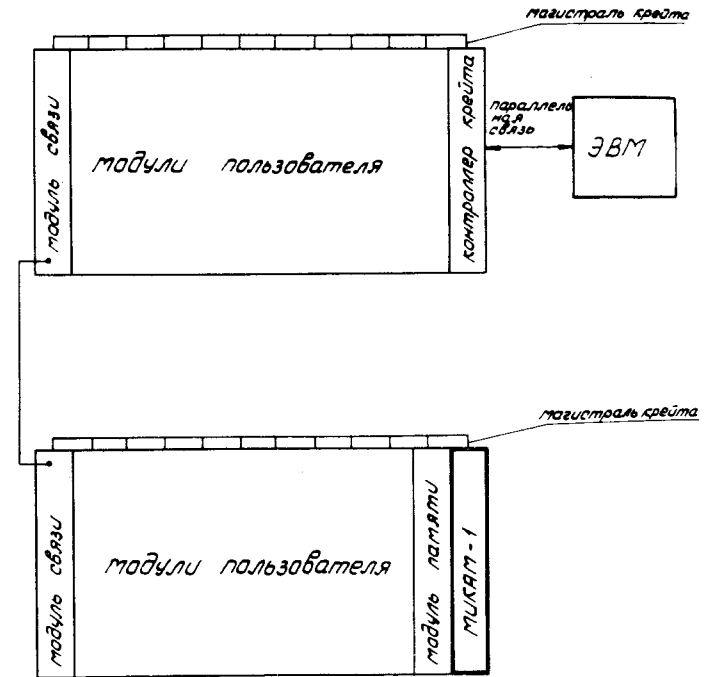


Рис. 4. Распределенная параллельная система.

наряду с большой номенклатурой имеющихся в настоящее время модулей КАМАК, позволяют строить дешевые и удобные системы сбора и обработки физической информации. Иллюстрация таких систем приводится на рис. 2÷4.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность И.А.Голутвину и В.И.Петрухину за поддержку в работе, а также Г.П. Жукову за полезные обсуждения и помощь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валиев К.А. и др. Микро мощные интегральные схемы, "Советское радио", М., 1975.

2. *Altman L. e.a. Technology Update, Electronics, 1976, No. 22, v. 49, pp.74-139.*
3. *Stuckenberg H.J. Microprocessors, CAMAC Bulletin, No. 14, 1975.*
4. *MACAMAC - Borer's autonomous CAMAC Borer Journal No. 8, 1975.*
5. *Gallice P., Mathis M. Autonomous Crate-Controller (JCAM 10) CAMAC Bulletin, No. 14, 1975.*
6. *Barnes R.C.M. Microprocessors and CAMAC, CAMAC Bulletin, No. 14, 1975.*
7. *Schöberl E. CMC 8080; A CAMAC Crate Controller with INTEL 8080 Microprocessor, CAMAC Bulletin, No. 14, 1975.*
8. *INTEL - DATA Catalog 1976, INTEL Corporation, Santa Clara.*
9. *MCS-80, User Manual, INTEL Corporation, Santa Clara.*
10. *CAMAC - A Modular Instrumentation System for Data Handling; Revised Description and Specification, Commission of the European Communities, Report EUR 4100e, 1972.*
11. *Fugmann G., Werner D. Cross-Assembler für den INTEL 8080 TU Dresden 08-13-76.*
12. *Hackler B., Werner D. Simulationssystem für Mikrorechner mit dem INTEL 8080. TU Dresden 08-14-76.*

*Рукопись поступила в издательский отдел
27 июля 1977 года.*