

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

**P10-86-782**

**А.Г.Асмолов, А.А.Семенов, С.В.Сергеев,  
Й.Шпалек**

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЛЕР  
КРЕЙТА КАМАК**

**Направлено в журнал "Приборы и техника  
эксперимента"**

**1986**

Программа развития спектрометрического комплекса ГИПЕРОН, созданного совместно ОИЯИ и ИФВЭ для экспериментов на ускорителе У-70 ИФВЭ, предполагает разработку и создание в этих институтах новых детектирующих систем, существенно повышающих возможности установки в отношении эффективности и точности проводимых на ней измерений. При этом в ЛЯП ОИЯИ совместно с ИФЭ САН (Кошице, ЧССР), Братиславским и Софийским университетами проводятся работы по созданию и внедрению в эксперимент как обычных проволочных детекторов (пропорциональных и дрейфовых камер), так и детекторов нового типа:

- прецизионных узкоазорных дрейфовых камер /13/,
- системы для измерения координат и энергий электромагнитных ливней с помощью ливневого голоскопического детектора ЛГД /2/ и широкоазорных дрейфовых камер /3/,
- ионизационно-координатного спектрометра (время проекционной камеры) для проведения трехмерной реконструкции треков частиц и их идентификации по многократному измерению ионизации в области ее релятивистского роста в газе /1/.

Эти детекторы оснащаются новой регистрирующей электроникой для прецизионных временных и амплитудных измерений /4/, в состав которой входят около 300 каналов многостоповых время-цифровых преобразователей /5/, 100 каналов преобразователей заряд-код на основе быстродействующих параллельных АЦП и 250 каналов стробируемых преобразователей заряд-код для ЛГД. При множественности вторичных частиц около 10 поток информации с указанных детекторов составляет несколько килобайт на событие. Для повышения достоверности этой информации необходимо осуществление непрерывной диагностики и калибровки регистрирующей аппаратуры.

Действующая в настоящее время система сбора данных установки ГИПЕРОН такой возможностью не обладает. Она построена по традиционной схеме с сосредоточенным интеллектом, в качестве управляющей вычислительной машины используется мини-ЭВМ ЕС-1010. Основные характеристики существующей системы сбора данных следующие:

а) последовательный алгоритм чтения информации с блоков и крейтов КАМАК (т.е. пока предыдущие блоки не сброшены, последующие ждут своей очереди);

б) время реакции на триггер 0,6 мс (т.е. "мертвое" время, по истечении которого начинается считывание информации с блоков регистрирующей электроники);

в) максимальная скорость приема данных в память ЭВМ по каналу прямого доступа 360 Кбайт/с;

г) максимальный объем информации, принимаемой и буферизуемой на

диске ЭВМ за время растяжки пучка ускорителя длительностью 1,5 с - 200 Кбайт;

д) число обрабатываемых триггеров за сброс ускорителя - до 200.

При создании новой системы сбора, накопления и экспресс-обработки информации на установке ГИПЕРОН выбрана система с распределенным интеллектом /6/. Она позволит:

а) уменьшить время реакции на триггер с 0,6 мс до 30 мкс;

б) осуществлять параллельный процесс сбора информации с блоков регистрирующей электроники (т.е. контроллеры всех крейтов КАМАК начинают работать одновременно, запросы на обработку по магистрали крейта обслуживаются в произвольном порядке, не ожидая окончания работы с предыдущим блоком);

в) повысить скорость приема данных с крейтов КАМАК до 1000 Кбайт/с за счет введения буферной памяти емкостью 600 Кбайт с временем доступа 500 нс;

г) уменьшить объем информации, записываемой на магнитную ленту, за счет введения первичной обработки данных в каждом крейте;

Возможности новой системы сбора данных в значительной мере определяются интеллектуальным контроллером крейта КАМАК и буферной памятью на 600 Кбайт. В данной статье описывается интеллектуальный крейт-контроллер.

Его основу составляет 16-разрядная микро-ЭВМ, выполненная на базе микропроцессора (МП) K1810BM86 (INTEL 8086). Выбор этого МП неслучаен. Перед началом разработки авторы проанализировали целый ряд микро-ЭВМ, созданных и успешно эксплуатирующихся в ОИЯИ:

а) восьмиразрядные на базе МП K580IK80 (INTEL 8080) и Z80 /8/;

б) шестнадцатиразрядные на базе секционных МП серий K589 (INTEL 3000) /9/ и K581 (CPI600) /10/;

и пришли к выводу, что использование однокристалльного 16-разрядного МП K1810BM86 позволяет построить мощную микро-ЭВМ в стандарте КАМАК, имеющую быстродействие около 1 млн.оп./с для операций типа регистр-регистр и прямую адресацию памяти до 1 Мбайт. При разработке математического обеспечения для подобной микро-ЭВМ программист не сталкивается с трудностями, свойственными секционным МП. Более того, применение дисковой операционной системы (например, CP/M-86 или MS/DOS, совместимых с МП K1810BM86) существенно облегчает труд программиста-обработчика, предоставляя в его распоряжение уже созданные мощные программные средства: файловые системы, редакторы текстов, трансляторы с языков высокого уровня и т.д.

### Архитектура контроллера крейта КАМАК

На рисунке представлена структурная схема разработанного интеллектуального контроллера крейта КАМАК. Функционально и конструктивно он разделен на четыре части:

МУМ - модуль управления магистралью крейта;

МПМ - микропроцессорный модуль;

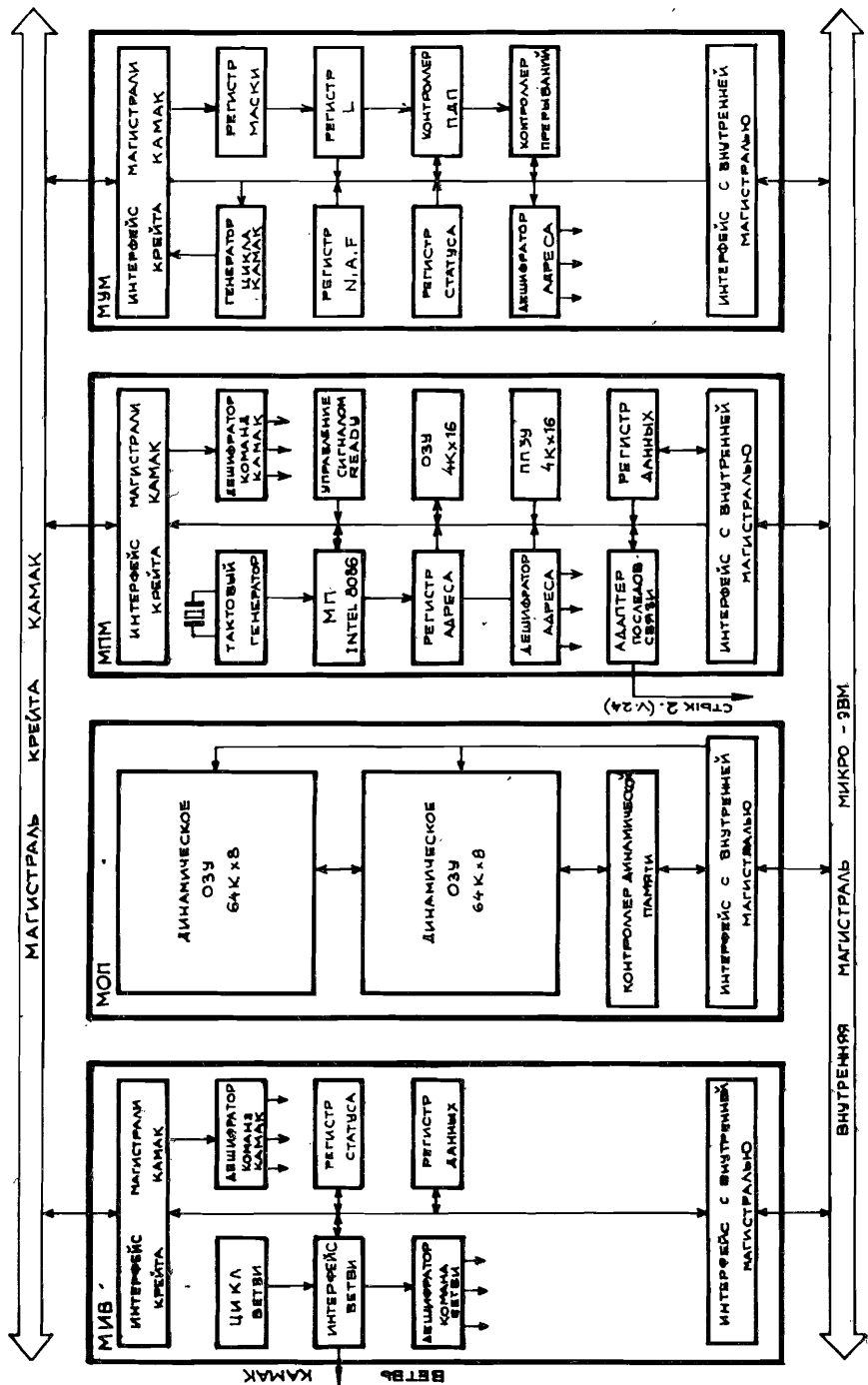
МОП - модуль оперативной памяти;

МИВ - модуль интерфейса с ветвью КАМАК.

МУМ - предназначен для управления всеми операциями по магистрали крейта КАМАК, организует обработку 24 сигналов L с возможностью их выборного маскирования и считывания до маски. МУМ имеет контроллер прямого доступа в память (ПДП) микро-ЭВМ для 12 станций магистрали КАМАК. Это позволяет передавать массивы данных в режиме ULS путем захвата шин МП (режим "HOLD"). Кроме того МУМ имеет возможность запрашивать прерывания МП. Для этой цели существует контроллер прерываний, анализирующий состояние магистрали крейта КАМАК и контроллера ПДП. Имея восемь уровней приоритетов, контроллер прерываний способен приостановить работу МП и вызвать соответствующую подпрограмму обработки. Маскирование и изменение приоритетов дает возможность строить гибкий алгоритм обработки прерываний МП.

Операции по магистрали КАМАК осуществляются с помощью регистра и генератора цикла КАМАК. Код операции, выполняемой по магистрали КАМАК, заносится МП в регистр NAF. При этом характеристики данной операции отображаются в регистре статуса, содержимое которого доступно микропроцессору. МП обращается к любому регистру крейт-контроллера как к внешнему порту ввода-вывода.

МПМ - представляет собой одноплатную микро-ЭВМ, связанную с магистралью крейта КАМАК и внутренней магистралью МП. Она включает 16-разрядный микропроцессор K1810BM86 (INTEL 8086) в минимальной конфигурации /11/, оперативную память (ОЗУ) объемом 4Кх16 бит статического типа и перепрограммируемую постоянную память (ППЗУ) объемом 4Кх16 бит. Обмен информацией между контроллером крейта и станциями данного крейта КАМАК осуществляется посредством дешифратора команд магистрали КАМАК и регистра данных. Операторская консоль (дисплей) связана с МПМ через адаптер последовательной связи с использованием стандартного последовательного интерфейса "СТЫК-2" (V.24 или RS-232). МП тактируется частотой 5 МГц. Для согласования быстродействия МП с менее быстродействующими элементами контроллера крейта введена схема управления сигналом готовности "RDY". При необходимости она может за-



Структурная схема интеллектуального крейт-контроллера.

держивать сигнал готовности, например при обращении к блоку динамической памяти в момент ее регенерации или при обмене информацией с накопителем на гибких магнитных дисках (НГМД).

Следует отметить, что использование сигнала готовности "RDY" позволяет МП работать с максимальной скоростью - для операций типа регистр-регистр быстродействие МП достигает 2,5 млн.оп./с.

**МОП** - представляет собой модуль оперативной памяти динамического типа объемом 128 Кбайт. Доступ к информации, хранимой в МОП, возможен через внутреннюю магистраль микро-ЭВМ как для МП, так и для станций данного крейта КАМАК в режиме ЦДП. МОП организован в виде двух банков ОЗУ по 64Кх8 бит. Контроллер динамической памяти осуществляет мультиплексирование адреса и регенерацию памяти. Позиционное кодирование банков памяти, используемое в МП К1810ВМ86, позволяет с помощью одного контроллера динамической памяти (INTEL 8202) адресовать 128 Кбайт ОЗУ /11/.

**МИБ** - модуль интерфейса с ветвью КАМАК, предназначенный для подключения контроллера крейта КАМАК к стандартной ветви КАМАК, и используется для организации многокрейтной системы. В качестве драйвера ветви используется блок КК 008, разработанный в ЛЯП ОИЯИ /12/. Через соответствующие интерфейсы МИБ подключен к внутренней магистрали микро-ЭВМ, магистрали крейта КАМАК и ветви КАМАК. Обмен информацией между контроллером и ветвью КАМАК происходит через регистр данных. Второй регистр - регистр статуса - содержит информацию о состоянии ветви КАМАК, он доступен МП. Дешифратор команд КАМАК выполняет декодирование команд магистрали крейта КАМАК, адресованных МИБ. Дешифратор команд ветви КАМАК предназначен для декодирования стандартных команд ветви (например, ВЗ, ВС и т.д.). Обмен информацией между ветвью КАМАК и данным крейтом КАМАК возможен как через магистраль крейта, так и через внутреннюю магистраль микро-ЭВМ.

#### Программное обеспечение

Разработанная микро-ЭВМ предполагает использование дисковой операционной системы, позволяющей обработчику создавать программы на языках высокого уровня. Контроллер накопителя на гибких магнитных дисках (НГМД), связанный с микро-ЭВМ по внутренней магистрали, находится в стадии разработки. В настоящий момент для передачи загрузочного модуля программы в ОЗУ микро-ЭВМ используется специальный канал обмена данными по ветви КАМАК в режиме прямого доступа в память. Временно для разработки программ авторы используют "Вспомогательную систему проектирования микропроцессорных систем MSWP", оснащенную крейтом КАМАК.

В случае использования минимальной конфигурации контроллера крейта: МУМ и МПМ программы обработки должны храниться в ППЗУ микро-ЭВМ. При этом 4 Кбайт может занимать монитор, имеющий следующие функции:

- просмотр/модификация ячеек ОЗУ,
- просмотр/модификация регистров МП,
- просмотр области памяти,
- перемещение области памяти,
- ввод данных с порта ввода/вывода,
- вывод данных на порт ввода/вывода,
- передача управления по адресу,
- пошаговый режим выполнения программы по адресу,
- прием в ОЗУ объектного модуля программы от MSWP,
- передача области памяти в MSWP.

#### Конструкция

Конструктивно разработанный контроллер крейта КАМАК представляет собой четыре станции КАМАК шириной 1М каждая, скоммутированные по передней панели разъемным 50-контактным соединителем. В зависимости от сложности решаемой задачи из этих модулей можно компоновать различные конфигурации контроллера: от минимального ядра - МУМ и МПМ до максимального - МУМ, МПМ, МИВ и 8 МОП (т.е. 8x128 Кбайт = 1 Мбайт).

Авторы благодарны Ю.А.Будагову за постановку задачи, Б.Ситару и М.Семану за полезные обсуждения, П.Повинцу и В.Б.Флягину за поддержку работы.

#### Литература

1. Будагов Ю.А. и др. UKJF, 80-30, Братислава, 1980.
2. Будагов Ю.А. и др. ОИЯИ, 13-84-757, Дубна, 1984.
3. Yu.A.Budagov et al. Nucl.Instr.and Meth., A238 (1985), p. 245.
4. Будагов Ю.А. и др. ОИЯИ, 13-85-585, Дубна, 1985.
5. Yu.A.Budagov et al. Nucl.Instr.and Meth., A234 (1985), p. 302.
6. Асмолов А.Г. и др. ОИЯИ, Д13-85-359, Дубна, 1985, с.25.
7. Сидоров В.Т. и др. ОИЯИ, Р10-12481, Дубна, 1979.
8. Гинтер З. и др. ОИЯИ, 11-84-482, Дубна, 1984.
9. Григалашвили Т.С. и др. ОИЯИ, 10-84-664, Дубна, 1984.
10. Петев П.А., Чурин И.Н. ОИЯИ, 11-83-116, Дубна, 1983.
11. Component Data Catalog, Intel Corporation, Santa Clara, 1980.
12. Антихов В.А. и др. ОИЯИ, 10-82-844, Дубна, 1982.
13. Давыдов Ю.И. и др. ОИЯИ, 13-86-327, Дубна, 1986.

Рукопись поступила в издательский отдел  
5 декабря 1986 года.

# НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
Д3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
Д11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
Д7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
Д2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
Д13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
Д2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
Д1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
Д17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
Д10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983	3 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
Д4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
Д11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р.
Д13-85-793	Труды X Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна 1985.	4 р. 80 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Асмолов А.Г. и др.

P10-86-782

## Интеллектуальный контроллер крейта КАМАК

Описывается интеллектуальный контроллер крейта КАМАК, составляющий основу создаваемой на установке ГИПЕРОН системы сбора данных с распределенным интеллектом. Контроллер, имеющий модульную структуру, функционально и конструктивно разделен на четыре части: модуль управления магистралью крейта, модуль микро-ЭВМ, модуль сопряжения с ветвью КАМАК, модуль оперативной памяти. Микро-ЭВМ выполнена на базе микропроцессора КР1810ВМ86 и оснащена 12 каналами прямого доступа в память.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Asmolov A.G. et al.

P10-86-782

## CAMAC Intelligent Crate-Contriller

CAMAC intelligent crate-controller being the base of Data Acquisition System designed at HYPERON Spectrometer is described. The controller has a modular structure and is divided into four parts: dataway control module, micro-computer module, branch interface module, random access memory module. 12-channel direct memory access microcomputer is designed on the base of КР1810ВМ86 (INTEL8086) microprocessor.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986