

**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

**P10-86-574**

**Я.Бойа, В.А.Вагов, Г.П.Жуков, Д.Рубин,  
Ж.Харангозо**

**МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ НАКОПЛЕНИЯ  
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

**ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ**

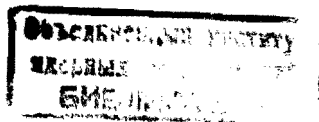
**1986**

Во многих областях экспериментальной физики (физика нейтронов, оптическая спектроскопия и т.п.) необходимо организовать упорядоченное накопление данных, поступающих с большой частотой и большими массивами на вход измерительной системы. Физическая установка фиксирует события, описываемые одним или несколькими параметрами. Условия сортировки экспериментальных данных могут быть различными в зависимости от количества параметров, интенсивности источника частиц, исследуемых образцов и т.д. В большинстве физических исследований условия регистрации, отбора событий и их накопления довольно сложны и, как правило, могут изменяться во время проведения измерений. В этих случаях целесообразно использовать гибкие универсальные системы, имеющие модульную структуру.

Была поставлена задача создать такую систему для корреляционных измерений и исследований с поляризованными нейтронами, проводимых в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ. Система должна удовлетворять следующим условиям:

- иметь небольшое мертвое время;
- обеспечить накопление информации о событиях, характеризующихся несколькими параметрами;
- модули системы должны обладать таким набором характеристик, чтобы с помощью минимального количества модулей решался наиболее широкий круг задач;
- система должна быть построена без привязки к определенному типу ЭВМ;
- обеспечивать накопление данных непосредственно с участием ЭВМ или в автономном режиме;
- система должна быть открытого типа, т.е. позволять дальнейшее расширение.

Модули системы были разработаны в стандарте КАМАК, который получил наибольшее распространение в автоматизированных системах для физических исследований. Накоплен большой практический опыт в использовании его механического конструктора, разработке электронных модулей, обеспечении их диагностики и создании программного обеспечения. При разработке системы необходимо было преодолеть недостатки стандарта КАМАК, такие, как малое быстродействие; невозможность прямой аппаратной передачи данных между станциями; сложность совместной работы нескольких модулей; использование всеми процессами одной магистрали - магистрали крейта (МК).



Одним из путей преодоления указанных недостатков может быть построение системы с несколькими шинами. При этом можно получить следующие преимущества:

— при построении специальных шин использовать более простые схемные решения;

— легко организовать параллельные процессы;

— обеспечить быструю связь между модулями.

Была разработана система с дополнительной внешней шиной (ВШ), с помощью которой можно обойти недостатки МК. Использование МК и ВШ дало возможность создавать системы, обладающие большой эффективностью.

Для управления модулями (задание режимов работы, различных условий) используется магистраль крейта. Ввод экспериментальных данных и связь между модулями осуществляется через ВШ, разъемы которой размещаются на передних панелях модулей, а вывод данных возможен как через магистраль крейта, так и через ВШ. Блок-схема, отражающая передачу данных и возможности управления для единичного модуля, показана на рис.1.

Рассмотрим организацию и работу внешней шины. ВШ организована с помощью 40-контактных разъемов и плоского (ленточного) кабеля, что позволяет без затруднений включать в состав системы новые модули. Модули могут иметь вход и выход ВШ, что позволяет создавать отрезки внешней шины, работающие независимо. Это дает возможность при проведении обработки событий несколькими последовательно соединенными модулями сократить время получения окончательного результата. Передача данных на внешней шине происходит в асинхронном режиме. Данные передаются 24-разрядными кодами. Имеются две линии для управления передачей данных и шесть резервных линий, предназначенных для индивидуального использования. Временная диаграмма работы внешней шины изображена на рис.2.

Данные и сигнал "Готов" вырабатываются модулем, который должен передать информацию, а сигнал "Занят" - модулем-приемником. Установление сигнала "Занят" на шине означает, что

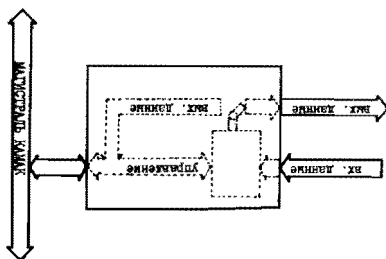


Рис.1

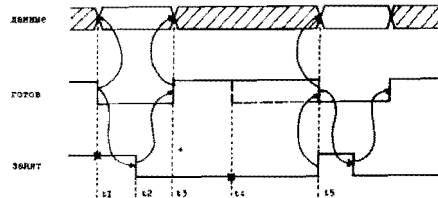


Рис.2

модуль-приемник выполняет какую-то внутреннюю операцию и не может принимать информацию. Цикл передачи данных всегда инициируется передающим модулем. После проверки отсутствия на ВШ сигнала "Занят" он устанавливает в момент T1 сигнал "Готов" и фиксирует правильные данные на внешней шине. Принимающий модуль, получив сигнал "Готов", записывает их в свой внутренний регистр и устанавливает в момент T2 сигнал "Занят". Передающий модуль, получив этот сигнал, снимает сигнал "Готов" /T3/ и начинает организацию следующего цикла передачи, но не может установить новый сигнал "Готов" /T4/ раньше, чем принимающий модуль снимет сигнал "Занят". В момент T5, после снятия с ВШ сигнала "Занят", что означает готовность модуля-приемника к новому циклу, передающий модуль устанавливает новый сигнал "Готов" и фиксирует на линиях ВШ передаваемые данные. Передающий модуль, устанавливая сигнал "Готов", включает внутреннюю схему, определяющую интервал времени, в течение которого должен пройти цикл передачи. Если за этот временной интервал приемный модуль не освободился, в статусном регистре главного передающего модуля будет установлен специальный разряд (TIME OUT), который вырабатывает сигнал L для МК. Это дает возможность оценить правильность работы системы. Минимальное время цикла передачи данных по внешней шине 200 нс, т.е. максимальная скорость передачи - 15 Мбайт/с. Для сравнения приведем максимальные скорости передачи данных некоторых наиболее распространенных стандартных шин, которые предназначены в основном для накопления информации:

— CAMAC : 3 Мбайт/с<sup>1/1</sup>;

— IEEE-488: 1 Мбайт/с<sup>1/2</sup>;

— MULTIBUS II - MULTICHANNEL I/O BUS: 8 Мбайт/с<sup>1/3</sup>;

— FASTBUS: 32 Мбайт/с<sup>1/4</sup>.

Разработанные модули могут обеспечить создание системы для решения широкого круга задач, благодаря различным способам соединения. В различных конфигурациях системы они могут соединяться последовательно или параллельно. Можно несколько модулей включить последовательно, используя разъемы на передних панелях, т.е. выход предыдущего модуля соединяется со входом последующего. Но в любом модуле можно перейти от передачи данных по внешней шине к передаче через магистраль крейта. На рис.3 показано такое соединение модулей, где экспериментальные данные от первого ко второму, и затем к третьему модулям поступают по ВШ, а из третьего модуля поступают на магистраль крейта КАМАК.

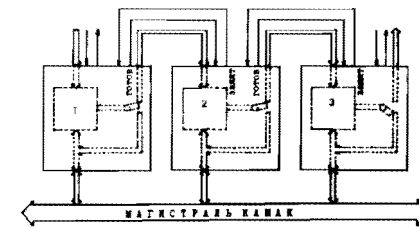


Рис.3

При параллельном включении передающих модулей может быть несколько, а принимающий модуль только один. При этом программно один модуль делается главным, а остальные вспомогательными. Передачу данных может инициировать только главный модуль, а вспомогательные модули пассивно передают свои данные.

В зависимости от проводимых измерений экспериментальные данные, поступившие в эти модули при выходе на МК или ВШ, могут распределяться либо по разрядам, либо во времени. Временная диаграмма работы внешней шины при распределении по разрядам, т.е. когда 24 линии данных распределены между передающими модулями согласно требованиям эксперимента, соответствует диаграмме на рис.2. Группа этих линий выделяется только одному передающему модулю, а их количество в группе определяется максимальной величиной параметра, который обслуживает этот модуль. Пример построения такой системы показан на рис.4. Здесь модули 1, 2, 3 - передающие, модуль 4 - принимающий. Главным модулем является модуль 1. Он инициирует передачу данных по внешней шине и после анализа линий "Занят" выставляет сигнал "Готов". Вспомогательные модули в этот момент фиксируют на линиях ВШ правильные данные. Закрепление линий данных за конкретным модулем производится простой установкой перемычек.

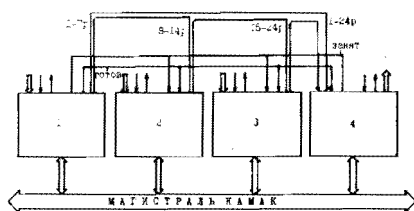


Рис.4

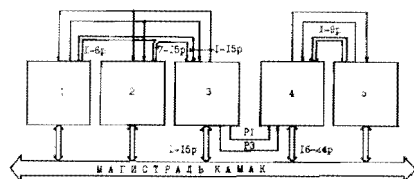


Рис.5

На рис.5 представлена конфигурация системы, состоящей из двух подсистем и использующей распределение по разрядам. Первая подсистема состоит из модулей 1, 2, 3, где 1 - главный модуль, 2 - вспомогательный, 3 - модуль-приемник. Вторая содержит модули 4 и 5, где 4 - модуль-приемник, а 5 - модуль-передатчик. Передача данных внутри подсистем происходит по внешней шине, данные от обеих подсистем поступают на магистраль КАМАК. При этом модуль 3 является главным, а 4 - вспомогательным.

Возможен еще один режим работы системы - распределение во времени. Как правило, это необходимо, когда регистрируемые параметры требуют до 24 разрядов. Тогда значения параметров передаются по МК или ВШ раздельно во времени. Временная диаграмма,

описывающая такой режим, приведена на рис.6. Принимающий модуль в отличие от предыдущего режима вырабатывает для каждого передающего модуля индивидуальный сигнал "Ворота", посылаемый по резервным линиям.

Передача данных через магистраль крейта КАМАК проходит подобно передаче через ВШ, но под управлением сигналов МК. Передающий модуль устанавливает на МК сигнал L, который является запросом на передачу информации в ЭВМ. Передача данных в ЭВМ происходит как по отдельным словам (24 разряда), так и массивами. Передача информации через магистраль крейта инициируется главным модулем, при этом по линии P3 главный модуль посылает сигнал, требующий от вспомогательных модулей зафиксировать текущее значение параметра и подготовить выдачу его на МК. Когда главный модуль получает команду чтения, он посылает ее вспомогательным по линии P4, т.е. с помощью одной команды происходит чтение данных от всех передающих модулей.

К настоящему времени для построения систем отбора и накопления экспериментальной информации разработаны три типа модулей: входной регистр; анализатор с внешней памятью; быстрая буферная память (FIFO).

Модуль входного регистра предназначен для приема экспериментальной информации или для использования в качестве буферного устройства. На вход модуля информация поступает в виде серии импульсов (от детекторов, датчиков положения и т.п.) или параллельного кода (код номера детектора, код временного интервала и т.п.).

Входной регистр имеет три режима работы: двоичный счетчик, двухсчетчиковый, параллельный регистр.

В режиме "двоичный счетчик" модуль регистрирует количество импульсов, поступающих на его вход. Счетчик имеет 12 разрядов. Можно скоммутировать два модуля и получить счетчик емкостью 24 разряда. Максимальная частота входных сигналов 20 МГц. Прохождение сигналов на вход счетчика можно запретить или разрешить внутренним или внешним сигналами. Счетчики можно обнулить сигналами от МК или ВШ. По внешнему сигналу можно зафиксировать содержание счетчика в выходном буфере модуля и организовать цикл передачи данных.

Второй режим используется для регистрации событий за определенный интервал времени. Регистрация производится в одном из двух 12-разрядных счетчиков. Когда в одном счетчике идет регистра-

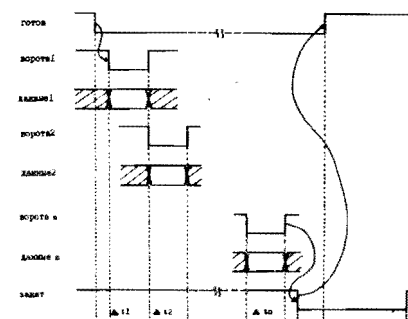


Рис.6

ция, информация о событиях, накопленная за предыдущий временной интервал, может быть передана через МК или ВШ. Затем счетчик обнуляется и при поступлении сигнала о начале нового временного интервала начинает регистрацию входных импульсов. Второй счетчик передает накопленные данные принимающему модулю.

В режиме регистрации параллельного кода ( $\leq 12$  разрядов) используется разъем на передней панели модуля. Код записывается в модуль при помощи команды КАМАК, специального сигнала записи или сигнала записи, который вырабатывается при обмене сигналами на внешней шине.

Выходные данные этих модулей, поступающие на внешнюю шину, могут быть скоммутированы в зависимости от параметров, характеризующих событие. Примеры распределения разрядов в 24-разрядном слове показаны на рис.7.

24	23	22	13	12
резерв	код детектора	номер события	число событий	номер канала
7r	3r	10r	12r	1r

24	16	15	8	7
резерв	код детектора	номер события	код канала	1
7r	3r	7r	7r	1r

24	21	20	13	12
резерв	код детектора	число событий	номер канала	1
4r	2r	6r	1r	1r

Рис.7

Программным путем можно задавать следующие условия:

- размеры используемого поля по блокам 4К слов;
- начальный адрес памяти для измерения;
- разрешать проверку переполнения адреса;
- разрешать проверку переполнения по разрядам;
- определять используемую длину слова 12/24 разряда;
- организовать обмен данными между внешней памятью и ЭВМ

отдельными словами или массивами.

Режимы работы анализатора следующие: 1) последовательное занесение во внешнюю память кодов, характеризующих события; 2) накопление данных по адресу, соответствующему коду события (+1 или -1, +N или -N); 3) тест.

В первом режиме полученные коды событий записываются в память последовательно друг за другом. Каждое событие занимает в памяти одну или более ячеек (в зависимости от количества параметров). Сортировка информации в этом случае возлагается на ЭВМ. Как правило, этот режим используется, когда длина кода, характеризующего событие, больше, чем адресное пространство внешней памяти.

Во втором режиме (+1 или -1) код событий равен адресу памяти. Содержимое адресованной ячейки увеличивается или уменьшается на единицу. В этом режиме при выполнении условия +N или -N ин-

формация для блока анализатора состоит из двух частей. Первая часть - адрес внешней памяти, вторая - число зарегистрированных событий - N. Содержимое выбранной ячейки памяти увеличивается или уменьшается на число N. Каждое событие занимает только одну ячейку памяти. Информация из памяти может быть выведена в виде спектров на экран дисплея.

Режим "тест" служит для аппаратной проверки правильности работы модуля анализатора и подключенной к нему внешней памяти.

Модуль быстрой промежуточной памяти (FIFO - первый вошел, первым вышел) служит для уменьшения количества незарегистрированных событий. Модуль имеет память емкостью 256 × 24 разряда. Необходимо использовать этот модуль, если максимальная скорость поступления событий выше, чем скорость их обработки самым медленным членом системы. В промежуточной памяти операция записи имеет более высокий приоритет, чем операция чтения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Modular Instrumentation and Digital Interface System /CAMAC/, ANSI/IEEE STD 583-1975.
2. IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation, ANSI/IEEE STD 488-1978.
3. MULTIBUS II Multichannel I/O BUS Specification Intel Corporation, 1983.
4. FASTBUS Modular High Speed Data Acquisition System for High Energy Physics and Other Applications Working Group Document - Tentative Specification, U.S. NIM Commitee 1 April, 1981.

Рукопись поступила в издательский отдел  
22 августа 1986 года.

## НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

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

D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физике. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
D2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30
D1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
D17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к
D10,11-84-818	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.
D4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к
D11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р.
D13-85-793	Труды XП 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

Бойа Я. и др.

P10-86-574

Модульная система для накопления спектрометрической информации. Общее описание

Разработана модульная система для обслуживания многомерных экспериментов в области нейтронной физики. Система реализована в стандарте КАМАК с дополнительной внешней шиной, что значительно повысило возможности стандарта КАМАК. Разработан набор модулей: промежуточная память, многоканальный анализатор и входной модуль. С помощью этих модулей komponуются системы накопления информации для проведения многомерных измерений различного типа.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Boja J. et al.

P10-86-574

Modular System for Spectrometrical Data Acquisition.  
General Description

Modular system for multi-dimensional measurement in the field of nuclear physics has been developed. It has been realised on the base of CAMAC standard using a new developed auxiliary. Data Acquisition Bus which considerably increased the CAMAC standard efficiency. A set of modules has been developed: Input Module, FIFO and Multi-Channel Analyser. With the help of these modules some Data Acquisition Systems for different Multi-Dimensional experiments were configured.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986