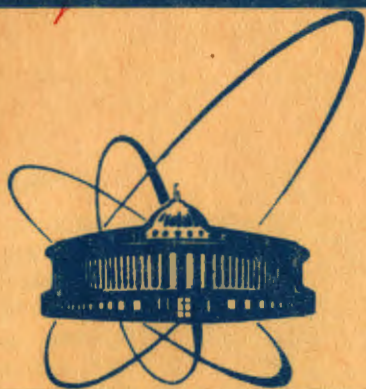


4537/82

20/IX-82



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

10-82-392

А.Н.Алеев, А.И.Барановский,
Т.С.Григалашвили, М.Н.Шумаков

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЭВМ М-6000 НА ЛИНИИ
С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АППАРАТУРОЙ

1982

ВВЕДЕНИЕ

Электронные эксперименты на ускорителе при всем разнообразии исследуемых в них физических задач имеют много общего в организации работы на линии с ЭВМ. Так, одинакова временная структура поступающей в ЭВМ информации, которая определяется циклом работы ускорителя. Много общего есть и в физическом характере информации, т.к. число основных типов детекторов в физике высоких энергий невелико.

Наличие общих черт в работе электронных установок позволяет стандартизировать их работу на линии с ЭВМ.

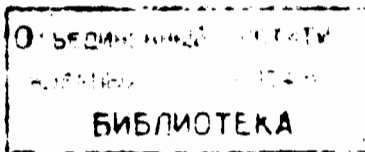
Задачи, выполняемые ЭВМ на линии с экспериментальной установкой, можно условно разбить на 3 класса:

1. Прием информации от аппаратуры КАМАК и запись ее на МЛ.
2. Простейшая обработка и контроль /в основном - накопление гистогрмм и их вывод на дисплей или АЦПУ/.
3. Предварительная физическая обработка результатов измерений.

При разработке предлагаемой здесь системы сбора данных мы старались сконструировать систему, которая взяла бы на себя выполнение как можно большей части задач, оставив экспериментатору только настройку системы и написание программы, учитывающей специфику эксперимента.

Очевидно, что легко стандартизируются задачи класса 1, но используемая нами ЭВМ М-6000 не имеет внешней памяти на магнитных дисках и, следовательно, программирование на ней довольно трудоемко; система, обеспечивающая только прием данных и запись их на МЛ, еще не создает достаточных для пользователя удобств. Поэтому нами была сделана попытка переложить на систему сбора данных и часть задач второго класса. Основанием для такой попытки послужил тот факт, что значительную часть накапливаемых в ходе эксперимента распределений составляют одномерные спектры с аналого-цифровых преобразователей, задача о накоплении и выводе которых легко решается стандартным образом.

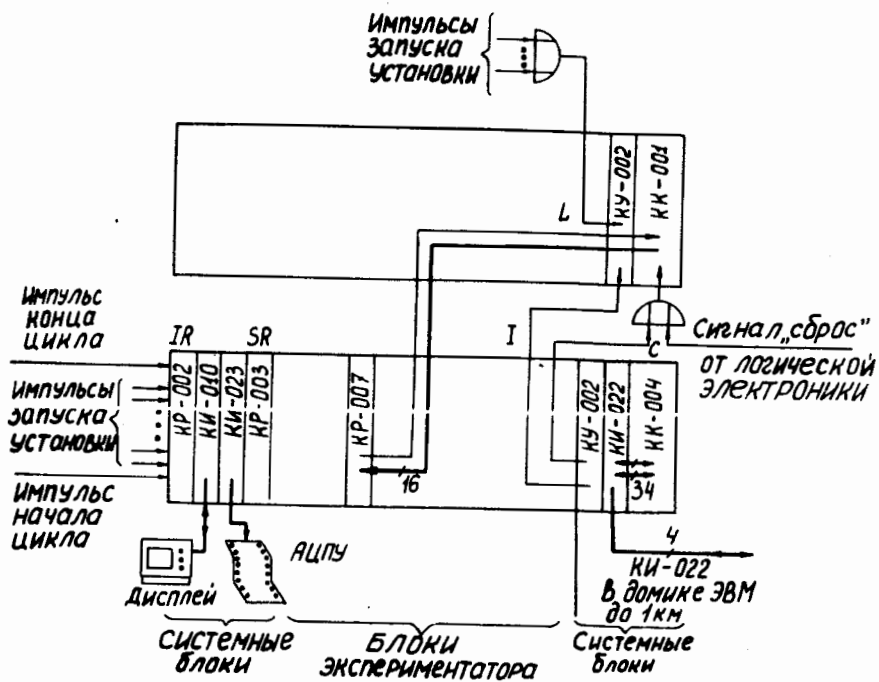
При выполнении различных небольших методических задач, особенно разового характера, применение ЭВМ часто сдерживается из-за того, что организация работы на линии с ЭВМ требует от экспериментатора меньших усилий, чем проведение измерений вручную. Наиболее типичные препятствия - отсутствие линии связи и он-лайн программы.



Предлагаемая система сбора данных преследует цель свести до минимума усилия экспериментатора, необходимые для организации работы физической аппаратуры на линии с ЭВМ.

ЭВМ И ЛИНИЯ СВЯЗИ

ЭВМ М-6000 имеет 32 К слов оперативной памяти, теле-тайп, перфоратор, фотосчитыватель, алфавитно-цифровой дисплей, матричное АЦПУ ДЗМ-180, два НМЛ ЕС 5012, подключенные через канал прямого доступа в память, и интерфейс с контроллером КК-004/2/.



Для приема информации от экспериментальных установок используется принятая в ЛЯП ОИЯИ система, состоящая из универсального контроллера КК-004 и связанных с ним через входные регистры контроллеров с фиксированной программой КК-001/3/.

При работе с удаленной экспериментальной установкой используются блоки последовательной связи КИ-022/4/. В отличие от описанной в/4/ схемы связи, где контроллер удаленного крейта управляется из другого крейта, расположенного возле ЭВМ, в нашем случае к интерфейсным картам ЭВМ подключен блок КИ-022.

Такая организация связи проще как аппаратно, так и программно. Блоки связи соединены между собой четырехпроводной линией связи длиной 150 м /допустимо до 1 км/ и рассчитаны на скорость передачи 1,25 мбит в секунду.

ОРГАНИЗАЦИЯ АППАРАТУРЫ КАМАК

Аппаратура КАМАК /см. рисунок/ состоит из крейта управления и, при необходимости, нужного числа крейтов считывания. Несколько станций крейта управления имеют стандартное назначение; с помощью блоков, расположенных в этих станциях, организуется работа системы сбора данных DAS-M, поэтому эти блоки будем называть системными.

К системным блокам относятся:

- контроллер КК-004 и блоки связи КИ-022;
- интерфейс КИ-010 дисплея ВТ-340 и интерфейс КИ-023 матричного АЦПУ ДЗМ-180;
- блок управления КУ-002, с помощью которого сигналы "С" и "I" передаются с магистрали крейта управления в крейты считывания и в логическую электронику установки;
- входной регистр ИР (Input Register), с помощью которого организуется временная последовательность работы системы приема данных. Разряды ИР имеют фиксированное назначение, на вход младшего разряда ИР(1) подается импульс начала цикла, на вход ИР(16) - импульс конца цикла, на входы ИР(2)-ИР(15) - импульсы запуска установки /триггеры/;
- клавишный регистр SR (Switch Register). С его помощью экспериментатор может управлять работой ON-LINE программы: прекращать набор данных, вызывать или прекращать выдачу контрольных сообщений, менять направление их выдачи /дисплей или АЦПУ/ и т.д. Назначение битов SR приведено в табл.1. Незанятые системными блоками семнадцать станций крейта управления экспериментатор может использовать по своему усмотрению.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ

Для организации временной последовательности работы системы сбора данных используются поступающие от экспериментальной аппаратуры сигналы:

1. Импульс начала цикла, поступающий на вход младшего разряда ИР(1) за несколько миллисекунд до начала сброса пучка на мишень. После его прихода ЭВМ подготавливает буфер и приступает к приему событий.
2. Импульс конца цикла, поступающий на вход старшего разряда ИР(16) входного регистра после окончания сброса пучка на мишень.

Таблица 2

Пример таблицы событий

NF	M	N	A	F	LENG	MATR	Комментарий
1	2	7	0	0	13	000003	Прием массива по приходу триггеров в IR(1) или IR(2).
2	2	8	0	0	33	000001	Прием массива по приходу триггера 1.
3	0	18	0	0	1	100003	Чтение таймера /времени прихода события/ по триггерам 1,2,16.
4	0	18	0	9	0	100000	Сброс таймера по триггеру 16 /импульсу конца цикла/.

NF - порядковый номер, M, N, A, F задают функцию КАМАК, LENG - длина принимаемого массива /равна нулю для функций управления/. MATR /маска триггера/ - восьмеричное число, ненулевые биты которого указывают, при каких триггерах следует выполнять данную функцию.

Таблица 3

Последовательность работы системы сбора данных. В качестве примера приведены цифры, характерные для работы на линии с экспериментом "Позитроний"/1/ /цикл ускорителя - 8 с/

Время выполнения	Действия ЭВМ	Примечание
0,7-1,4	Прием из КАМАКа	100-200 событий длиной 50 слов
0,2-0,4 2 с	Запись на МЛ Заполнение гистограмм	70 гистограмм по 100 событиям
1 с	Программа пользователя	
Больше 3	Диалог	Прерывается импульсом начала цикла

Таблица 1

Назначение битов регистра набора констант

Бит SR	Назначение
1	Вывести в каждом цикле ускорителя сообщение о ходе набора статистики.
2	Распечатать всю поступающую из аппаратуры КАМАК информацию в восьмеричных кодах.
3	Распечатать всю поступающую из аппаратуры КАМАК информацию побайтно, в десятичных кодах.
5	Разрешить обработку по программе пользователя.
8	Все сообщения от ЭВМ выдавать не на дисплей, а на АЦПУ.
13	Запретить выдачу сообщения "ERROR" после каждого плохого события.
16	Прекратить набор и перейти в режим "STOP".

3. Импульсы запуска установки /триггеры/, поступающие на входы IR(2)-IR(15) и на входы "L" блоков управления в крейтах считывания.

Номер входа регистра IR, на который пришел импульс запуска, определяет тип события. Действия, выполняемые ЭВМ при поступлении события данного типа, экспериментатор указывает при настройке системы DAS-M в таблице события /см. табл.2/. Всего возможны 16 типов событий /импульсы начала и конца цикла тоже можно считать триггерами, приходящими один раз за цикл работы ускорителя/.

Все задачи /прием, запись на МЛ, заполнение гистограмм, обработку, диалог/ ЭВМ выполняет последовательно, как показано в табл.3. Время, отводимое на заполнение гистограмм и обработку по программе пользователя, можно регулировать с помощью директив "MH" и "MU". Единственной задачей, выполнение которой может быть прервано другой задачей, является диалог: вывод информации на дисплей и АЦПУ прекращается с приходом импульса начала цикла или первого триггера. Для передачи системе директив оператора используются режимы дисплея "OFF LINE" и "SEND". Время реакции системы на директиву на практике не превышает 5 с /см. табл.3/.

Прием событий ЭВМ прекращает после заполнения буфера или прихода импульса конца цикла. В простейших случаях система DAS-M может работать только по импульсам запуска установки, цикл работы при этом будет определяться временем заполнения буфера. По окончании приема накопленные в буфере события сбрасываются на МЛ, и ЭВМ приступает к заполнению гистограмм. Программа заполнения гистограмм оптимизирована по времени выполнения: на заполнение 50 гистограмм после приема 100 событий уходит около 1,5 с. Таким образом, после приема событий /0,5-1,8 с/, записи на МЛ /0,1-0,5 с/ и заполнения гистограмм остается достаточно времени для обработки по программе пользователя и диалога.

Во время приема событий в крейте управления вырабатываются сигналы:

"I" - запрет, выставляется ЭВМ на время считывания событий.

"С" - сброс, выдается ЭВМ перед снятием сигнала "I".

Эти сигналы через блок управления КУ-002 выводятся с магистрали крейта управления и используются в крейтах считывания и в логической электронике эксперимента для выработки сигналов сброса и мертвого времени.

Программа приема контролирует принятые события по длине массивов, событие, в котором хотя бы один из массивов имеет длину, отличную от заданной, отбрасывается, и следующее событие записывается в буфер на его место.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программа DAS-M написана на мнемокоде M-6000 в абсолютном формате и занимает 3 К слов в старших адресах оперативной памяти ЭВМ. Программа полностью автономна и включает в себя драйверы ввода-вывода дисплея и АЦПУ, подключенных через аппаратуру КАМАК, а также драйвер НМЛ.

Программа обеспечивает выполнение задач 1 и 2 /см. введение/. Особенности эксперимента могут быть учтены в программе пользователя, написанной в рамках стандартного математического обеспечения M-6000. Младшие адреса ЭВМ /8 К и более слов/ полностью отдаются в распоряжение программы пользователя /табл.4/.

Связь между программой пользователя и программой DAS-M осуществляется с помощью двух подпрограмм связи, первая из которых передает в распоряжение программы пользователя очередное событие из буфера приема, вторая - одну из накопленных гистограмм.

Таблица 4

Распределение оперативной памяти ЭВМ при работе системы DAS-M

Назначение области памяти	Длина области памяти /слов/
Драйверы дисплея, АЦПУ, НМЛ и КАМАК	1 К
Подпрограммы диалога	1 К
Подпрограммы приема событий	1 К
Программа настройки	0,5 К
Буфер событий	Вся оставшаяся после конфигурации память /1-15 К/
Таблица адресов событий в буфере	100-1000
Буфер гистограмм	0,5-15 К
Таблица гистограмм и заголовки гистограмм	9 x N _г , где N _г - число гистограмм
Таблица событий /функций КАМАК/	3 x N _ф , где N _ф - количество выполняемых функций КАМАК
Программа пользователя в рамках системы BASIC или основной управляющей системы	8-16 К

РЕЖИМЫ РАБОТЫ СИСТЕМЫ

Все управление работой системы сбора данных после ее запуска осуществляется из домика экспериментатора с помощью клавишного регистра SR и дисплея. Программа сбора данных работает в следующих режимах:

Настройка. Экспериментатор задает размеры буфера и создает две рабочих таблицы: таблицу событий /см. табл.2/, в которой содержится список функций КАМАК, выполняемых при поступлении триггера данного типа, а также длины принимаемых массивов, и таблицу гистограмм /см. табл.5/, в которой содержится список гистограмм, заполняемых при каждом типе триггера.

Таблица 5

Пример таблицы гистограмм

HIST	WORD	MASK	MATR	Комментарий
1	1	177400	000003	Выделяется левый байт первого слова события при триггерах 1 и 2, длина гистограммы 256 каналов.
2	1	000377	000003	То же для правого байта.
3	2	177000	000001	Выделяется 7 левых байтов второго слова события, длина гистограммы $2^7=128$ каналов, это соответствует гистограммированию левого байта с шагом 2.
4	2	000376	000001	То же для правого байта.
5	20	000077	000002	Выделяется 6 правых битов двадцатого слова, длина гистограммы $2^6=64$ канала.

HIST - номер гистограммы, WORD - порядковый номер гистографируемого слова в событии, MASK - маска, накладываемая на слово, указывает, какая часть слова гистографируется, и определяет длину гистограммы /длина гистограммы равна 2^N , где N - число ненулевых битов в маске/. MATR /маска триггера/ - восьмеричное число, ненулевые биты которого указывают, при каких триггерах следует заполнять данную гистограмму. Таблица гистограмм занимает $3 \times N$ слов в оперативной памяти, N - число гистограмм. Кроме того, $5 \times N$ слов занимают заголовки гистограмм /в заголовке 10 символов/.

STOP - режим диалога при остановленном приеме событий. В этом режиме экспериментатор может выводить гистограммы на дисплей или АЦПУ, осуществлять чистку гистограмм, запуск набора, записывать на МЛ комментарии и метку конца файла, выводить комментарии на АЦПУ, а также передавать управление программе пользователя для вывода результатов.

RUN - режим приема информации. Управление ведется или с дисплея, или с помощью регистра набора констант SR. Нажатием соответствующей кнопки регистра можно вызвать регулярную выдачу на дисплей различных сообщений, например, распечатку всей

Таблица 6

Директивы режимов "STOP" и "RUN"

Директива	Мнемоника	Назначение
PH A1,0	PRINT HIST	Вывод гистограммы A1 полностью, шагом 1.
PH A1,A2,A3,A4	- " -	Вывод гистограммы A1 с канала A2 по A3 шагом A4.
NN		Повторить вывод последней гистограммы.
H+		Вывод следующей гистограммы с теми же параметрами.
H-		Вывод предыдущей гистограммы с теми же параметрами.
H A1	HIST	Вывод гистограммы A1, число выводимых каналов и шаг устанавливаются автоматически так, чтобы гистограмма полностью уместилась на экране.
TH A1,0	TYPE HIST	Вывод гистограммы A1 с канала 1 по канал 64.
TH A1,A2,A3,A4	- " -	Вывод гистограммы A1 с канала A2 по A3 шагом A4.
T A1		Вывод гистограммы A1, число выводимых каналов и шаг устанавливаются автоматически так, чтобы гистограмма полностью уместилась на экране.
TT		Повторить вывод последней гистограммы с теми же параметрами.
T+		Вывод следующей гистограммы с теми же параметрами.
T-		Вывод предыдущей гистограммы с теми же параметрами.
EV	EVENTS	Выдать сообщение о числе набранных событий.

Таблица 6 /продолжение/

Директива	Мнемоника	Назначение
HE	HEAD	Распечатать заголовок.
ST	STOP	Перейти в режим "STOP".

Примечание: Директивы "PH", "H", "HH", "H+", "H-" вызывают вывод гистограмм "в строчку", а директивы "TH", "T", "TT", "T+", "T-" - "в столбик".

Таблица 7

Директивы режима "STOP"

Директива	Мнемоника	Назначение
CH A1,A2	CLEAR HIST	Очистить гистограммы от A1 до A2.
FM 1	FLAG MT	Разрешить запись на МЛ.
FM 0	- " -	Запретить запись на МЛ. Записать на МЛ метку конца файла.
CO	COMMENT	Запись на МЛ комментария.
RE	REMARK	Вывод комментария на АЦПУ.
//		Окончить вывод комментария на АЦПУ или МЛ.
RU A1	RUN	Начать набор /A1 событий/. После этой директивы следует ввести заголовки RUN а /строку длиной до 80 символов/.
GO	GO	Продолжить набор.
MH A1		В каждом цикле заполнять гистограммы не более чем по A1 событиям.
MU A1		В каждом цикле разрешить программе пользователя обрабатывать не более чем A1 событий.
/F		Записать на МЛ метку конца файла.

поступающей из аппаратуры КАМАК информации или сообщение о количестве принятых событий.

При нажатой кнопке SR(8) все поступающие от ЭВМ сообщения выдаются не на дисплей, а на АЦПУ.

Список директив режимов "STOP" и "RUN" приведен в табл.6,7.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая здесь система сбора данных DAS-M обладает следующими качествами:

- Мобильность. Экспериментальная аппаратура, дисплей и АЦПУ подключены к ЭВМ через блоки дальней связи по четырехпроводной линии. Это позволяет быстро организовать работу на линии с ЭВМ из любой точки экспериментального зала.
 - Стандартиная организация приема информации из аппаратуры КАМАК, записи на МЛ и взаимодействия ЭВМ с быстрой электронной экспериментальной аппаратурой.
 - Быстрота настройки на новую конфигурацию аппаратуры КАМАК.
 - Система берет на себя накопление одномерных спектров и вывод их на дисплей или АЦПУ.
 - Программа DAS-M написана на мнемокоде M-6000 в абсолютных адресах, благодаря чему занимает малый объем оперативной памяти /3 К слов/ и обеспечивает высокое быстродействие. Так, средняя скорость заполнения гистограмм /4000 входов в секунду/ примерно соответствует скорости выполнения стандартной программы умножения целых чисел.
 - Программа DAS-M может работать как автономно, так и совместно с программой пользователя, написанной на языке высокого уровня, в которой учитываются особенности эксперимента.
- Система сбора данных в течении 1,5 лет используется в эксперименте по изучению релятивистских позитрониев/1/. За цикл ускорителя принимается около 200 событий длиной 50 слов, накапливается около 70 гистограмм суммарной длиной более 12000 каналов. Гистограммы заполняются не менее чем по 100 событиям в цикле, после чего около 3,5 с остается на обработку по программе пользователя и на диалог. Программа пользователя написана на мнемокоде M-6000 в абсолютных адресах /занимает 2 К слов/ и использует арифметические и диалоговые подпрограммы системы сбора данных.
- Система сбора данных применялась также для калибровки черенковских счетчиков на стенде ОИЯИ в ИФВЭ. В этом случае принималось большое количество /до 1000/ событий длиной 2-10 слов, заполнялось от 1 до 10 гистограмм. Накопленные гистограммы обрабатывались по программе пользователя, написанной на языке бэйсик.

Авторы выражают глубокую благодарность Л.Л.Неменову за поддержку данной работы, И.Н.Чурину и А.В.Сумарокову - за полезные консультации, В.В.Карпухину - за консультации и помощь в отладке аппаратуры, Ю.А.Ченцову - за помощь в работе, а также сотрудникам, участвующим в эксперименте "Позитроний" - за поддержку и полезные замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Неменов Л.Л. ЯФ, 1973, 15, с.1047.
2. Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Чурин И.Н. ПТЭ, 1976, 3, с.77-79.
3. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, Р10-9056, Дубна, 1975.
4. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-80-119, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 мая 1982 года.

Алеев А.Н. и др. 10-82-392
Организация работы ЭВМ М-6000 на линии с экспериментальной аппаратурой

Описывается система DAS-M (Data Acquisition System), используемая для сбора данных в экспериментах на ускорителе. Аппаратура КАМАК, дисплей и АЦПУ соединены с ЭВМ 4-проводной последовательной линией связи, что позволяет легко организовать работу с удаленной экспериментальной установкой. Программа сбора данных написана на ассемблере в абсолютных адресах, благодаря чему занимает малый объем памяти /3 К слов/ и обеспечивает высокое быстродействие. Программа легко настраивается на новую конфигурацию аппаратуры КАМАК и новую структуру гистограммируемых данных заменой констант в соответствующих таблицах и может работать как автономно, так и совместно с программой пользователя, учитывающей особенности эксперимента и написанной на языках фортран, бэйсик или ассемблер. Система применяется в эксперименте по изучению релятивистских позитрониев и для отладки детекторов в составе универсального стенда ОИЯИ на серпуховском ускорителе.

Работа выполнена в Серпуховском научно-экспериментальном отделе ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Aleev A.N. et al. 10-82-392
Organization of M-6000 Computer Operation On-Line with
Experimental Apparatus

Data Acquisition System for high-energy experiments is described. CAMAC system, display unit and printer are connected with computer via 4-wire sequential link. This permits to organize work with a remote experimental set up. The data acquisition program is written in assembler language in order to minimize size of memory (3 K words), and to provide high speed. The program can be turned to a new CAMAC configuration and a new structure of histogrammed data by replacing constants in corresponding tables. It could work both independently, and together with user's program written in fortran, basic or assembler languages. The program is applied in the experiment on the study of relativistic positronia and for detector calibrating.

The investigation has been performed at the Serpukhov Scientific-Experimental Department, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.