

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P13-94-73

Зен Ен Кен, Н.Н.Исаков, А.С.Кирилов,
М.Л.Коробченко, А.И.Островной, В.Е.Резаев,
А.П.Сиротин, Й.Хайтнитц

СИСТЕМА НАКОПЛЕНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ
И КОНТРОЛЯ СПЕКТРОМЕТРА НСВР
В СТАНДАРТЕ VME

1994

Система накопления, управления и контроля спектрометра НСВР в стандарте VME

Представлена система автоматизации нейтронного спектрометра высокого разрешения на базе компьютера в стандарте VME. Описываются основные электронные узлы системы: накопитель времяпролетных спектров с 16384 временными каналами для 32 детекторов, четырехканальный блок управления шаговыми двигателями и аппаратные средства слежения за условиями эксперимента. Рассмотрены основные проблемы реализации программного обеспечения в среде операционной системы OS9 с использованием системы X11.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики им И.М.Франка ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1994

Zen En Ken et al.

P13-94-73

A VME Based Accumulation, Control and Supervising System for the NSHR Spectrometer

An automation system for the Neutron Spectrometer with High Resolution based on a modular VME computer is presented. The main electronic parts of the system described are: a time-of-flight accumulation system with 16384 time channels for 32 detectors, a four-channel step motor control module and monitoring hardware to supervise the experimental conditions. The main problems of software development under OS9 operating system and the usage of X11 tools are considered.

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

Введение

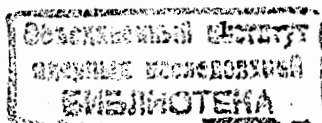
Уже пять лет в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ на седьмом канале реактора ИБР-2 эксплуатируется нейтронный спектрометр высокого разрешения (НСВР). Характеристики пучка у этой установки следующие /1/: пролетная база от поверхности замедлителя до образца 103 м - этот параметр, главным образом, определяет высокое разрешение установки; поток тепловых нейтронов на образце $> 1 \cdot 10^6$ н/см²*с; сечение пучка $50 \cdot 170$ мм².

На спектрометре, в основном, ведутся исследования текстуры геологических материалов, металлов и сплавов методом нейтронной дифракции /2, 3/. Экспериментальное определение текстуры предполагает снятие полюсных фигур, т.е. измерение интенсивностей рассеянных нейтронов при различных направлениях вектора рассеяния относительно системы координат образца. Это достигается путем изменения ориентации исследуемого образца в нейтронном пучке при помощи текстурного гониометра. В целях уменьшения числа необходимых различных ориентаций и сокращения времени измерения все больше применяются мультidetекторные системы или позиционно-чувствительные детекторы.

Система регистрации установки НСВР состоит из 7 детекторов, установленных на подвижной платформе, позволяющей поворот вокруг вертикальной оси, т.е. изменение углов 2θ всех детекторов. Угловое расстояние между детекторами $14,4^\circ$. Детектор представляет собой батарею из пяти счетчиков нейтронов типа СНМ-17 (гелиевый счетчик) с соллеровским коллиматором.

Текстурный гониометр установлен на неподвижном столике соосно с платформой. С его помощью образец поворачивают вокруг горизонтальной оси ψ и вертикальной оси Ω . Для измерения полных полюсных фигур снимают 700 времяпролетных спектров при 100 различных положениях образца.

В настоящее время спектрометр включает в себя накопительную систему для приема спектрометрической информации от 8 детекторов и систему управления трехосным текстурным гониометром (ТТГ) в стандарте САМАС под управлением персонального компьютера IBM PC/AT /4/.



В рамках реализации проекта Спектрометра количественного анализа текстуры (СКАТ) предусматривается замена детекторной системы с увеличением количества детекторов до 25 (в перспективе до 64) и, следовательно, объема спектрометрической информации. Кроме этого, необходимость удаленного, через сеть ETHERNET, управления ходом эксперимента, а также требование поддержки параллельных процессов управления накоплением, обработкой и визуализацией информации сделали необходимым переход от стандарта САМАС к VME. Представленная система накопления, управления и контроля спектрометра в стандарте VME разработана для проекта СКАТ, однако до его полной реализации используется в рамках спектрометра НСВР.

1. Общее описание системы

Система была построена на основе модульного компьютера в стандарте VME фирмы CompControl /5/, работающего под операционной системой OS9. Он включает в себя процессорный блок CPU CC112 (микропроцессор 68030 с сопроцессором 68882, тактовая частота 20 МГц, 16 МВ RAM), контроллер сети Ethernet, графический контроллер CC143 (1280 x 1024 точек, 256 цветов), контроллер дисков CC93 (1,44 Мбайт гибкий + 234 Мбайт жесткий диск) и контроллер стримерного устройства CC98 (рис.1). Компьютер обладает достаточно высокой вычислительной мощностью (около 4000 Dhrystones) и обеспечивает связь по локальной сети Ethernet, а также графический интерфейс с пользователем при помощи цветного монитора высокого разрешения.

Для приема спектрометрической информации и управления нейтронным экспериментом в ЛНФ ОИЯИ был разработан ряд дополнительных модулей в стандарте VME.

Многодетекторная система накопления времяпролетных спектров реализована на базе модуля инкрементной памяти (МИП), блока счетчиков (БС-32) и блока управления экспериментом (БУЭ).

Блок управления экспериментом предназначен для задания экспозиции накопления по времени, по стартам реактора или по отсчету мониторингового детектора, для контроля за этими параметрами, а также для

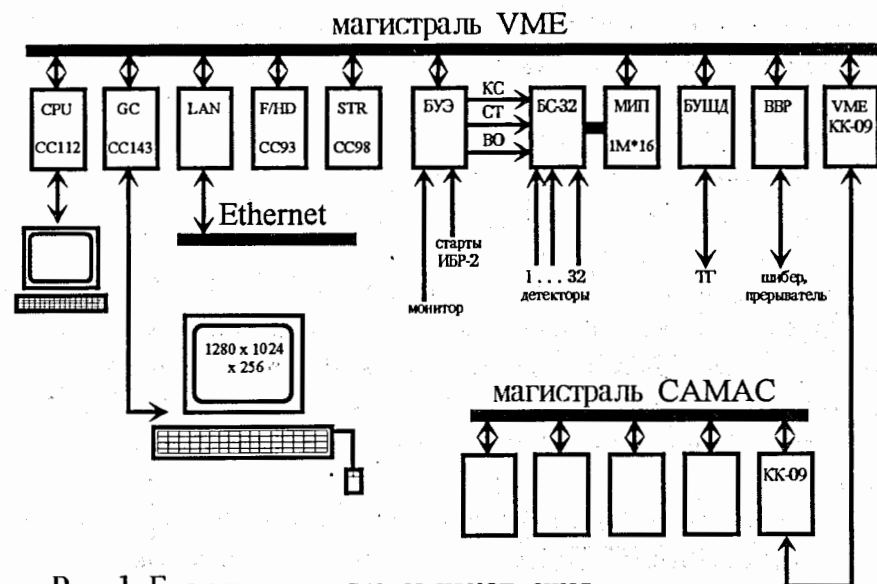


Рис. 1. Блок-схема системы накопления, управления и контроля спектрометра НСВР.

формирования импульсов старта реактора и канальной серии (КС) для блока счетчиков. БУЭ имеет возможность управлять двумя независимыми накопительными системами. Кроме этого, блок осуществляет контроль за наличием стартов реактора.

Блок счетчиков, синхронно со стартами реактора из импульсов КС формирует временные интервалы, в каждом из которых регистрирует пришедшие импульсы от 32 детекторов. Эта информация в каждом следующем временном интервале передается в МИП, где накапливаются до 32 временных спектров соответствующих детекторов.

Модуль инкрементной памяти является первым разработанным в ЛНФ буферным запоминающим устройством для накопления спектрометрической информации, выполненным как двухпортовая память. Он, с одной стороны, может принимать информацию с передней панели, т.е. выполнять операции $+1/+n$ ($n = 1...255$) по заданному адресу, и, с другой стороны, работать на шине VME как часть оперативной памяти процессора. Это позволяет

одновременно, в процессе накопления спектров произвести их визуализацию и первичную обработку. Модуль детально описан в работе /6/ и имеет следующие характеристики:

- емкость 1Мслов по 16 бит;
- цикл памяти по шине VME 500 нс;
- цикл обращения с передней панели 350 нс;
- максимальное время доступа 1000 нс;
- цикл регенерации 150 нс за каждые 15 мкс.

Блок управления шаговыми двигателями (БУШД) контролирует работу многоосного текстурного гониометра (ТГ). Блок может в последовательном порядке управлять четырьмя шагоимпульсными устройствами, контролируя при этом состояние двух рабочих и двух конечных контактов в каждом канале.

В целях преемственности был разработан интерфейсный блок VME-КК09. Он обеспечивает подключение наиболее распространенного в ОИЯИ контроллера крейта САМАС КК09 и тем самым использование имеющегося электронного оборудования в стандарте САМАС под управлением VME-системы. Таким образом, возможен постепенный переход к новому стандарту; узлы, не требующие передачи большого объема информации, могут остаться в крейте САМАС. Обмен данными через VME-КК09 идет байтами; при возникновении запроса LAM от САМАС инициализируется прерывание на шине VME. Описание интерфейсного блока, а также системы его команд можно найти в сообщении /7/.

2. Блок управления экспериментом (БУЭ)

БУЭ (рис. 2) состоит из интерфейса VME, регистра управления и масок, генератора канальной серии, генератора импульсов частотой 100 кГц, схемы мониторинга стартов, двух независимых каналов управления и схемы обработки прерываний. Он построен на шести программируемых таймерах I 8254 и микросхемах ТТЛ-логики.

Интерфейс VME типа slave D16 осуществляет буферизацию сигналов магистрали VME, вырабатывает сигналы управления остальными функциональными узлами устройства.

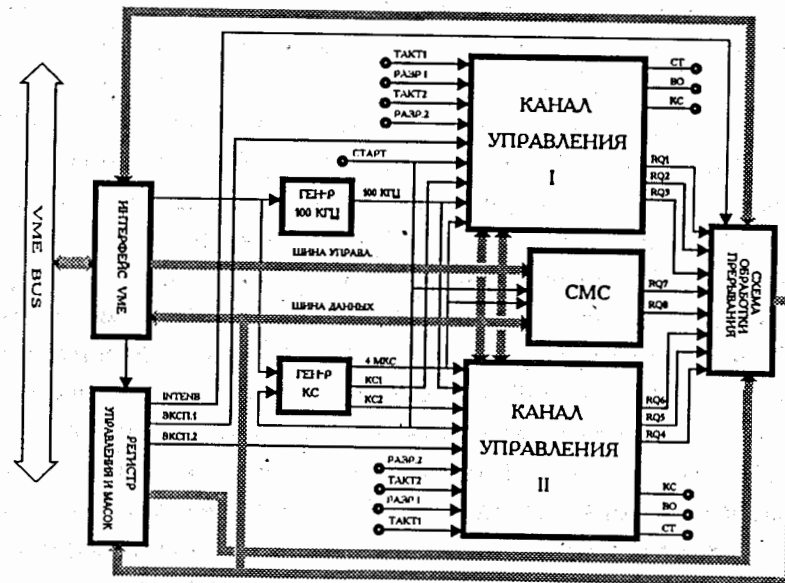


Рис.2. Функциональная схема БУЭ.

Регистр управления и масок регламентирует работу каналов управления и схемы обработки прерываний. Его выходные сигналы ЭКСП1 и ЭКСП2 (бит 1 и 2) определяют начало/останов работы каналов управления I и II соответственно. Сигнал INTENB (бит 3) и восьмиразрядная маска (бит 9...16) разрешают/запрещают прохождение сигнала IRQ на магистраль VME от различных источников запроса на прерывание (RQ1...RQ8).

Генератор канальной серии вырабатывает последовательности сигналов КС1 и КС2, используемые в качестве сигналов канальной серии в блоке счетчиков. Период сигналов может быть 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 или 256 мкс и устанавливается независимо для каждого канала управления.

Схема мониторинга стартов предназначена для контроля за наличием стартов. В случае отсутствия сигнала СТАРТ в пределах заданного временного интервала до 262 мс схема генерирует запрос на прерывание RQ7. Один из режимов работы схемы позволяет осуществить

измерение абсолютной величины периода сигнала СТАРТ с точностью 4 мкс. По окончании каждого измерения устанавливается запрос на прерывание RQ8.

Каналы управления I и II совершенно идентичны (рис. 3). Каждый во время работы формирует сигналы канальной серии КС, старта СТ и временного окна ВО, которые выводятся на переднюю панель и служат для управления накопительной системы. Основными узлами канала являются генератор временного окна и три 32-разрядных счетчика.

Генератор временного окна формирует сигнал ВО с двумя программно задаваемыми параметрами: задержкой начала и конца окна относительно сигнала СТАРТ. Оба могут быть в пределах от 0 до 262 мс. Сигнал может быть использован в качестве сигнала разрешения для счетчиков и других устройств установки. 32-разрядные счетчики состоят из двух 16-разрядных, младшие из которых работают в режиме делителя частоты. Режимы работы счетчиков в целом и начальные значения устанавливаются программно. Имеется возможность чтения содержимого счетчиков в процессе работы без остановки.

Назначение счетчиков определяется пользователем. Они могут служить для задания различного рода экспозиций, для измерения абсолютных величин параметров установки, для слежения за уровнем этих параметров и т. д.

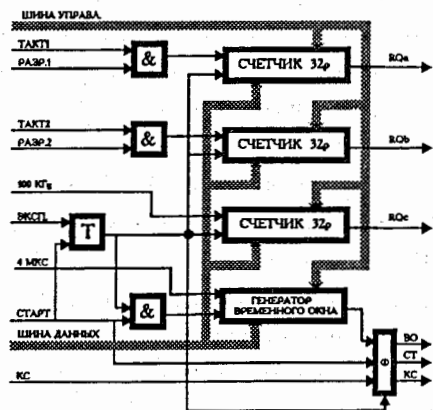


Рис.3. Функциональная схема канала управления.

На счетный вход одного из счетчиков поступают импульсы частотой 100 кГц. Этот счетчик может быть использован для задания экспозиции по времени или для измерения временных интервалов длительности до 715 мин. На счетные входы других счетчиков поступают сигналы ТАКТ1 и ТАКТ2 от внешних источников через разъемы на передней панели. Также через переднюю панель подаются сигналы РАЗР1 и РАЗР2, клапанирующие сигналы ТАКТ1 и ТАКТ2 соответственно.

Работа счетчиков начинается при наличии сигнала ЭКСП синхронно с приходом очередного старта. Снятие сигнала ЭКСП и поступление очередного старта останавливает работу счетчиков.

Сигналы переполнения счетчиков RQ1...RQ6, а также RQ7 и RQ8 поступают на вход схемы обработки прерываний и в случае отсутствия соответствующей маски и наличия сигнала INTENB устройство генерирует сигнал IRQ на магистрали VME. Немаскированные запросы RQ1...RQ8 доступны для чтения процессором.

Визуальный контроль за состоянием сигналов ЭКСП1 и ЭКСП2, а также за наличием стартов реактора осуществляется светодиодами на передней панели блока.

3. Блок счетчиков для 32 детекторов (БС-32)

Разработанный блок БС-32 является дальнейшим развитием устройств для накопления спектрометрической информации в так называемом "многосчетчиковом" режиме /8,9/. В данном блоке учтены устоявшиеся в течение длительного времени требования к накопительным системам таких спектрометров, как НСВР /4/, НЕРА-ПР /9/, ТЕХТ /10/, КДСОГ /11/. Существенное увеличение емкости буферного запоминающего устройства МИП позволило сделать его программно неуправляемым со следующими характеристиками:

- количество детекторов N: до 32;
- ширина импульсов от детекторов: не менее 150 нс;
- количество событий, регистрируемых в одном временном канале для одного детектора: не более 255;
- количество каналов временного кодировщика: до 16384.

Функциональная схема БС-32 представлена на рис. 4. В качестве счетчика детекторных импульсов в блоке использованы интегральные схемы 74LS590, имеющие на входе триггер типа Latch. В случае прихода детекторного импульса в момент переключения от одного временного канала к следующему триггер запоминает его, благодаря чему устраняется возможность двойного счета одного импульса в двух соседних каналах. Применяемая микросхема содержит 8-разрядный двоичный счетчик и, кроме этого, выходной регистр с тремя устойчивыми состояниями, куда накопленная в одном временном канале информация записывается с приходом импульса канальной серии. При этом счетчик сбрасывается, и он готов к счету импульсов следующего канала. Под управлением программного генератора информация D1...D8 с регистров в последовательном порядке через формирователи выдается на переднюю панель блока и оттуда в МИП. Выставляется также адрес, состоящий из двух частей. Младшие 14 разрядов A1...A14 поступают со счетчика импульсов канальной серии, выполняющего функцию временного кодировщика, старшие пять разрядов A15...A19 являются номером

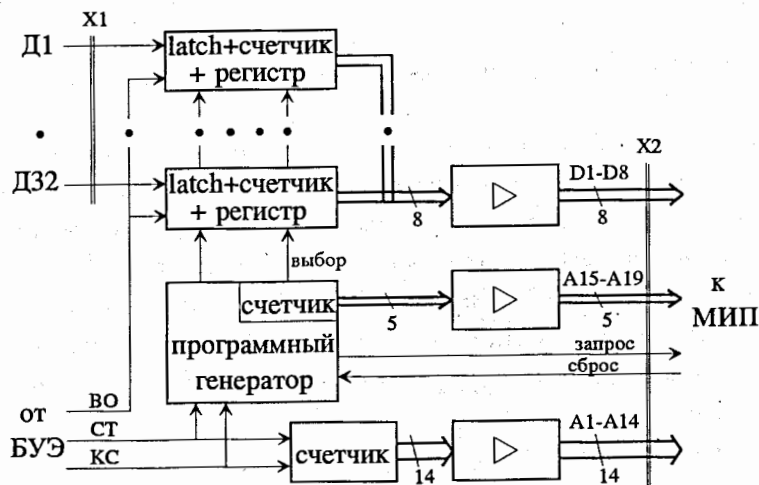


Рис. 4. Функциональная схема блока счетчиков БС-32.

детекторного канала. Программный генератор управляет операциями записи в МИП, где происходит накопление до 32 временных спектров. В нем имеются микропереключатели для выбора нужного числа детекторных каналов N от 1 до 32. Следует быть внимательным при выборе числа каналов N и ширины временного канала T_k . Чтобы программный генератор успел обработать заданное количество детекторов, необходимо выполнение условия $T_k > t_{cp} * N$, где t_{cp} – среднее время цикла обращения к МИП через порт передней панели. Как следует из характеристик МИП, даже в случае исключительного доступа с переднего порта $t_{cp} > 350$ нс. Для 32 детекторов при не очень частом программном доступе к МИП с шины VME возможна ширина временного канала $T_k = 16$ мкс, в худшем случае необходимо выбрать $T_k = 32$ мкс.

4. Блок управления шаговыми двигателями (БУШД)

Широко распространены два подхода к созданию блоков управления исполнительными механизмами:

- блок снабжают микропроцессором с фиксированной программой управления объектом и реализуют какой-либо протокол команд и обмена информацией /12, 13/;
- блок управления двигателем выполняют как регистр ввода-вывода для управления и контроля /14/.

Для управления шаговыми двигателями установки НСВР был выбран промежуточный вариант, БУШД был разработан как программируемый таймер для отсчета заданного количества шагов со скоростью, заданной программно. Это решение, по мнению авторов, является оптимальным, так как оно при умеренных аппаратных затратах освобождает процессор от выработки шаговых импульсов в реальном масштабе времени.

Блок может работать последовательно по четырем каналам, т.е. позволяет подключение до четырех исполнительных механизмов. На каждом допускается размещение до четырех контактных датчиков: двух ограничивающих диапазон перемещения и двух для нахождения контрольных точек, необходимых в качестве исходных положений, в целях калибровки установки и других.

На рис. 5 представлена функциональная схема блока управления шаговыми двигателями. Регистр управления принимает информацию от процессора и состоит из 8 бит:

- бит 1 - направление движения;
- бит 2 - разрешение движения;
- бит 3 - запрет останова от счетчика, т.е. после выполнения заданного количества шагов;
- биты 4, 5 - номер канала для выбора активного шагового двигателя;
- бит 6 - разрешение останова при достижении контрольной точки КТ1;
- бит 7 - разрешение останова при достижении контрольной точки КТ2;
- бит 8 - разрешение прерывания, которое может произойти от счетчика или от какого-либо контактного датчика.

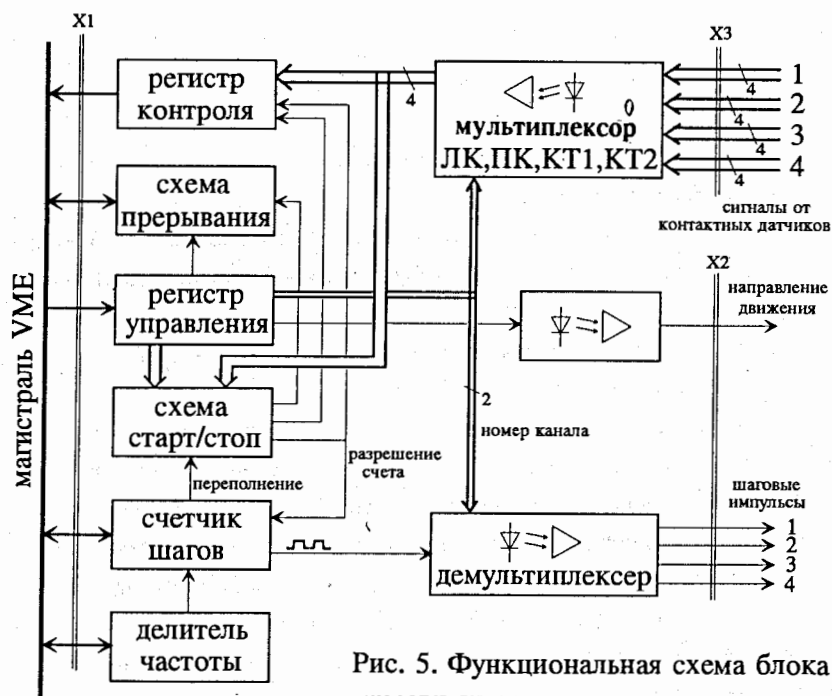


Рис. 5. Функциональная схема блока управления шаговыми двигателями.

Из восьмиразрядного регистра контроля процессор может прочесть следующую информацию:

- бит 1 - состояние контакта-ограничителя ЛК;
- бит 2 - состояние контакта-ограничителя ПК;
- бит 3 - состояние рабочего контакта КТ1;
- бит 4 - состояние рабочего контакта КТ2;
- бит 5 - флаг останова от контактных датчиков; он установлен при наезде на левый или правый ограничитель, а также при достижении точек КТ1 или КТ2, если разрешен останов в этих точках;
- бит 8 - флаг останова от счетчика; он установлен после выполнения заданного количества шагов.

Для связи с усилителями мощности, обеспечивающими силовое управление шаговыми двигателями, на разъем X2 передней панели блока выведены следующие сигналы:

- направление движения;
- выходы шаговых импульсов для каждого из четырех исполнительных механизмов.

Демультимплексор гарантирует выдачу шаговых импульсов на выход выбранного в данный момент канала. На разъем X3 передней панели поступают сигналы ЛК, ПК, КТ1 и КТ2 от каждого исполнительного механизма, из которых мультиплексор выбирает четыре принадлежащих активному каналу. Весь интерфейс через разъемы передней панели имеет гальваническую оптронную развязку. Кроме этого, на передней панели имеются светодиоды для индикации номера выбранного канала, направления движения, выдачи импульсов и состояния контактных датчиков активного канала.

Делитель частоты состоит из генератора импульсов частотой 62,5 кГц и программируемого 16-разрядного делителя, доступного как для записи, так и для чтения со стороны магистрали VME. Таким образом, на выходе делителя возможно получить разные частоты до 1 Гц. Каждый двигатель требует определенной скорости движения, которая определяется механическими характеристиками самого двигателя, его привода, а также конкретной нагрузки. При выборе коэффициента деления необходимо

учитывать резонансные частоты, на которых могут быть сбои шагового двигателя при отработке заданного количества шагов.

Необходимое количество шагов заносится в 16-разрядный счетчик шагов. Старт осуществляется непосредственно после записи в счетчик при условии, что разрешено движение и сброшен флаг останова от контактных датчиков. При завершении заданного количества шагов устанавливается бит 8 регистра контроля, если отсутствует запрет останова от счетчика. В противном случае движение может прекратиться только по сигналу от одного из контактных датчиков. Возможен также непрерывный режим работы. Если прерывание было разрешено, то после выполнения заданного количества шагов, остановка при достижении КТ1 или КТ2 или наезда на ограничитель ЛК или ПК блок выставляет запрос на магистраль VME.

При срабатывании ЛК или ПК немедленно останавливается движение, и повторная команда на движение в этом направлении игнорируется, однако движение в противоположном направлении допускается. Таким образом, реализована аппаратная защита от выхода двигателя из диапазона допустимых перемещений.

При срабатывании КТ1 или КТ2 немедленно останавливается движение, если это разрешено в регистре управления. Продолжение движения в любом направлении возможно только после снятия разрешения останова от данного датчика.

Счетчик шагов доступен для чтения процессору. Это позволяет следить за выполнением движения и в случае останова от датчика определить истинное положение механизма и контролировать его работу.

Таким образом, разработанный блок управления шаговыми двигателями в стандарте VME имеет следующие особенности:

- обеспечивает управление четырьмя двигателями поочередно;
- скорость движения двигателей выбирается программно импульсами от 1 до 10000 Гц;
- максимальное число шагов, выполнимых без вмешательства процессора: 65536;
- во время движения обеспечивается аппаратный контроль за четырьмя датчиками (ЛК, ПК, КТ1, КТ2); исключен выход механизма из

диапазона, ограниченного ЛК и ПК;

- обеспечен режим поиска любого из датчиков;

5. Входной/выходной регистр (ВВР)

В мире электронных блоков в стандарте VME достаточно широко представлены как входные, так и выходные регистры. Однако в процессе эксперимента необходимо не только иметь возможность прочитать состояние каких-либо условий, но и получить прерывание программы в случае, когда нарушено определенное сочетание данных условий. Ранее в спектрометрических системах в стандарте SAMAC эти функции выполнял блок управления физической установкой /15/. Разработан специальный регистр ввода/вывода с компаратором условий эксперимента, выполняющий подобную функцию. На рис. 6 представлена его функциональная схема.

Выходная информация записывается процессором в 32-разрядный регистр вывода двумя 16-разрядными словами. Оттуда сигналы Вых1...Вых32 поступают на выходные формирователи с открытым коллектором, обеспечивающие ток $I_L = -40$ мА при максимальном напряжении $U_C = 30$ В, и дальше на передний разъем X3.

Входные сигналы ВХ1...ВХ32 поступают через разъем X2 передней панели на оптронные формирователи, обеспечивающие гальваническую развязку от крейта VME. Младшие 24 разряда непосредственно поступают на регистр ввода. Сигналы старшего байта проходят аналоговый фильтр и поступают на регистр ввода и, кроме этого, на компаратор условий эксперимента. Аналоговый фильтр выполнен на микросхемах КМОП-логики и позволяет путем подключения конденсатора выбрать нужную постоянную интегрирования до нескольких секунд для каждого из восьми сигналов. Этим достигается подавление импульсных помех и коротких несущественных изменений условий эксперимента, которые не должны вызвать реакции системы. Регистр ввода в нормальном режиме работы прозрачен и дает процессору возможность за два цикла чтения получить информацию от всех 32 входных линий.

Статусное слово содержит 10 бит. Младший байт записывается

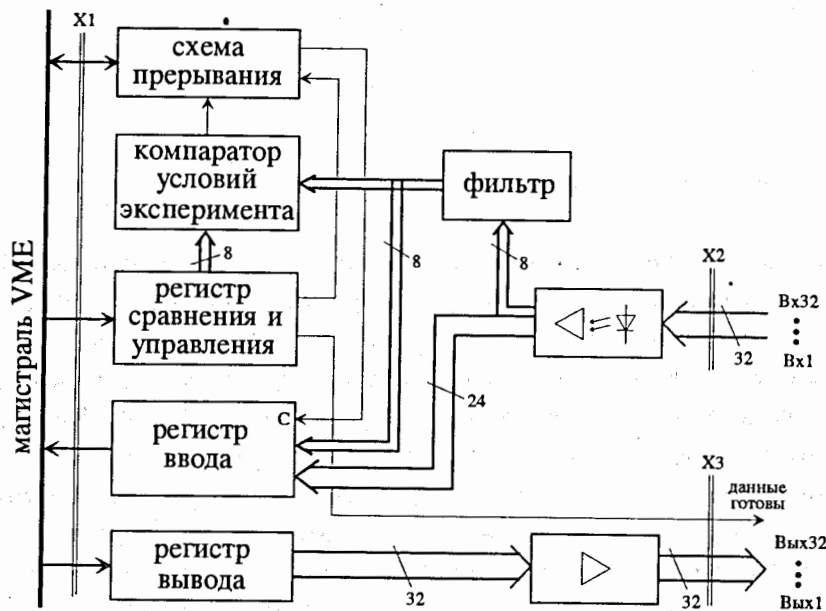


Рис. 6. Функциональная схема регистра ввода/вывода.

процессором в регистр сравнения, бит 9 выдается на разъем X3 и сообщает о готовности выходной информации, т.е. разрешает прием полного 32-разрядного слова. Бит 10 разрешает/запрещает выдачу блоком запроса на прерывание.

Слежение за условиями эксперимента происходит следующим образом: процессор записывает байт необходимых условий в регистр сравнения и разрешает прерывания после того, как эти условия установились на входных линиях ВХ25...ВХ32. Если происходит изменение хотя бы одного входного сигнала условий эксперимента, то компаратор условий вызывает запрос на прерывание, который выставляется на шину VME. Кроме этого, защелкивается регистр ввода, что позволяет процессору прочесть состояние каналов на входных линиях в этот момент времени и определить источник нарушения условий эксперимента.

В спектрометре НСВР предполагается использовать данный регистр ввода/вывода для контроля за состоянием шибера, перекрывающего нейтронный пучок, за состоянием фазировки прерывателя пучка и для переключения области накопления спектров в МИП.

6. Программное обеспечение

Новый вариант программных средств управления спектрометром по сравнению с действующим предполагает наличие следующих дополнительных функциональных возможностей:

- современного многооконного интерфейса с пользователем;
- визуализации спектров в процессе накопления;
- дистанционного управления экспериментом через локальную сеть (при сохранении возможности непосредственного управления из экспериментального зала).

При разработке программного обеспечения спектрометра под операционной системой OS9 необходимо было решить следующие проблемы:

1. Выбор наиболее удобных средств OS9 из числа штатных, прежде всего, для организации программного доступа к электронным блокам. OS9 как многопроцессная операционная система реального времени располагает большим спектром возможностей, но именно в силу этого (к тому же в условиях действия защиты памяти) реальный доступ к устройствам или вмешательство в систему обработки прерываний существенно более сложны, чем, например, в PC-DOS;

2. Выбор средств организации современного многооконного интерфейса с пользователем; наиболее реальным претендентом здесь является Система X, хотя даже в этих рамках вопросов остается еще много, например, целесообразность использования коммерческих пакетов типа OPEN LOOK или OSF Motif и т.д.;

3. Выбор или разработка конкретных средств дистанционного управления спектрометром через локальную сеть; решение этой группы вопросов усугубляется перегрузкой сети, которая на практике уже проявляется достаточно часто.

Основные "технологические" проблемы, связанные с особенностями программирования в OS9, в основном решены. Выбран и опробован способ позволяющий быстро включать новые устройства, в том числе управляемые посредством прерываний, в состав системы.

Продолжается исследование возможностей и реальных характеристик Системы X. Проблемы, связанные с дистанционным управлением, пока не рассматривались.

Программа, на которой проводилось испытание накопительной системы спектрометра, была составлена на основе набора виджетов Athena с непосредственным использованием библиотеки Xlib для визуализации спектра. На рис.7 представлен времяпролетный спектр гематита,

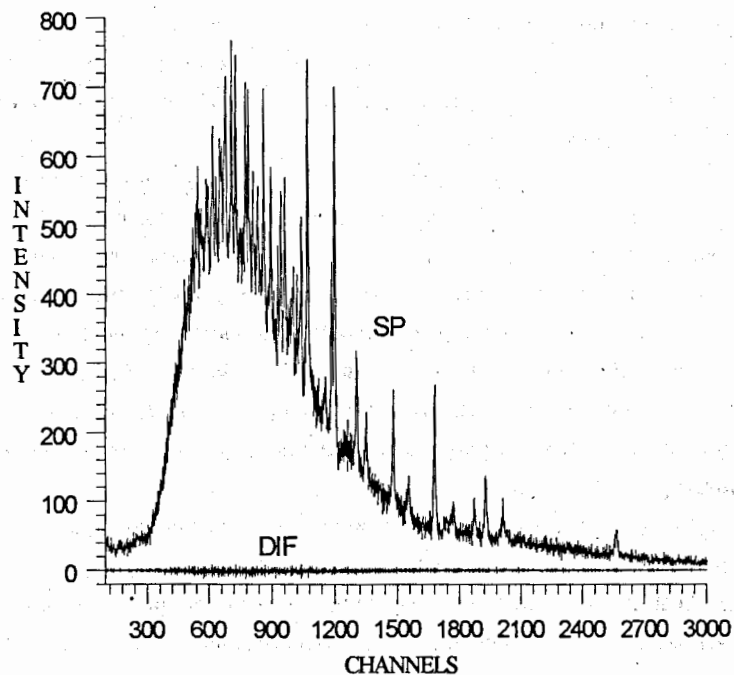


Рис. 7. Времяпролетный спектр гематита (SP) и разностный спектр (DIF), полученные во время проверки системы.

измеренный за два часа накопительной системы в стандарте VME. Для сравнения также приведен разностный спектр, полученный вычитанием спектра того же детектора, накопленного в тот же самый промежуток времени на действующей аппаратуре /4/. Вполне удовлетворительным является тот факт, что в любом временном канале разность по модулю на порядок меньше статистической погрешности числа регистрируемых импульсов. Она обусловлена неопределенностью, возникшей при подсчете детекторного импульса, пришедшего в момент переключения от канала N к каналу N+1.

Программное обеспечение для представленной системы накопления, управления и контроля спектрометра НСВР, включающее все функциональные возможности описанных блоков в стандарте VME, находится в стадии разработки.

Заключение

Разработана система накопления, управления и контроля спектрометра в стандарте VME со следующими характеристиками:

- накопитель времяпролетных спектров от 32 детекторов в 16384 временных каналах;
- управление многоосным текстурным гониометром;
- аппаратное слежение за всеми условиями эксперимента;
- возможность высококачественной визуализации спектров в процессе накопления;
- связь по локальной сети для удаленного управления ходом эксперимента и передачи данных.

Система может быть легко расширена по числу детекторов и каналов управления шаговыми двигателями путем добавления соответствующих блоков. Кроме этого, универсальность и гибкость стандарта VME позволяет наращивать систему другими электронными блоками, не описанными в данной работе. Система успешно прошла испытание на спектрометре НСВР. Она или отдельные ее блоки могут быть использованы на других установках ИБР-2 ОИЯИ.

Литература.

1. USER GUIDE Neutron experimental facilities at JINR, DUBNA, 1992, 17-18.
2. Kurt Helming, Winfried Voitus and Kurt Walther: Physica B 180 & 181 (1992), 1025-1028.
3. Вальтер К. и др.: Изв. АН СССР, Физика Земли, 1993г., №6, с. 37-44.
4. Вагов В.А. и др.: Сообщение ОИЯИ, 13-92-122, Дубна, 1992г.
5. Comp Control international. System Hardware Support Manual Version 1.0, March 1992.
6. Резаев В.Е.: Спектрометрическое накопительное запоминающее устройство в стандарте VME. Сообщение ОИЯИ, Дубна, 1994г. (готовится к печати).
7. Резаев В.Е., Сиротин А.П. & Тишин А.В.: Интерфейс связи VME-КК009. Сообщение ОИЯИ, Дубна, 1994г. (готовится к печати).
8. Вагов В.А. и др.: В кн.: "12 международный симпозиум по ядерной электронике. Дубна, 2-6 июля 1985г." Сообщение ОИЯИ, Д13-85-793, Дубна, 1985г., с. 237-239.
9. Браньковски Е. и др.: Сообщение ОИЯИ, 13-92-120, Дубна, 1992г.
10. Вагов В.А. и др.: Сообщение ОИЯИ, P10-80-826, Дубна, 1980г.
11. Останевич Ю.М.: Сообщение ОИЯИ, P13-85-310, Дубна, 1985г.
12. Вагов В.А., Сиротин А.П.: Сообщение ОИЯИ, 13-87-316, Дубна, 1987.
13. Барабаш И.П. и др.: Сообщение ОИЯИ, 13-89-818, Дубна, 1988г.
14. Вагов В.А. и др.: Сообщение ОИЯИ, P10-85-635, Дубна, 1985г.
15. Богдзель А.А. и др.: Сообщение ОИЯИ, 13-92-121, Дубна, 1992г.

Авторы выражают свою благодарность В.Е. Новожилову, А.С. Виноградову и А.В. Тишину за помощь и полезные консультации по теме данной работы.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 марта 1994 года.