

008603207

ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АН УССР

Препринт КИЯИ—83—18

**НАКОПЛЕНИЕ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ
В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ С
БУФЕРНЫМИ ЗУ**

КИЕВ—1983

И.Д.Дыченко, С.Б.Кумшаев, Г.Б.Любанский,
Р.Г.Офенгенден, П.Н.Светличный

**НАКОПЛЕНИЕ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ
С БУФЕРНЫМИ ЗУ**

Описывается структура и функционирование системы для сбора и накопления многомерных ядерно-физических данных с буферными запоминающими устройствами между ЭВМ и источниками входной информации, выполненными в стандарте КАМАК. Описано программное обеспечение, приводятся директивы управления.

Даются оценки быстродействия системы.

Structure and functioning of the multidimensional nuclear data acquisition system with buffer CAMAC memory are described. Software is described, control directives are given also. Evaluation of system speed is given.

**Multidimensional Data Acquisition in Automatization
System with Buffer Memory**

I.D.Dychenko, S.B.Kumshayev, G.B.Lyubansky,
R.G.Ofengenden, P.N.Svetlichny

АКАДЕМИЯ НАУК УССР

И.Д.Дыченко, С.В.Кушпаев, Г.В.Любанский,
Р.Г.Офенгенден, П.Н.Светличный

НАКОПЛЕНИЕ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ
В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ С БУФЕРНЫМИ ЗУ

Киев, Институт ядерных исследований, 1983 г.

Ключевые слова:

многомерный анализ, система сбора данных, система САМАС (КАМАК),
запоминающие устройства, алгоритмы, системы управления на линии
с ЭБМ, обработка данных;
multi-parameter analysis, data acquisition systems, samas systems,
memory devices, algorithms, on-line control systems, data proces-
sing.

ВВЕДЕНИЕ

Современные ядерно-физические эксперименты имеют ряд особенностей, которые существенно влияют на структуру и архитектуру систем, автоматизирующих эти эксперименты.

Изучение все более сложных физических явлений и процессов приводит к необходимости проводить многопараметрические исследования. При этом наряду с одновременной регистрацией цифровой информации по нескольким входам часто возникает потребность учитывать образования случайных ассоциаций параметров. Отдельные события такой входной статистической информации могут быть представлены в виде многомерных векторов, пространство определения которых имеет многие миллионы уровней квантования. Пространство постоянно расширяется с повышением точности измерений и с увеличением числа изучаемых в эксперименте корреляций.

Для сбора, накопления, визуального представления и оперативного анализа получаемых многомерных данных недостаточно емкости оперативных ЗУ ЭВМ. Появляется необходимость использовать внешние накопители и различные алгоритмы сжатия информации. Сложность и многофункциональность требуемого технического и программно-алгоритмического обеспечения, работа с массивами неупорядоченных статистических данных остро ставят вопросы контроля и рациональной организации всех процессов в системе.

Важное значение имеет статистический характер регистрируемой физической информации. При этом стремление к повышению эффективности использования дорогостоящих ядерных установок дик-

тует применение методик экспериментирования, которые дают высокие интенсивности входящего информационного потока, и соответственно ставит серьезные требования к быстрдействию систем автоматизации. Одним способом повышения скорости регистрации данных является буферизация входных случайных событий. Если в качестве буферных накопителей используются блоки ЗУ, значительное увеличение допустимой интенсивности входного потока получается не только за счет временного разравнивания, но и благодаря передаче информации в ЭВМ массивами. Реализация буферного накопления может быть различной, однако должна учитывать как особенности ядерно-физических экспериментов, так и структурную, логическую и конструктивную организацию интерфейса к ЭВМ.

СТРУКТУРА ПОДСИСТЕМЫ

Проблемы, которые возникают при автоматизации, в настоящее время чаще всего решаются на основе применения малых ЭВМ и аппаратуры в стандарте КАМАК. В Институте ядерных исследований АН УССР создана подсистема, которая производит сбор основной измерительной и вспомогательной информации, осуществляет накопление многомерных спектрометрических данных как в нерассортированном виде в накопителях на магнитных лентах, так и в виде выделенных участков многомерных гистограмм в оперативном ЗУ ЭВМ, позволяет выполнять предварительный анализ получаемых массивов с помощью графического дисплея со световым пером /1/. Источники цифровой информации (аналого-цифровые преобразователи АЦП, кодировщики номеров измерительных трактов КИТ, счетчики Сч и т.д.) и их сопряжение с ЭВМ М-6000 выполнены в стандарте КАМАК.

Подсистема имеет буферные ЗУ между источниками информации и ЭВМ (рис. 1). ЗУ располагаются в ведущем крейте подсистемы и соединены с машиной через системный крейт-контроллер ККС /2/. Доступ к ЗУ возможен как по магистрали крейта, так и через внешний разъем, расположенный на передней панели модуля. ЗУ имеют схемы для организации согласованной работы двух модулей ЗУ с одним выходным регистром. Два блока ЗУ попеременно накапливают данные от источников информации и передают их в ЭВМ через магистраль крейта.

Источники цифровой многомерной информации вынесены в спе-

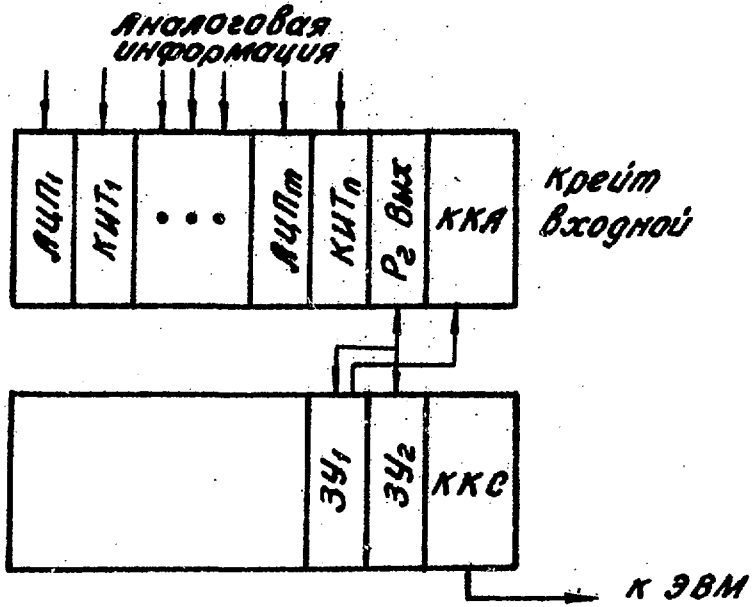


Рис.1. Структурная схема подсистемы

циальный входной крейт, который управляется автономным крейт-контроллером ККА и связан с основным крейтом через выходной регистр $R_{г\text{вых}}$. Такая структура входных цепей подсистемы, кроме увеличения быстродействия при регистрации статистической информации, позволяет также расширить функциональные возможности благодаря получению доступа к большому количеству модулей через один системный контроллер. Изменение при необходимости числа и наименований входных источников сопровождается простым изменением обслуживающей программы, записанной в ККА. Достоинством структуры является также отсутствие зависимости от конструктивных особенностей входных блоков, т.к. используются для управления их стандартные функции КАМАК.

При создании подсистемы решен ряд вопросов, связанных с эффективной организацией чтения многомерных входных событий, в которых могут образовываться случайные ассоциации параметров;

- устранением возможных искажений накапливаемых на магнитных лентах массивов путем введения средств для их корректировки;
- синхронизацией работы группы модулей входного крейта и двух буферных ЗУ и др.

Автономный контроллер входного крейта является специализированным процессором с фиксированной программой, главная задача которого состоит в формировании многомерных векторов входных случайных событий и передаче их в буферные ЗУ. Для реализации данной задачи контроллер выполняет следующие функции:

- производит начальную установку всех входных модулей перед измерениями;
- воспринимает запросы модулей и осуществляет их регистрацию;
- выполняет чтение информации из модулей;
- синхронизирует процесс чтения параметров входных событий с их записью в буферные ЗУ основного крейта через выходной регистр.

В наборе входных модулей выделяются ведущие для запуска программы съема данных (появление от них \mathcal{L} - запросов означает, что на вход поступило событие для регистрации). Свободное состояние $R_{г\text{вых}}$, при котором его можно загружать при помощи ККА, определяется операцией установки крейта в исходное состояние или операцией приема данных в БЗУ.

Установка входного крейта в исходное состояние перед измерениями осуществляется автоматически через ведущий крейт. Во вре-

мя выполнения программы исключено появление запросов ведущих модулей, так как первая команда программы устанавливает в ирегистре сигнал \mathcal{J} , а последняя команда снимает этот сигнал.

При разработке алгоритма неизбежно возникает вопрос об идентификации кодов многомерных событий, т.е. определении принадлежности любого кода накопленного массива соответствующему преобразователю, что необходимо для сортировки массива данных. Наиболее простой способ идентификации состоит в сквозном последовательном счете кодов массива. Однако его нельзя считать достаточно надежным, поскольку случайная ошибка при регистрации или обработке приводит к искажению результатов измерений. С целью повышения надежности сортировки был предложен и реализован следующий метод идентификации. При чтении первого кода многомерного события ККА коммутирует на неиспользуемые шины чтения магистрали \mathcal{L} - сигналы всех выделенных модулей. Таким образом каждое многомерное событие маркируется "картинкой" \mathcal{L} - сигналов, что позволяет контролировать в дальнейшем процесс сортировки массива данных.

Регистрация \mathcal{L} - сигналов дает также возможность ускорить накопление информации или более эффективно организовать процесс сортировки благодаря исключению операций с теми параметрами многомерного события, которые не сопровождаются сигналами \mathcal{L} и не входят в представляющие интерес ассоциации параметров.

БУФЕРНЫЕ ЗУ

В описываемой подсистеме используются разработанные в ИНИ АН УССР блоки ЗУ емкостью 4К 18-разрядных слов. Доступ к ЗУ возможен как с магистрали КАМАК, так и с передней панели через соответствующий разъем. Вид доступа устанавливается программно.

Обращение к ячейке ЗУ через магистраль КАМАК выполняется подачей двух команд: первой командой записывается адрес ячейки, к которой предполагается это обращение, второй командой считывается или записывается информация. Состояние адресного регистра увеличивается на единицу при каждом обращении, так что для чтения/записи массивов первая команда выполняется один раз в начале массива.

Обращение к ЗУ через переднюю панель осуществляется по принципу "запрос-ответ". Запрос должен сопровождаться указанием о выполняемой операции (чтение/запись) и способе использования адресного регистра (адрес произвольной ячейки можно выставлять вместе с запросом или использовать текущее состояние адресного регистра).

Структурная схема ЗУ показана на рис. 2. Накопитель содержит ИВ микросхем с динамическим хранением информации К565РУ1А. Для связи накопителя с магистралью КАМАК имеются буферные регистры: входной, выходной и адресный. Направление обмена информацией (через магистраль КАМАК или переднюю панель) определяется состоянием триггера режима, который управляет входным и адресным мультиплексерами. Схемы управления ЗУ содержат дешифраторы функций и адресов, генераторы циклов чтения и записи, формирователи сигналов управления накопителем.

Регенерация ЗУ производится построчно через 30 мкс и занимает максимум 2% его рабочего времени. Схема регенерации содержит тактовый генератор, счетчик строк, коммутатор шести младших разрядов адреса и схему очередности, которая устраняет наложения циклов работы и регенерации (очередной цикл задерживается до окончания предыдущего).

Операции записи и чтения ЗУ по магистрали выполняются следующим образом. Вначале подается команда записи адреса, который записывается в адресный регистр стробом $\mathcal{S}I$. Одновременно запускается генератор цикла чтения, и из накопителя в выходной регистр считывается содержимое ячейки с данным адресом. Если следующей командой оказывается команда чтения, то данные из выходного регистра поступают на магистраль, содержимое адресного регистра увеличивается на единицу, вновь запускается генератор цикла чтения и к приходу следующей команды чтения в выходной регистр считывается содержимое следующей ячейки ЗУ. В случае подачи команды записи данные записываются во входной регистр стробом $\mathcal{S}I$, далее запускается генератор цикла записи, данные переписываются в накопитель, содержимое адресного регистра увеличивается на единицу.

В промежутках между циклами регенерации возможно обращение с частотой 1 МГц. Включившиеся циклы регенерации могут привести к невыполнению отдельных команд. Для устранения возможных при этом пропусков, а также для организации блочной передачи

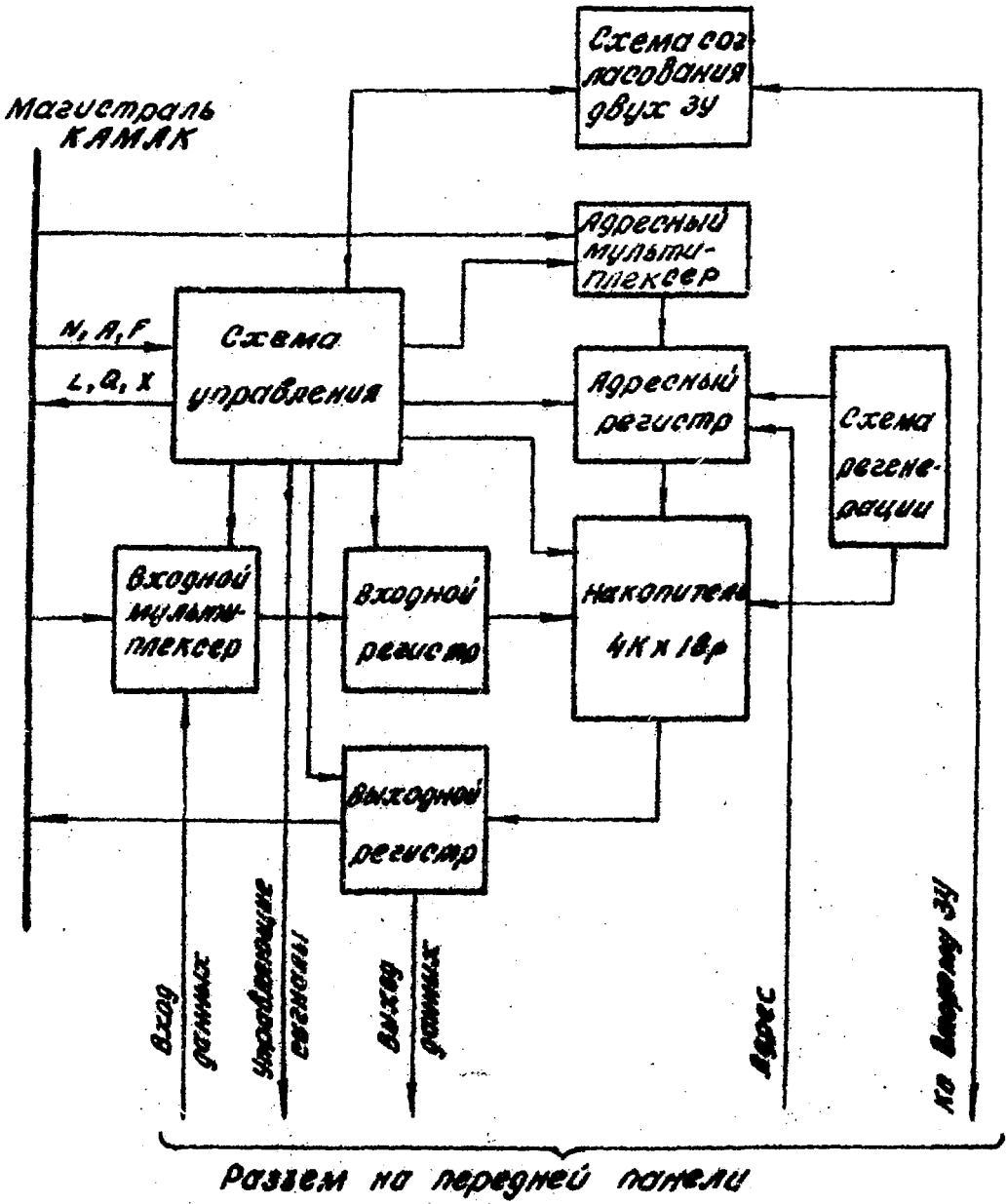


Рис.2. Структурная схема ЗУ

данных предусмотрена возможность работы в режимах повторения и *BQL*.

Схема согласования работы двух ЗУ служит для управления поочередным приемом данных двумя ЗУ по передней панели от одного устройства.

В блоке ЗУ выполняются следующие команды:

NF(0)A(0) - чтение содержимого адресного регистра;

NF(16)A(0) - запись адреса;

NF(0)A(1) - чтение содержимого ячейки ЗУ, наращивание адреса на 1;

NF(16)A(1) - запись информации в ЗУ, наращивание адреса на 1;

NF(9)A(0) - сброс регистра адреса;

NF(26)A(1) - установка режима работы через переднюю панель;

NF(24)A(1) - установка режима работы через магистраль КАМАК;

NF(24)A(0) - запрет запроса;

NF(26)A(0) - разрешение запроса;

NF(16)A(0) - проверка запроса;

NF(10)A(0) - сброс запроса;

Z, C - сброс регистров, запрет запроса, сброс запроса, установка режима работы через магистраль КАМАК.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

Подсистема с буферными ЗУ используется в настоящее время в системе сбора и обработки ядерно-физических данных на базе ЭВМ М-6000. В нее входит процессор ЭВМ с ОЗУ емкостью 32К слов и каналом прямого доступа в память (КПДП), накопитель на магнитной ленте (НМЛ) ЕС-5012М емкостью 29 Мбайт, графический дисплей со световым пером, мозаичное алфавитно-цифровое печатающее устройство DZ M-180, алфавитно-цифровой дисплей VT-340, перфоленточные ввод (FS-1501) и вывод (П-150), дополнительная аппаратура в стандарте КАМАК.

Программное обеспечение системы предоставляет пользователю следующие возможности:

- сбор данных и накопление многомерных распределений в диапазоне до 16К каналов в оперативной памяти ЭВМ (измерение распределений в реальном времени эксперимента);

- сбор многомерных данных и их запись без предварительной сортировки на магнитную ленту с одновременным получением контрольных спектров (сечений многомерных распределений) в ОЗУ ЭВМ;

- предварительную обработку экспериментальных данных с помощью дисплея со световым пером;
- отбор и сортировку информации, читаемой с магнитной ленты (получение распределений не в реальном времени эксперимента);
- распечатку полученных распределений в виде матриц целых чисел на ДЗМ-180;
- распечатку на ДЗМ-180 одномерных распределений в виде графиков с десятичной шкалой.

Измерения с помощью системы делятся на несколько этапов:

- настройка программ,
- собственно измерения (накопление информации),
- операции по завершению отдельных фаз измерений,
- вывод результатов.

Инициация операций осуществляется в диалоговом режиме через УТ-340.

Функционирование системы отражает схема, показанная на рис. 3. На ней сплошными линиями изображены информационные потоки измерительных данных (как отдельных кодов, так и сформированных массивов), а пунктирными линиями - направления управляющих воздействий.

Настройка программ (стрелки "Н" на схеме) заключается во введении параметров для сбора, накопления, сортировки входных данных, для наблюдения контрольных спектров, привязки программ (драйвера КАМАК) к конкретным номерам блоков в крейте.

При запуске измерений производится установка магнитной ленты по заданному номеру файла; формирование и запись заголовка файла; вывод на печать номера экспозиции, даты и времени начала измерений; выполнение подпрограммы запуска крейтов КАМАК, во время которой осуществляются подготовительные операции по начальной установке блоков, разблокировке входов используемых устройств, открыванию масок соответствующих входов ЭВМ и др.

В исходном состоянии все аналого-цифровые преобразователи, кодировщики измерительных трактов и автономный крейт-контроллер входного крейта оказываются готовыми к приему аналоговых сигналов. Оба БЗУ основного системного крейта при этом отключаются от магистрали крейта и включаются на прием информации. Один из них готов к немедленному приему кодов от выходного регистра входного крейта.

После преобразования сигналов, представляющих регистрируемое многомерное событие, участвующие в измерениях блоки АЦП и КИП передают свои \mathcal{L} -запросы в контроллер ККА, который, выделив из их совокупности запрос ведущего блока (\mathcal{L}_0), осуществляет очередную передачу кодов в БЗУ. В качестве \mathcal{L}_0 может использоваться сигнал \mathcal{L} какого-либо выделенного блока, или сигналы, привязанные к моменту окончания преобразования, либо к максимально возможному времени преобразования, либо к максимальному текущему (в данном входном событии). Перед началом чтения группы кодов ККА формирует запрет \mathcal{J} в крейте, а после окончания чтения снимает его. Цикл чтения кодов растягивается в тех случаях, если БЗУ по какой-либо причине не готовы к приему кодов.

Как указывалось при описании БЗУ, каждый из блоков может находиться в одном из двух возможных состояний: подключен к источнику входной информации, но отключен от магистрали крейта (состояние ввода данных) и отключен от источника информации, но подключен к магистрали (состояние вывода данных). Эти состояния на рис. 3 схематично изображены в виде двух взаимосвязанных переключателей на входе и выходе блока БЗУ. Перевод блоков из одного состояния в другое выполняет ЭВМ. При этом установка БЗУ в состояние ввода осуществляется во время пуска измерений и после окончания вывода из него накопленного массива данных. В состоянии вывода блоки оказываются по программе ЭВМ, инициированной их \mathcal{L} -запросами (\mathcal{L}_1 и \mathcal{L}_2 соответственно), после заполнения массивом входных данных, а также при поступлении директивы от оператора системы на останов измерений. Одновременно с генерацией сигнала \mathcal{L} принимавший информацию блок выполняет переключение входного потока на другое БЗУ.

В исходном состоянии обслуживающая эксперимент программа находится в режиме диалога в ожидании прерываний. Прерывания разрешены от блоков БЗУ, КИЦП (два его подканала работают с НМД и графическим дисплеем) и алфавитно-цифрового дисплея.

Во время измерений поочередные запросы двух блоков БЗУ обслуживаются набором подпрограмм, которые выполняют вывод массивов входных данных из БЗУ и запись их в одну общую буферную зону ОБУ, контроль получаемых многомерных данных, отбор событий по некоторым критериям, отбор параметров многомерных событий для построения контрольных спектров и собственно сортировка в диапазоне до 16К каналов, запись на НМД первичных нерассорти-

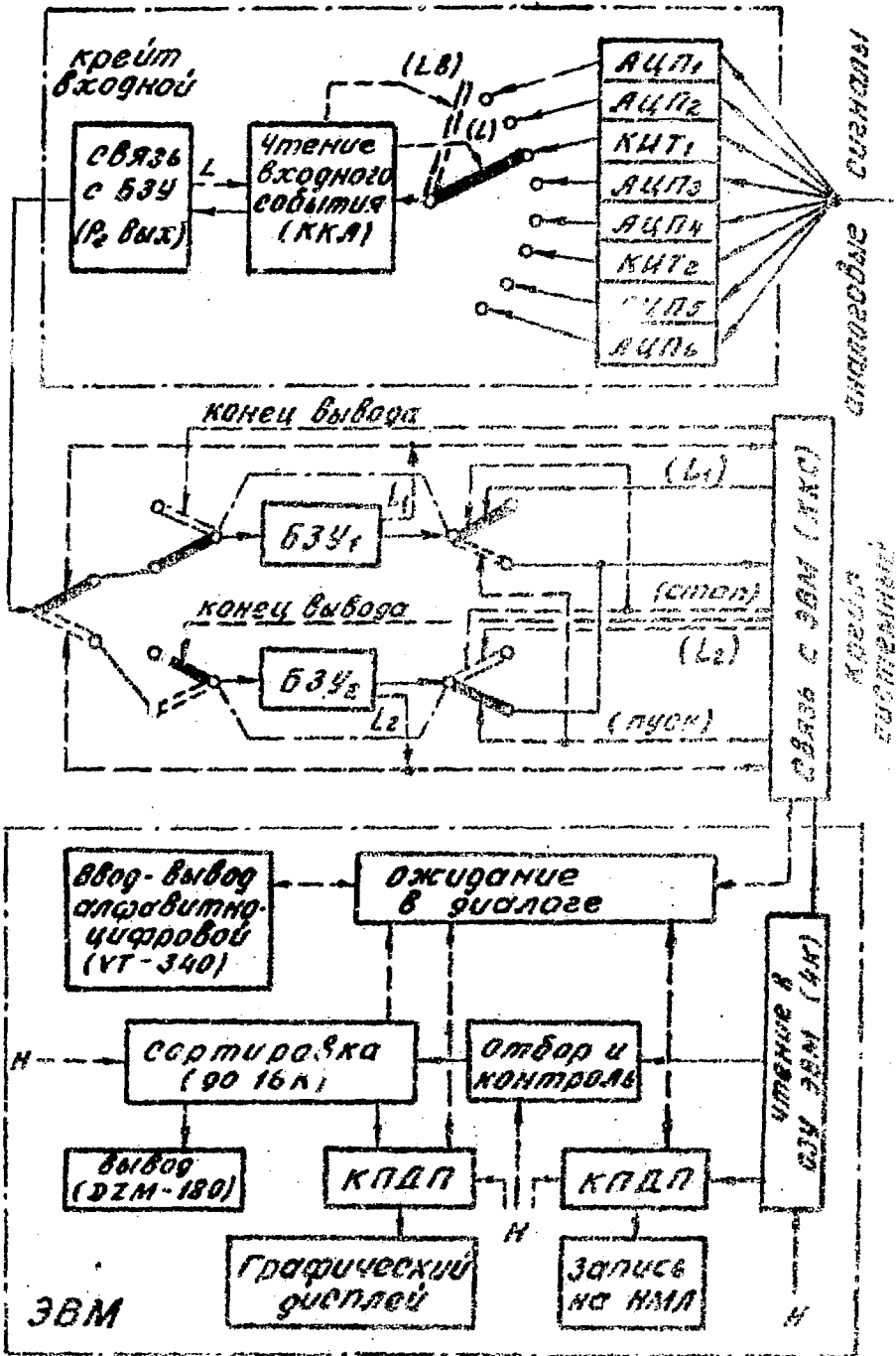


Рис. 3. Функциональная схема системы

рованных данных, визуальное представление контрольных спектров. Максимальное число параметров в кодовом представлении входного события равно восьми. Контрольные спектры могут быть одно-, дву- и трехмерные. В качестве третьего параметра при этом используется, как правило, код номера измерительного тракта. Следует отметить, что контрольные спектры часто используются для получения в эксперименте основной измерительной информации, а в тех случаях, когда запись на магнитную ленту не включается, они являются ее единственным источником.

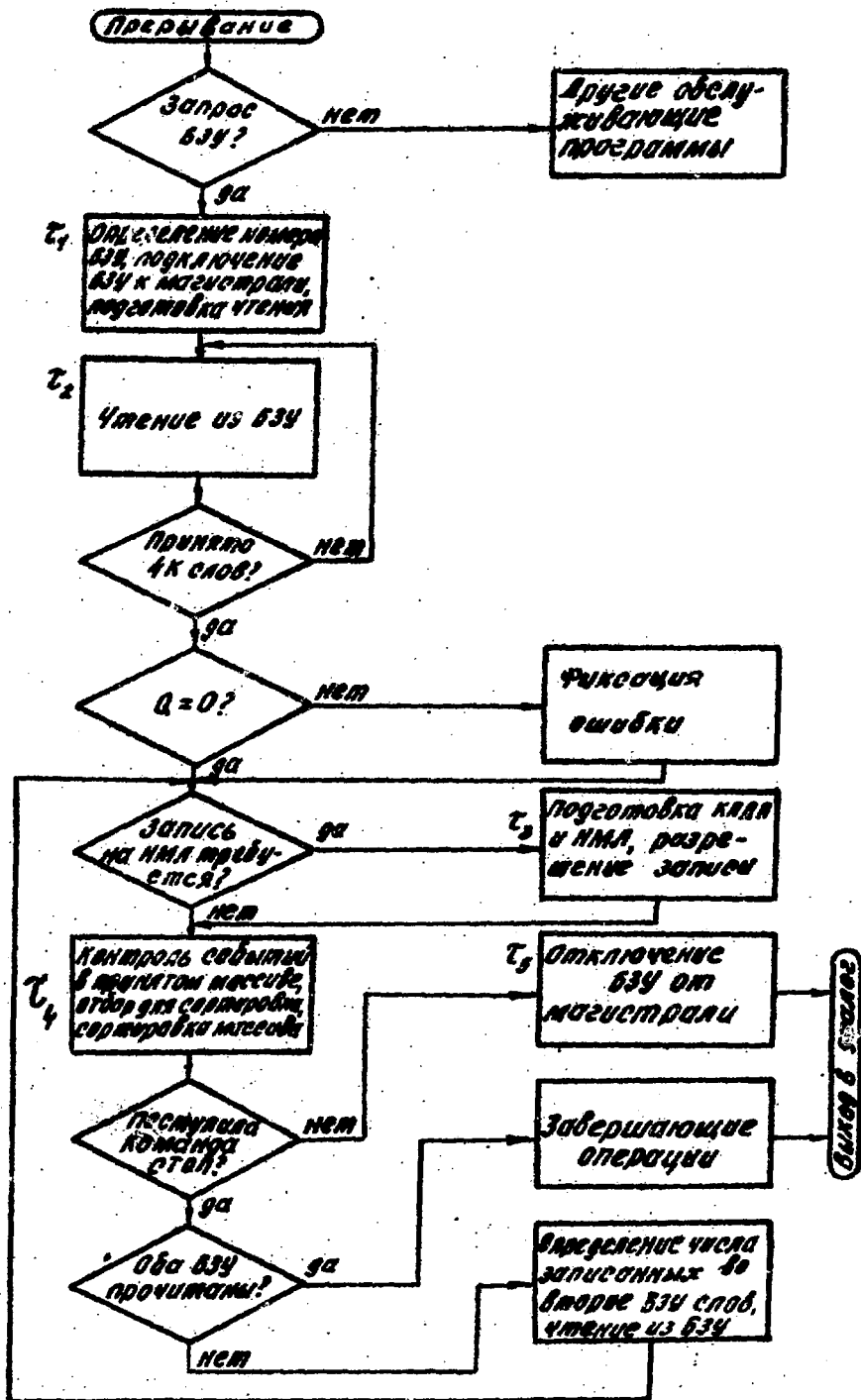
Более подробно процесс регистрации данных иллюстрируется алгоритмом, изображенным на рис. 4.

В системе предусмотрено два вида контроля правильности принимаемой информации: контроль событий и контроль массивов. Первый вид контроля – проверка соответствия каждого многопараметрического события сопутствующей ему картине L – сигналов – позволяет обнаружить искаженные события и исключить их из сортировки. Контроль массивов – проверка правильности прохождения массива данных через БЗУ – основан на анализе сигналов Q , принимаемых от БЗУ. Он позволяет регистрировать сбои и отказы в системе двух крейтов.

В алгоритме регистрации отсутствует проверка окончания записи на НМД массива кодов, прочитанного из блока БЗУ. Это связано с тем, что реальное значение времени чтения и обработки процессором ЭВМ многомерного массива превышает длительность его записи на НМД (с учетом разгона и торможения ленты).

Основной целью обработки получаемых из БЗУ массивов является построение контрольных спектров. Для этого выполняются следующие операции:

- формирование из массива кодов, принятых из БЗУ, множества P – мерных векторов-событий;
- проверка каждого события;
- выделение из совокупности параметров каждого события одного, двух или трех параметров, заданных при настройке программ, которые будут использованы для построения контрольных спектров в реальном времени эксперимента;
- масштабирование выделенных параметров;
- формирование из выделенных параметров контрольного вектора-события;
- сортировка событий по контрольным векторам.



4. Блок-схема алгоритма регистрации информации

При завершении отдельных фаз измерений (экспозиций) выполняются следующие операции:

- подключение обоих БЗУ к магистрали,
- запрещение прерываний от крейта,
- запись на магнитную ленту маркера конца файла (после окончания записи информации),
- увеличение номера текущего файла на единицу,
- чтение и печать состояний вспомогательного экспериментального оборудования (счетчиков, регистров и т.д.),
- вывод на печать контрольного бланка экспозиции (время измерений, общее число зарегистрированных событий, средняя интенсивность потока данных).

ДИРЕКТИВЫ УПРАВЛЕНИЯ

Директивы, используемые для управления измерениями в системе с буферными ЗУ, состоят из двух видов: директивы подготовки, включения и выключения оборудования и директивы настройки подпрограмм сортировки.

Первая группа содержит директивы *OPEN* (для выполнения операций по запуску измерений) и *STOP* (для прекращения накопления информации). Директива *STOP* дополнительными параметрами не сопровождается, а *OPEN* имеет следующую структуру:

OPEN , \langle порядковый номер файла на НМЛ для данных \rangle , \langle имя файла \rangle
 $\langle X, Y: \rangle$ \langle номер места БЗУ₁ в крейте \rangle , \langle номер места БЗУ₂ в крейте \rangle .

В группу директив для настройки подпрограмм сортировки входят:

P, $\langle NP \rangle$,

где *NP* - количество параметров в многомерном событии;

DO, $\langle X \rangle$, $\langle NX \rangle$, $\langle Y \rangle$, $\langle NY \rangle$,

где *X*, *Y* - порядковые номера параметров в событии, которые используются в качестве осей абсцисс и ординат при построении двумерного контрольного спектра,

NX, *NY* - число уровней квантования по соответствующим осям;

ON, $\langle Z1 \rangle$, $\langle A1 \rangle$, $\langle A2 \rangle$, ..., $\langle A8 \rangle$,

где *Z1* - порядковый номер параметра в событии, соответствующего первому кодировщику измерительных трактов,

A1, *A2*, ..., *A8* - начальные адреса зон ОЗУ для построения спектров по восьми трактам;

$DN, \langle Z2 \rangle,$

где $Z2$ - порядковый номер параметра в событии, соответствующего второму кодировщику измерительных трактов.

Для очистки памяти используется директива
 $CL, \langle \text{начальный адрес зоны} \rangle, \langle \text{длина зоны} \rangle.$

ОЦЕНКА БЫСТРОДЕЙСТВИЯ

Скорость регистрации многопараметрических данных в рассмотренной системе определяется характеристиками используемых технических и программных средств.

Мертвое время $T_{сб}$ входного крейта складывается из трех основных составляющих: время преобразования $T_{пр}$, длительности чтения и передачи в БЗУ всех параметров события и времени выполнения вспомогательных операций - включение в начале чтения и выключение в конце его сигнала запрета в крейте.

Учитывая, что чтение с передачей в БЗУ одного параметра входного события и включение - выключение сигнала запрета занимают по два КАМАК-цикла, а также предполагая, что работа входных преобразователей и автономного крейт-контроллера не совмещаются во времени, можно записать:

$$T_{сб} = T_{пр} + 2T_{ц} \cdot (p + 1),$$

где $T_{ц}$ - длительность КАМАК-цикла, p - количество параметров в многомерном событии.

При случайном входном потоке многомерных событий средняя скорость заполнения БЗУ кодами параметров составит

$$\frac{I}{T_3} = \frac{V \cdot P}{I + V \cdot T_{сб}} = \frac{Kp}{T_{сб}(I + K)},$$

где V - средняя интенсивность входного потока, $K = VT_{сб}$,
 T_3 - средний период заполнения БЗУ.

Данное выражение справедливо во время записи в БЗУ, и может быть справедливым в течение всех измерений, если время переключения потока из одного блока БЗУ на другой незначительно, а программа ЭВМ обеспечивает своевременное освобождение заполненного блока.

Основные составляющие времени обслуживания запроса одного блока БЗУ изображены на рис. 4:

$$T_{oc} = (\tau_1 + \tau_3 + \tau_5) + \tau_2 + \tau_4 = \tau_{подг.} + \tau_{чтен.} + \tau_{сорт.}$$

Запись на НМЛ производится КППП параллельно с работой процессора ЭВМ. Это замедляет работу процессора М-6000 примерно на 8%.

Все составляющие T_{oc} , кроме τ_4 , постоянны и не зависят от количества параметров многомерного события. Время τ_4 непосредственно зависит от p , т.к. включает выполнение операций, перечисленных ранее. Для реализованной программы характерно следующее соотношение:

$$\tau_4 = \frac{\tau_{4I} \cdot E}{p} = \frac{I \tau_4}{p},$$

где τ_{4I} - суммарная длительность всех операций по обработке одного многомерного события,

$I \tau_4$ - общее время обработки массива из одного блока БЗУ при $p=I$,

E - емкость БЗУ в словах (в каждое слово записывается один параметр одного события).

Из равенства времени заполнения блока БЗУ входной информацией и времени его освобождения программой ЭВМ можно получить граничное значение параметра K , при котором будет достигнута максимальная скорость накопления данных:

$$K_{гр} = \frac{I}{\frac{T_{oc}}{T_{сб}} \cdot \frac{p}{E} - I}.$$

Это выражение отражает три возможные ситуации в системе с буферными ЗУ:

1) $T_{oc} / < \frac{E \cdot T_{сб}}{p}$ - применение БЗУ большой емкости неоправдано, достаточна группа буферных регистров (в количестве p штук);

2) $T_{oc} / = \frac{E \cdot T_{сб}}{p}$ - при таком соотношении характеристик системы невозможно переполнение БЗУ, независимо от величины входной интенсивности;

3) $\tau_{\text{ос}} / > \frac{E \cdot T_{\text{сб}}}{p}$ - типичная реальная ситуация.

Рассчитаем некоторые показатели для системы, в которой

$\tau_{\text{подг}} = 450 \cdot 10^{-6}$ с, $\tau_{\text{чтен}} = 101 \cdot 10^{-3}$ с, $I \tau_4 = 660 \cdot 10^{-3}$ с,
 $\tau_{\text{пр}} = 22 \cdot 10^{-6}$ с, $\tau_{\text{ц}} = 1 \cdot 10^{-6}$ с, $E = 4096$. Результаты представле-
ны в таблице:

Некоторые показатели системы в зависимости от
числа параметров события

p	$T_{\text{сб}},$ мкс	$T_{\text{ос}},$ мс	$K_{\text{гр}}$	$\Pi_{\text{гр}},$ %	$\nu_{\text{гр}},$ 10^3 I/c	$\nu_{\text{рег}}$ $\nu_{\text{гр}},$ 10^3 I/c
1	26	761,45	0,163	14	6,2	5,4
2	28	431,45	0,153	13,3	5,5	4,7
3	30	321,45	0,146	12,7	4,9	4,2
4	32	266,45	0,140	12,3	4,4	3,8
5	34	233,45	0,135	11,9	4	3,5
6	36	211,45	0,131	11,6	3,6	3,2
7	38	195,74	0,128	11,4	3,4	3
8	40	183,95	0,125	11,1	3,1	2,8

В таблице обозначены: $\Pi_{\text{гр}}$ - вероятность потерь входных собы-
тий, $\nu_{\text{гр}}$ - средняя входная интенсивность, $\nu_{\text{рег}}$ - средняя интен-
сивность регистрации, при $K = K_{\text{гр}}$.

Таким образом, работа системы с входными интенсивностями

$\nu < \nu_{\text{гр}}$ характеризуется вероятностью потерь $\Pi = \frac{K}{1+K}$ и
средней скоростью регистрации, равной $\frac{K}{T_{\text{сб}}(1+K)}$.

При $\nu > \nu_{\text{гр}}$ скорость регистрации постоянна и равна $\nu_{\text{рег}}$, а
потери с ростом ν увеличиваются по закону

$$\Pi = 1 - \frac{E}{p T_{\text{ос}} \nu} = 1 - \frac{\nu_{\text{рег}}}{\nu}$$

Во время накопления информации с $p > 5$ время записи массива
на НМЛ будет превышать время его обработки рассматриваемой програм-

мой. В связи с этим возможна ситуация (при достаточно высокой входной интенсивности), когда к концу сортировки текущего массива готово второе БЗУ, и чтение из него информации в буферную зону ОЗУ будет выполняться одновременно с окончанием записи на НМЛ. Такое совмещение не будет приводить к нарушениям, т.к. общее время $T_{ос}$ при $p \leq 8$ превышает время записи на ленту.

В качестве рекомендации для пользователей можно отметить целесообразность работать с системой при $K_{гр}$, если нет других ограничивающих соображений, например, основанных на величине потери информации. Такой режим накопления данных является наиболее эффективным, т.к. обеспечивает максимально возможную скорость регистрации при минимальных потерях. Дальнейшее увеличение входной интенсивности не приводит к повышению быстродействия, однако ухудшает условия работы входных аналоговых цепей.

Список использованной литературы

1. Котляров В.Т., Любанский Г.В., Офенгенден Р.Г., Светличный П.Н., Шалейко М.А. Комплекс ЦВМ типа М-6000 с аппаратурой в стандарте КАМАК для накопления, контроля и анализа многомерной спектрометрической информации.- В кн.: II Всесоюзное совещание по автоматизации научных исследований в ядерной физике. Алма-Ата, Наука, 1978, с.89-90.
2. Дыченко И.Д., Любанский Г.В., Офенгенден Р.Г., Светличный П.Н., Кумшаев С.Б. Буферизация многомерных данных в системе автоматизации ядерно-физических экспериментов.- В кн.: Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ. Новосибирск, ИАЭ СО АН СССР, 1981, с.33-35.

РУКОПИСЬ ПОСТУПИЛА В ОНТИ ИЯИ

12.04.1983 г.

Иван Дмитриевич Дыченко,
Сергей Борисович Кумшаев, Генрих Брониславович Любанский
Рафаил Григорьевич Офенгенден,
Петр Николаевич Светличный

**НАКОПЛЕНИЕ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ
В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ С БУФЕРНЫМИ ЗУ**
(Препринт-КИЯИ-83-18)

Редакторы: Н.А.Солдатенко
Л.П.Малашкина

БФ 35836	Бумага офсетная	Усл.-печ.л. 1,2
Подписано к печати	23.06.83 г.	Уч.-изд.л. 0,7
Изд. КИЯИ-83-18	Печать офсетная	Тираж 180 экз.
Тип.заказ № 139	Формат бумаги 60x90/16	Цена 5 коп.

Институт ядерных исследований АН УССР, ОНТИ
252650, ГСП, Киев-28, проспект Науки, 119

СКТБ с ЭП Института ядерных исследований АН УССР
252650, ГСП, Киев-28, проспект Науки, 119
