

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



Ц8408

B-358

20/2-74

1 - 7798

1983/2-74

Л.С.Вертоградов, Р.Ляйсте, Ю.П.Мерекон, Д.Позе,
Б.А.Хоменко

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА
ПО ПОИСКУ НОВЫХ ТЯЖЕЛЫХ ЧАСТИЦ
И АНТИЯДЕР

1974

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1 - 7798

Л.С.Вертоградов, Р.Ляйсте, Ю.П.Мерекон, Д.Позе,
Б.А.Хоменко

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА
ПО ПОИСКУ НОВЫХ ТЯЖЕЛЫХ ЧАСТИЦ
И АНТИЯДЕР

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

I. ВВЕДЕНИЕ

Возрастающая сложность экспериментальной аппаратуры делает применение электронно-вычислительных машин в ходе эксперимента насущной необходимостью.

Использование ЭВМ обеспечивает возможности многомерной регистрации и анализа событий, непрерывного контроля за работой аппаратуры, представления регистрируемых данных в удобном для экспериментатора виде и получения результатов эксперимента в реальном времени. От математического обеспечения эксперимента зависит, насколько полно и гибко реализуются эти возможности.

Описываемая система программ была создана для работы в режиме „on-line“ при проведении эксперимента по поиску новых тяжелых частиц и антиядер на протонном синхротроне ИФВЭ (Серпухов) /1,2/. Аппаратура сопряжения экспериментальной установки с ЭВМ /3/ и структура комплекса программ разрабатывались таким образом, чтобы обеспечить возможность быстрой адаптации системы при изменении условий эксперимента, прием данных и их обработку в реальном масштабе времени, а также обратную связь ЭВМ с экспериментом.

II. АППАРАТУРА И ЭВМ

Экспериментальная установка /4/ размещалась на магнито-оптическом канале 4В протонного синхротрона ИФВЭ (Серпухов)

и состояла из телескопа сцинтилляционных счетчиков, газовых пороговых черенковских счетчиков, многоканального и дифференциального черенковских счетчиков. По сигналу запуска системы регистрации "события", вырабатываемому электронной логикой, измерялась амплитудно-временная информация от детекторов, которая после преобразования в цифровой код амплитудно-цифровыми преобразователями (АЦП) передавалась в ЭВМ. Всего измерялось до 56 параметров события и регистрировалось до 40 логических признаков.

После окончания импульса интенсивности считывались показания 30 пересчетных схем и цифрового вольтметра. На пересчетных схемах регистрировались скорости счета совпадений и анти-совпадений для различных комбинаций детекторов. Цифровой вольтметр измерял напряжение на счетчиках и в основных точках электронной логики. В ЭВМ передавался также массив вспомогательной информации - контрольные коды для проверки линии связи, дата, время, условия измерений.

В эксперименте использовалась ЭВМ среднего класса БЭСМ-3М, модернизированная для работы в режиме "on-line" ^{15/}. ЭВМ имеет трехадресную систему команд с широким набором операций, включая действия над числами с плавающей запятой. Длина машинного слова - 45 разрядов, цикл памяти - 10 мксек. Внешняя память ЭВМ включает четыре магнитных барабана (МБ) емкостью 16К слов каждый, четыре стандартных накопителя на магнитной ленте (НМЛ) и магнитофон CDC 608.

Обмен информацией с устройствами, не входящими в комплект ЭВМ, организован через канал связи, разработанный в ЛВТА ОИЯИ ^{16/}. Кроме 47 линий передачи данных, канал связи имеет семь линий управляющих сигналов, которые использовались для организации программного управления работой экспериментальной аппаратуры. ЭВМ может реагировать на изменение внешней ситуации по сигналам прерывания ^{17/}. Канал имел четыре линии прерывания, по одной из которых сигнализировалось о занятости алфавитно-цифрового печатающего устройства, а остальные могли быть использованы для передачи запросов на обслуживание от экспериментальной аппаратуры.

В устройстве сопряжения экспериментальная информация упаковывалась в 45-разрядные слова, снабженные аппаратно заданными метками, и параллельным кодом передавалась в ЭВМ. В одном машинном слове, в частности, помещалась информация от четырех АЦП. Полное количество информации, передаваемое в ЭВМ за цикл ускорения во время набора статистики, составляло в среднем 200 слов (10 событий по 16 слов + 30 слов мониторинговой информации + 1 слово цифрового вольтметра + 8 слов служебной информации).

Для написания программ использовался ассемблер системы математического обеспечения БЭСМ-4, разработанной в ЛВТА ОИЯИ В.А.Загинайко ^{18/}. Система транслирует исходный текст подпрограмм в перемещаемые стандартные массивы, из которых загрузчик системы составляет и настраивает по месту в памяти рабочую программу. На уровне загрузки имеется возможность сегментации

программы на разделы (сегменты), в результате чего ее суммарная длина вместе с блоками информации может превышать объем оперативной памяти ЭВМ. Сегменты программы хранились на одном из магнитных барабанов.

Оперативная память БЭСМ-3М разделена на два куба, емкость 4096 кодов каждый. Однако в ЭВМ нет сквозной адресации оперативной памяти и переход от одного куба к другому осуществляется специальными командами переключения кубов. Поэтому для упрощения программирования один куб использовался только для хранения информации (экспериментальные данные, гистограммы), в то время как программа с необходимыми для ее работы константами располагалась в другом кубе.

Оперативное управление работой программы выполнялось с пульта ЭВМ с помощью четырех 45-разрядных тумблерных регистров пульта управления (ПУ). В частности, каждой подпрограмме обработки данных соответствовал свой тумблер для "отключения" подпрограммы из системы в случае необходимости. Имелся также режим работы, при котором программа управлялась из домика экспериментатора посредством переключателей в аппаратуре сопряжения.

Обратная связь с домиком экспериментатора могла осуществляться через систему индикации микрокоманд управления приемом, а также через дисплей многоканального анализатора АИ-4096 с помощью управляющих сигналов канала связи, которые генерировались программой ЭВМ /9/.

III. ОБЩАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ПРОГРАММ

Система программ состоит из следующих основных частей: организующая программа с диспетчером, подпрограмма приема экспериментальной информации, блок подпрограмм обработки I-го приоритета, блок подпрограмм обработки 2-го приоритета, подпрограммы ввода констант. Блок-схема системы приведена на рис. 1.

Работа комплекса программ организована следующим образом. После ввода констант или вызова введенных ранее констант с МБ и начальной установки всех рабочих флагов программы управление передается диспетчеру, организующему порядок исполнения программ в соответствии с приоритетом и наличием для них работы. В случае отсутствия работы вообще (например, в начальный момент) ЭВМ находится в цикле ожидания внутри диспетчера, откуда она может быть выведена сигналом прерывания, поступающим от экспериментальной аппаратуры. По сигналу прерывания управление передается в фиксированную ячейку, куда заранее записана команда запоминания состояния с передачей управления на подпрограмму приема данных от экспериментальной установки.

После окончания приема информации управление возвращается в диспетчер, который по флагу, сигнализирующему о наличии новой информации, включает в работу программы I-го приоритета. К ним относятся подпрограммы контроля передачи информации по

каналу связи, переписи принятой информации на магнитную ленту и подпрограммы контроля работы магнито-оптического канала и электронной логики по содержанию пересчетных схем и показаниям цифрового вольтметра. Работа подпрограммы первого приоритета идет с запретом прерывания, кроме специального режима "динамического останова", возникающего в конце набора заданного количества записей на магнитной ленте.

После выхода из блока программы 1-го приоритета управление снова передается в диспетчер, который при наличии массива данных, подлежащих обработке, направляет программу на выполнение подпрограмм 2-го приоритета. Подпрограммы 2-го приоритета работают с разрешением прерывания, возобновляя обработку с того места, где она была прервана приемом информации.

Программы 2-го приоритета работают в сущности независимо от программ 1-го приоритета. Например, когда программы 1-го приоритета находятся в динамическом останове, программы 2-го приоритета могут заканчивать обработку событий и печатать результаты. При этом выход из динамического останова возможен в любой заданный момент времени. С другой стороны, после окончания печати результатов программы 2-го приоритета, в свою очередь, попадают в динамический останов. В это время может происходить прием данных и работа программы 1-го приоритета, причем выход из динамического останова программы 2-го приоритета также возможен в любой момент времени.

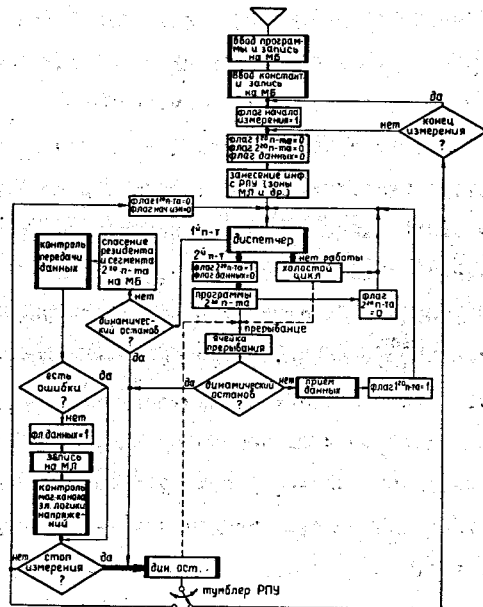


Рис.1. Блок-схема системы программ.

При сегментации комплекса программ объединение их в разделы производилось таким образом, чтобы, с одной стороны, обеспечить максимальную экономию оперативной памяти, а, с другой стороны, не терять много времени на обращение к внешней памяти для перезагрузки сегментов. В результате распределение программ по разделам было реализовано в следующем виде:

раздел 0-го уровня - организующая программа, диспетчер, подпрограммы приема и контроля передачи по каналу связи;

1-й раздел 1-го уровня - подпрограммы ввода констант;

2-й раздел 1-го уровня - подпрограммы 1-го приоритета (в частности, перепись на МЛ);

3-й раздел 1-го уровня - подпрограммы приема и обработки данных с дистанционным управлением;

4-й раздел 1-го уровня - подпрограммы обработки события (2-ой приоритет);

5-й раздел 1-го уровня - подпрограммы 2-го приоритета для определения характеристик спектров и печати гистограмм.

Раздел 0-го уровня и резидент загрузчика находились в оперативной памяти в течение всего времени работы системы. Разделы 1-го уровня последовательно сменяли друг друга в ходе вычислений. Распределение памяти для сегментов приведено в таблице.

Структура и особенности работы отдельных частей системы программы описываются ниже.

Таблица

Распределение памяти

Название программы	ячейки
Резидент загрузчика	0014-0377
Блок общих ячеек (COMMON)	0402-3144
Организующая программа	3145-3665
Диспетчер	3332-3417
Программа приема информации	3666-4043
Программа контроля передачи информации	4044-4202
Резидентная часть программы 1-го приоритета	4203-4523
Резидентная часть программы 2-го приоритета	4524-4750
Диспетчер печати	4534-4750
Программа запоминания и восстановления прерванных сегментов	4771-5035
Рабочее поле сегментов	5043-7307
сегмент ввода констант	5043-6267
сегмент программ 1-го приоритета (в частности, записи на МЛ)	5043-6703
сегмент приема и обработки данных с дистанционным управлением	5043-6075
сегмент программы обработки события	5043-6731
сегмент печати гистограмм	5043-7035
Рабочее поле ИС-2	7310-7477
ИС-2	7500-7767

IV. ОРГАНИЗУЮЩАЯ ПРОГРАММА И ДИСПЕТЧЕР

В организующей программе задается порядок работы отдельных блоков программы и устанавливаются связи между ними. Здесь же происходит восстановление программы в случае сбоя ЭВМ или ошибок оператора. Организующая программа построена в соответствии со схемой, приведенной на рис.1.

Логика работы диспетчера (рис.2) в основном совпадает с описанной в работе /10/. В отличие от последней не предусмотрено обслуживание "фоновых" программ (3-й приоритет), поскольку в нашем случае ЭВМ практически не имеет свободного времени после приема и обработки экспериментальной информации. С другой стороны, на диспетчера возлагается ряд дополнительных функций, связанных с сегментацией и прерыванием программ обработки. Во-первых, поскольку программы разных приоритетов сменяют одна другую в оперативной памяти, необходимо обеспечить запоминание и восстановление текущего состояния прерываемой программы. Во-вторых, возможность многоуровневой сегментации в системе математического обеспечения требует имитации выхода из сегмента после прерывания. В противном случае, при последующем обращении к сегменту программы более высокого приоритета, последний будет загружен резидентом как подсегмент прерванного сегмента и неправильно размещен в оперативной памяти (за сег-

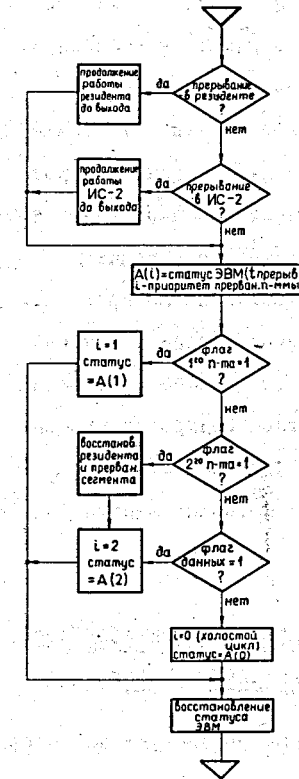


Рис.2. Логика работы диспетчера.

ментами низшего уровня). Поэтому после входа в диспетчер в первую очередь проверяется, окончилась ли работа программ 2-го приоритета. Если нет, то текущее состояние сегмента программы второго приоритета и резидента запоминается на магнитном барабане, для резидента имитируется искусственный выход из сегмента 2-го приоритета и управление передается на обслуживание программ 1-го приоритета. По окончании их работы восстанавливается состояние прерванного сегмента и резидента, что обеспечивает нормальное функционирование системы.

Кроме того, необходимо учитывать, что программы разных приоритетов используют стандартные подпрограммы системы ИС-2/II/. Чтобы их работа не нарушалась в результате прерывания, диспетчер до передачи управления на выполнение программ 1-го приоритета проверяет, не прерывалась ли программа 2-го приоритета в момент работы стандартной подпрограммы или самой системы ИС-2. Если это имеет место, то диспетчер разрешает доработать до конца прерванной стандартной подпрограммы или ИС-2 и только потом инициирует выполнение программ 1-го приоритета.

Аналогичным образом обрабатывается диспетчером прерывание в резиденте.

У. ПОДПРОГРАММЫ ПРИЕМА И КОНТРОЛЯ ПЕРЕДАЧИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Подпрограмма приема организует последовательность передачи разных типов информации во времени, задает объем передаваемой

информации и осуществляет ее прием в оперативную память ЭВМ. Блок-схема подпрограммы приведена на рис.3. Управление работой устройств, передающих информацию того или иного типа, осуществляется с помощью микрокоманд, посылаемых в устройство сопряжения по линиям управляющих сигналов канала связи. Сами микрокоманды формируются из констант, задаваемых в программе, так что число устройств, передающих информацию, и порядок передачи можно менять произвольно. В результате при изменении условий эксперимента или подключении новых устройств передачи данных меняется не аппаратура связи, а только программные константы.

Команды приема также формируются из констант, в которых задается время приема информации от каждого устройства и максимальное число принимаемых кодов.

Имеется специальный режим приема экспериментальной информации - прием с промежуточным накоплением на магнитном барабане. Он включался с помощью одного из тумблеров пульта управления ЭВМ и использовался при большом объеме данных, поступающих от установки, например, во время калибровки. В этом режиме можно было принимать до 160 событий группами по 20 событий.

Подпрограмма контроля передачи данных анализирует структуру принятой информации, используя признаки, которые заносятся аппаратурой связи в 41-й - 45-й разряды каждого передаваемого слова. Признаки однозначно связаны с микрокомандами, управляющими приемом, так что передаваемые слова маркируются согласно типу информации. Логика работы подпрограммы показана

Рис.3. Блок-схема подпрограммы приема экспериментальной информации.

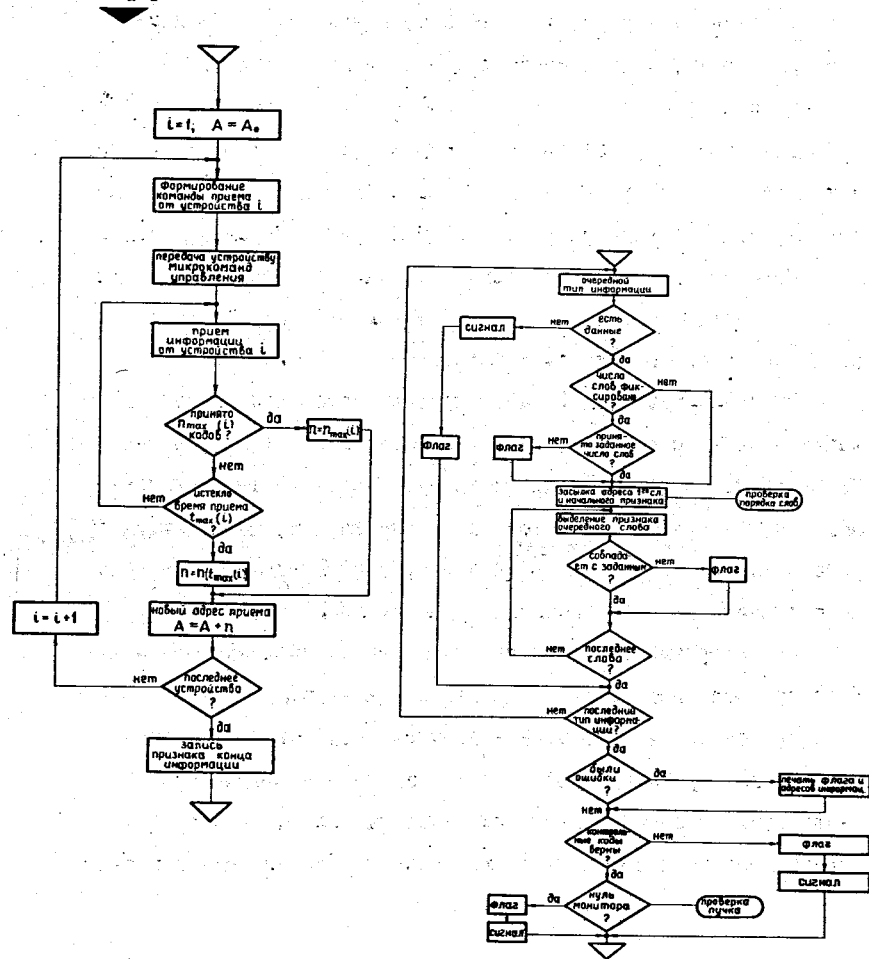
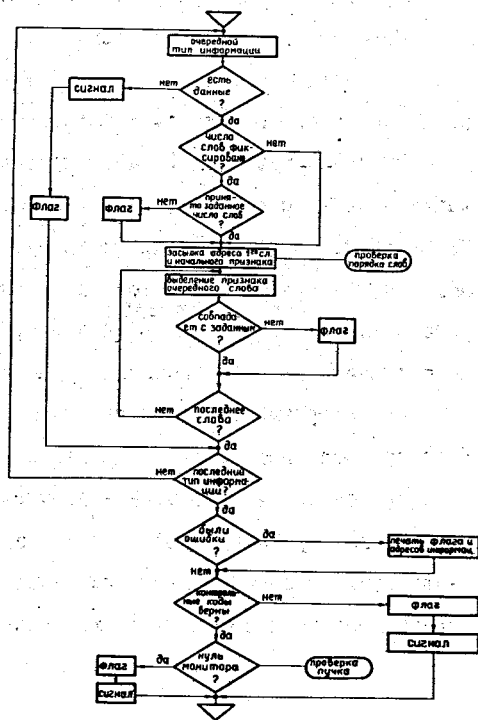


Рис.4. Блок-схема подпрограммы контроля передачи данных.



на рис.4. Подпрограмма проверяет соответствие порядка и количества признаков заданной в константах приема схеме передачи данных. Кроме того, с целью проверки всех линий канала связи контролируется правильность приема специальных кодов, генерируемых аппаратурой сопряжения ("шахматные" коды). Подпрограмма обнаруживает также отсутствие интенсивности в канале по нулевому содержимому пересчетной схемы, регистрирующей скорость счета мониторингового телескопа. Каждому типу ошибки при передаче соответствует определенный разряд специального слова-флага. Дальнейшая обработка принятого массива данных блокируется, если обнаруженные ошибки серьезно искажают информацию.

VI. ПОДПРОГРАММЫ I-ГО ПРИОРИТЕТА

I. Перепись информации на магнитную ленту

К принятым данным добавляется идентифицирующая информация (константы приема, таблицы соответствия логических номеров устройств фактическим и т.д.), и сформированный массив переписывается на магнитную ленту. Перепись производится группами по 1000₈ слов (зонами), совокупность которых для одного массива данных образует логическую запись на ленте. Последняя зона логической записи может быть неполной. Первые два слова каждой зоны являются служебными. В последней зоне логической записи первое слово содержит число зон в записи, во всех остальных зонах оно равно нулю. Во втором слове указана длина зоны.

счета в логической последовательности. В случае наблюдения отклонений от эталонных значений, превышающих заданное число стандартных ошибок, программа сигнализирует об этом оператору. Эталонные значения мониторинговых отношений вычислялись в начале измерений и могли обновляться по требованию. При включении соответствующих тумблеров РПУ массивы скоростей счета и вычисленных отношений выводятся на печать.

3. Контроль напряжений по цифровому вольтметру

Напряжения измерялись в 32 точках по одной точке за цикл ускорения. Коммутация цифрового вольтметра производилась шаговым искателем. Подпрограмма контроля осуществляла переключение шагового искателя по микрокоманде управления, проверяла правильность переключения и сравнивала измеренные напряжения с эталонными. При наблюдении отклонения вне заданных пределов выдавалось сообщение на печать. По требованию оператора (включение тумблера РПУ) печатаются текущие значения напряжений.

УП. ПРОГРАММЫ 2-го ПРИОРИТЕТА

I. Подпрограммы обработки события

Каждое событие обрабатывалось последовательно по следующим подпрограммам:

- а) распаковка информации о событии;
- б) вычисление дополнительных параметров события;

- в) вычисление тест-вектора события;
 - г) накопление статистики выполнения тестов;
 - д) построение гистограммы по параметрам события;
 - е) печать события по заданным тестам.
- Блок-схема обработки события приведена на рис.6.

Распаковка информации о событии

В каждом слове события содержится информация от четырех амплитудно-цифровых преобразователей. При распаковке любая часть слова могла быть помещена в любое слово массива распакованного события согласно таблице соответствия, задаваемой в константах программ. В случае изменения порядка приема кодировщиков можно было переставить строки в таблице соответствия так, чтобы значения слов распакованного события оставались неизменными.

Вычисление дополнительных параметров события

В дополнение к принятым от установки в программе вычислялись следующие параметры события:

- 1) координаты точек кольца излучения в многоканальном черенковском счетчике (МЧС)/I²/, определяемые по отсчетам от годоскопических ФЭУ ;
- 2) средний радиус кольца излучения в МЧС и число сработавших годоскопических ФЭУ;

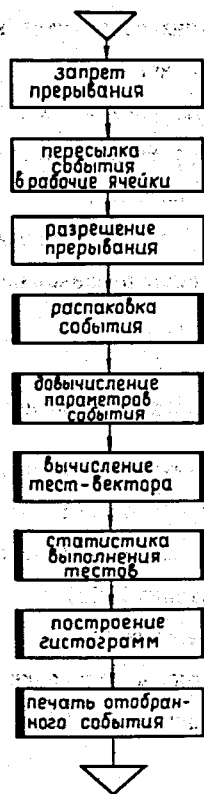


Рис.6. Блок-схема обработки события.

- 3) разность времен пролета на двух участках базы спектрометра по времени пролета /4/;
- 4) интенсивность в данном цикле ускорения;
- 5) некоторые другие.

Полная длина массива параметров события составляла ~100 слов.

Вычисление тест-вектора

Система тестов позволяла выделять события по любой совокупности признаков. Каждому событию ставился в соответствие тест-вектор из трех слов-флагов, в отдельные разряды которых заносились результаты проверки события по заданным тестам. Номер разряда в слове совпадает с порядковым номером теста. Имелось три группы тестов, каждой из которых соответствовало свое слово-флаг.

Первая группа тестов проверяла логические признаки события, записанные в одном из его слов. Тест задавался двумя константами, одна из которых служила маской для выделения проверяемых разрядов этого слова. Выделенные разряды сравнивались со второй константой, задающей требуемые значения признаков. Результат сравнения заносился в слово-флаг.

Во второй группе тестов задавались интервалы для параметров события. Программа проверяла попадание значений параметров внутрь заданного интервала.

С помощью третьей группы тестов комбинируются результаты проверки по первой и второй группам. Каждый тест определялся двумя константами: одна из них выделяла совокупность разрядов слова-флага I-й группы, другая выполняла ту же операцию со словом-флагом 2-й группы. В соответствующий разряд слова-флага третьей группы заносилась единица, если все выделенные разряды содержали "1" (одновременное выполнение всех выделенных тестов), и нуль - в противном случае.

Кроме того, в каждой группе из ранее определенных тестов можно было конструировать составные тесты на основе соответствующих слов-флагов. При этом составные тесты задавались так же, как и тесты I-й группы, только вместо слова логических признаков события использовалось слово-флаг. В составных тестах, а также в тестах I-й группы операция сравнения могла выполняться по схеме "И" или "ИЛИ".

Логика вычисления тест-вектора события показана на рис.7.

Накопление статистики выполнения тестов

Статистика выполнения тестов отражает текущее состояние эксперимента и поэтому может быть использована для контроля стабильности условий опыта. В подпрограмме суммирования числа событий, удовлетворяющих каждому тесту в отдельности, были предусмотрены печать и сброс сумматоров по требованию (тумблеры РПУ), а также сигнализация об отклонениях от средних значений, превышающих заданное число стандартных ошибок.

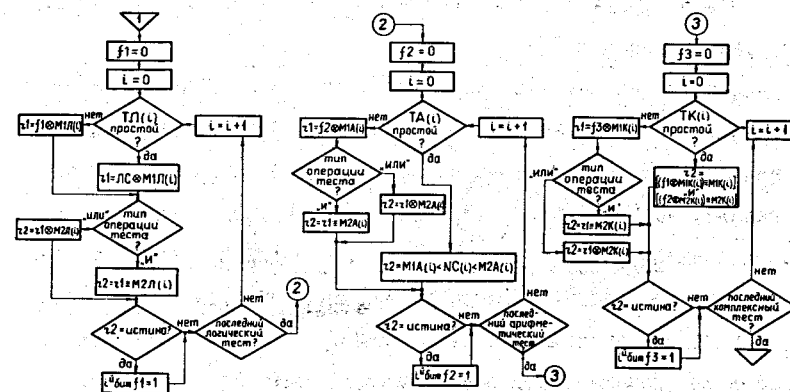


Рис.7. Логика вычисления тест-вектора события.
 $f1, f2, f3$ - слова-флаги для логических (ТЛ), арифметических (ТА) и комбинированных (ТК) тестов соответственно;
 ЛС - логическое слово события;
 М1Л, М2Л - маски логических тестов;
 М1А, М2А - маски арифметических тестов;
 М1К, М2К - маски комбинированных тестов.

Построение гистограмм

Имелась возможность строить 63 гистограммы с суммарным числом каналов ~ 12500 . Для каждой гистограммы задавался номер варианта начальных условий (начальный канал, шаг и число каналов) и номер теста, по которому происходит отбор событий в гистограмму. Число возможных вариантов начальных условий равно 16, что достаточно в практической работе. Каждая гистограмма могла быть "обнулена" в любой момент времени независимо от других гистограмм с помощью РПУ.

Для экономии места в оперативной памяти содержимое четырех каналов гистограммы помещалось в одну ячейку. Таким образом, максимальное число отсчетов, которое можно было накопить в одном канале, не превышало 2048. Для первых четырех каналов, в которых появилось более 2048 отсчетов, отводились дополнительные две ячейки памяти. В одной из них записывались номера каналов, а в другой продолжался счет событий. В результате четыре произвольных канала гистограммы имели емкость 2^{22} отсчетов, а остальные - 2^{11} отсчетов в канале ценой двух лишних ячеек на каждую гистограмму. Этого оказалось достаточным, чтобы в эксперименте гистограммы набирались без искажений. Кроме того, одна ячейка использовалась для суммирования числа событий, не попадающих в пределы данной гистограммы, и в двух ячейках хранились время начала набора гистограммы и начальное значение счета монирующего телескопа. Блок-схемы построения гистограмм приведены на рис.8 и 9.

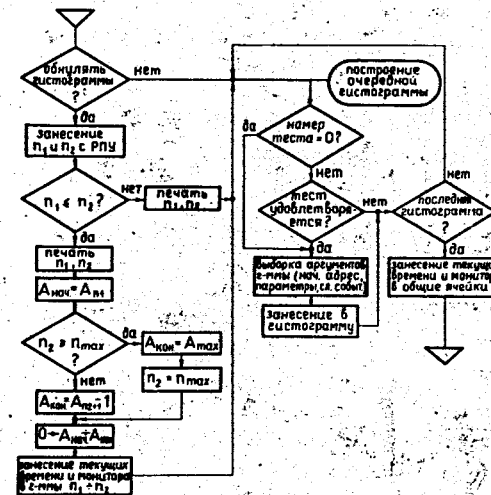


Рис.8. Организация накопления гистограмм.

- n_1, n_2 - начальный и конечный номера гистограмм;
- n_{max} - максимальный номер гистограммы;
- $A_{нач}, A_{кон}$ - начальный и конечный номера обнуляемого массива;
- A_{max} - максимальный адрес массива гистограмм.

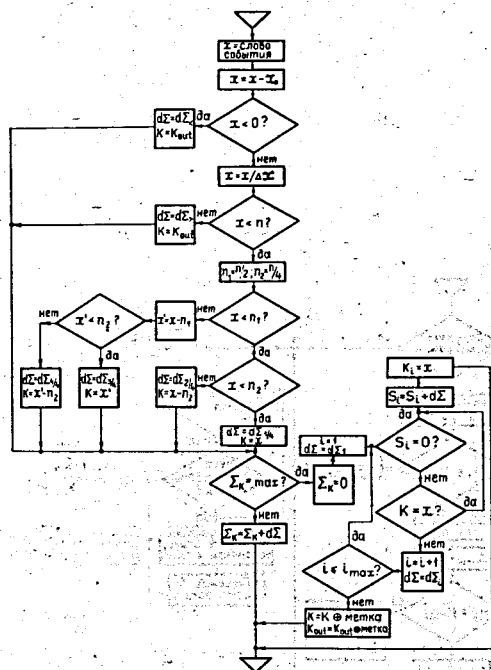


Рис. 9. Блок-схема подпрограммы построения гистограммы.

- x_0 - начало гистограммы;
- Δx - масштаб гистограммы;
- n - число каналов гистограммы;
- K_{out} - ячейка суммирования отсчетов за пределами гистограммы;
- $d\Sigma_{<}, d\Sigma_{>}$ - отсчеты за нижним и верхним пределами гистограммы соответственно;
- $d\Sigma_{1/4}, d\Sigma_{2/4}, d\Sigma_{3/4}, d\Sigma_{4/4}$ - отсчет в 1-й, ..., 4-й четвертях гистограммы соответственно;
- Σ_K - сумма отсчетов в K -й ячейке;
- $d\Sigma_l$ - отсчет в l -й части ячейки переполнения;
- l_{max} - число частей в ячейке переполнения;
- S_i - сумма отсчетов в i -й части ячейки переполнения;
- K_i - канал переполнения.

Печать события

В ходе работы на алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ) выводился массив параметров события, удовлетворяющего хотя бы одному из тестов, которые указывались на регистре РПУ, причем номер тумблера соответствовал номеру теста. Номер группы тестов задавался отдельно. Вместе с массивом параметров события печатался старший по порядку номер теста, которому удовлетворяло событие, а также номер измерения, время, счет мониторингового телескопа, интенсивность и длительность сброса в данном цикле ускорения. При визуальном просмотре отпечатанных событий можно было оперативно контролировать работу установки, а также вести поиск экзотических событий непосредственно в ходе эксперимента.

2. Определение характеристик спектров и печать гистограмм

Для каждого спектра вычислялись центры тяжести, дисперсии и площади пиков. Границы пиков в спектрах определялись по выходу за пределы заданного числа стандартных ошибок разности чисел отсчетов в соседних каналах.

При печати гистограмм на АЦПУ в заголовке выдавались название параметра, номер теста, номер измерения, начальные условия, время начала и конца набора гистограммы и счет мониторингового телескопа за время набора. После печати содержимого каналов производились суммарные числа отсчетов в гистограмме и за ее преде-

лами, а также границы, положения центров тяжести, дисперсии и площади выделенных пиков. Пример выдачи гистограммы показан на рис.10. Начальный и конечный номера гистограмм, выводимых на печать, задавались на РПУ. Вывод на печать можно было при желании прекратить соответствующим тумблером РПУ.

3. Диспетчер печати

Управление печатью на АЦПУ осуществлялось специальной подпрограммой-диспетчером печати. Логика работы диспетчера показана на рис.11. Диспетчер печати разрешал выдачу, если АЦПУ свободно (нет сигнала прерывания). В противном случае он выжидал в течение фиксированного времени конца предыдущей выдачи. Если в течение этого времени АЦПУ не освобождалось, происходил уход в динамический останов с сигнализацией. После выхода из динамического останова (тумблер РПУ) программа снова попадала в цикл ожидания освобождения АЦПУ.

Дополнительно диспетчер печати занимался оформлением страниц печатаемых данных.

УШ. ПОДПРОГРАММЫ ВВОДА КОНСТАНТ

Начальный ввод констант осуществлялся в перфокарт. После некоторого преобразования введенные константы переписывались на магнитный барабан и в дальнейшей работе вызывались с барабана. Имелась возможность ввести до пяти вариантов констант.

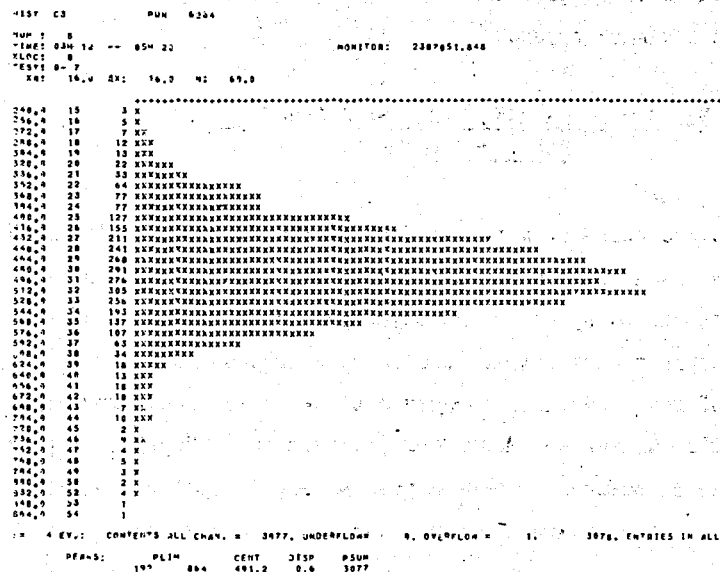


Рис.10. Пример печати гистограммы.

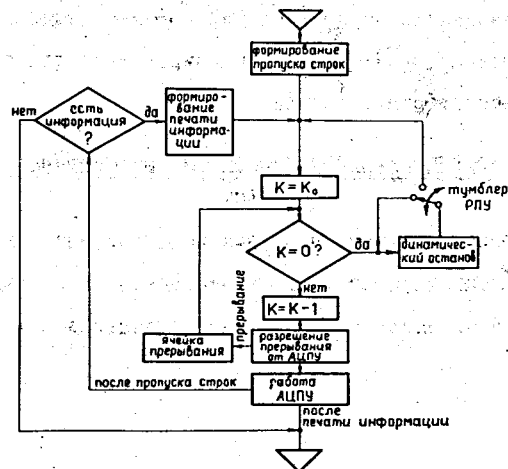


Рис.11. Блок-схема диспетчера печати.

K_0 - счетчик времени ожидания освобождения АЦПУ.

Пакет констант на перфокартах разбивался на группы, каждая из которых соответствовала определенной группе подпрограмм. Можно было вносить изменения в любой из вариантов констант независимо в каждой группе.

IX. ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛА, ЗАПИСАННОГО НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ

Система программ могла использоваться для полной обработки материала, записанного на магнитную ленту, после окончания эксперимента или во время простоев ускорителя. Для этого имелся второй вариант организующей программы и подпрограмма чтения с магнитной ленты. Имелась возможность считывать данные как с ленты БЭСМ-3М, так и с ленты СДС (тумблер РПУ). Переход от режима работы в реальном времени к режиму полной обработки осуществлялся перезагрузкой программы и занимал не более нескольких минут.

Более детальная обработка накопленного на ленте СДС материала производилась на больших ЭВМ (БЭСМ-6 и СДС 1604А) с помощью программы *SUMX/13/*, модифицированной для считывания данных в нашем формате записи.

X. ДРУГИЕ ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПРОГРАММ

В основном система программ использовалась для накопления и обработки информации в эксперименте по поиску новых тяжелых частиц и антинейтронов /1,2/. Однако оказалось возможным парал-

лельно выполнить ряд других исследований без перестройки аппаратуры и существенных изменений в программах. Изучались, в частности, временные и амплитудные характеристики сцинтилляционных счетчиков в условиях больших импульсных нагрузок /14/. В этих измерениях, а также в измерениях микроструктуры пучка необходимо было стробировать сброс интенсивности ускорителя по малым интервалам времени. Изменения подпрограммы приема оказались при этом минимальными.

Программа оказалась пригодной также и для обработки трековой информации при добавлении соответствующих подпрограмм. С ее помощью изучались, например, режимы работы пропорциональной камеры.

Авторы благодарны З.В.Круштейну, В.И.Петрухину, А.И.Ронжину, В.М.Суворову и Г.А.Шелкову за обсуждение и полезные советы, Нго Куанг Зуи и П.Концу за помощь при написании отдельных программ, В.А.Загинайко и А.Ф.Филозову за содействие в освоении системы математического обеспечения БЭСМ-4 и Н.Ф.Фурманцу за помощь в работе с магнитофоном СДС-608.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б.Д.Балдин и др. Наблюдение ядер антитрития, доклад на III Международном симпозиуме по физике высоких энергий и элементарных частиц, Синая (СРР), 1973, ОИЯИ Д1,2-7781, Дубна, 1974.
2. Б.Д.Балдин и др. Поиск новых тяжелых частиц в р-ядро соударениях при энергии протонов 70 Гэв, там же.
3. Р.Ляйсте и др. Препринт ОИЯИ I3-7699, Дубна, 1974.
4. Я.В.Гришкевич и др. ОИЯИ Д-5805, т.1, стр. 29, Дубна, 1971.
5. А.И.Барановский и др. Депонированное сообщение ОИЯИ, БИ-10-4643, Дубна, 1969.
6. Е.Д.Городничев и др. Сообщение ОИЯИ, I3-5053, Дубна, 1970.
7. Е.Д.Городничев и др. Сообщение ОИЯИ, IO-4753, Дубна, 1969.
8. В.А.Загинайко. Сообщение ОИЯИ, II-6005, Дубна, 1971.
9. Я.В.Гришкевич и др. Сообщение ОИЯИ, IO-6296, Дубна, 1972.
10. И.М.Иванченко. Материалы 3-й школы физиков ФТИ, Ленинград, 1968 стр. 493.
11. М.Р.Шура-Бура и др. Интерпретирующая система и элементарные функции, Вычислительный центр АН СССР, Москва, 1965, стр.5.
12. Н.К.Вишневский и др. Труды Международной конференции по аппаратуре в физике высоких энергий, Дубна, 1970, Д-5805, т.1, стр. 305, Дубна, 1971.
13. J. Zoll. Препринт ОИЯИ, IO-4319, Дубна, 1968.
14. М.Д.Казаринов и др. ПТЭ, № I, 81 (1973).

Рукопись поступила в издательский отдел
12 марта 1974 года.