

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



C 346.6e  
Г-577

29/xii-75

10 - 9214

Н.Н.Говорун, И.М.Иванченко, Н.А.Калинина,  
В.Н.Кузнецов, А.В.Куликов

5012/2-75

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА  
ПО ПОИСКУ РАДИОАКТИВНОСТИ НОВОГО ТИПА

**1975**

10 - 9214

Н.Н.Говорун, И.М.Иванченко, Н.А.Калинина,  
В.Н.Кузнецов, А.В.Куликов

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА  
ПО ПОИСКУ РАДИОАКТИВНОСТИ НОВОГО ТИПА

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

### ВВЕДЕНИЕ

В данной работе рассматривается программное обеспечение, разработанное для эксперимента по поиску радиоактивности нового типа /1,2/.

Обычно в экспериментах, проводимых на ускорителях, регистрация событий производится в течение сброса пучка на мишень и, таким образом, поток информации в ЭВМ имеет следующий характер: в промежутке времени  $\Delta t$  в случайные моменты регистрируются события, затем следует пауза. Соотношение  $\Delta t$  и паузы  $\sim 1:10$ . Характерной особенностью данного эксперимента, определившей организацию приема, накопления, обработки информации и взаимодействия всех частей программного обеспечения, является то, что запуски установки производятся в промежутках между короткими ( $\sim 20$  нс) сбросами пучка, т.е. практически в любой случайный момент времени.

Обычно программное обеспечение экспериментов, проводимых электронной методикой, состоит из двух подсистем ("он-лайн" и "офф-лайн"). Основной задачей первой подсистемы является сбор, первичная обработка и накопление экспериментальных данных на магнитной ленте. Кроме этого, при работе ЭВМ в режиме непосредственной связи с экспериментальной установкой проверяется и налаживается физическое

оборудование перед началом эксперимента или его нового этапа; в течение всего времени измерений производится постоянный контроль за работой узлов аппаратуры, а также контроль за развитием эксперимента на основе экспресс-анализа поступающей информации; обеспечивается оперативное общение оператора с ЭВМ; выводится информация о ходе эксперимента. При этом решение ЭВМ любых задач не должно приводить к ухудшению количественных характеристик информационного потока.

Полная обработка экспериментальной информации, включающая выделение искомым событий и получение физических результатов, обеспечивается второй подсистемой и проводится на мощных ЭВМ в режиме "офф-лайн".

Необходимость "офф-лайн"-обработки определяется, в первую очередь, ограниченными возможностями ЭВМ, используемой на линии с аппаратурой. "Офф-лайн"-программы, обеспечивая окончательную обработку накопленной информации, характеризуются более полным множеством критериев отбора, более точными значениями пороговых констант, усложненностью алгоритмов обработки.

Анализ информационного потока, объема обработки информации, мощности ЭВМ, используемой в эксперименте, показал возможность организации полной обработки всей экспериментальной информации в реальном масштабе времени. Такая постановка задачи требует наличия в программном обеспечении модулей, реализующих решение круга задач как первой, так и второй подсистем. Использование ЭВМ с ограниченными возможностями налагает дополнительное требование минимизации времени работы программ и объема используемой памяти с учетом оптимального соотношения между этими параметрами. При этом, естественно, должен оставаться некоторый резерв свободного времени процессора, а также оперативной памяти

на случай увеличения интенсивности регистрации событий, либо введения дополнительных программ обработки и статистических таблиц.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВКИ, ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА ЭВМ, СИСТЕМЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Установка<sup>/2/</sup> располагалась на выведенном пучке ускорителя ИФВЭ в Серпухове. Схема установки приведена на рис. I.

Продукты распада гипотетических частиц, рождающихся в мишени М, а также космические частицы регистрируются сцинтилляционными счетчиками С1-С5, А1, А2, бесфильмовыми искровыми камерами ИК<sub>1</sub>-ИК<sub>4</sub> и водяным черенковским спектрометром Ср. Двухкоординатные искровые камеры с ферритовым съемом информации имеют рабочие размеры 512x512 мм<sup>2</sup>, шаг намотки проволоч - 1 мм. Искровые камеры работали со средней загрузкой 4-8 искр в каждой плоскости.

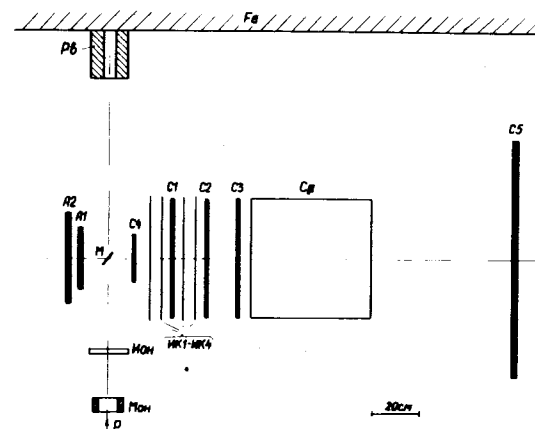


Рис. I. Схема экспериментальной установки.

в каждом цикле ускорителя ( $\sim 9$  с) осуществляется быстрый ( $\sim 20$  нс) вывод пучка на мишень установки. измерения проводились в промежутке между выводами пучка. За цикл ускорителя регистрировалось до 10 событий. Время передачи информации в ЭВМ об одном событии составляло не более 1 мс.

Объем информации, передаваемой в ЭВМ об одном событии, имел статистический характер и составлял, в среднем, 40-60 машинных слов, содержащих:

- 1) номера сработавших проволок в искровых камерах;
- 2) амплитуды и временные сдвиги для счетчиков С1-С4, А1, А2 и спектрометра;
- 3) время, истекшее с момента сброса пучка на мишень до регистрации события;
- 4) признаки срабатывания счетчиков С5, А1, А2;
- 5) интенсивность пучка в последнем сбросе;
- 6) номер цикла;
- 7) код, идентифицирующий условия измерений (с блока набора констант);
- 8) два контрольных кода для проверки работы линии связи.

Ввод информации в ЭВМ осуществляется через устройство связи<sup>/3/</sup>, к которому подключены каркас КАМАК и система считывания информации с искровых камер. Информация от системы многомерного анализа поступает в каркас КАМАК на два восьмиразрядных двоичных счетчика, преобразуется в цифровую форму, каждые два значения объединяются попарно в 16-разрядные слова, которые передаются в устройство связи. В нем 16-разрядный код из КАМАКа соединяется с 18-разрядным координатным кодом и 45-разрядным словом передается в ЭВМ. Блок-схема вывода информации приведена на рис.2.

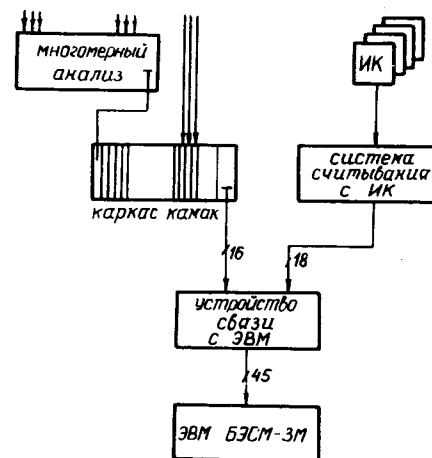


Рис.2. Схема вывода информации в ЭВМ.

Установка работала на линии с ЭВМ БЭСМ-3М, оснащенной программно-управляемым каналом связи и схемой прерывания<sup>/4/</sup>. Оперативная память (ОЗУ) ЭВМ разделена на три куба по 4К 45-разрядных слов в каждом. Вторичная память включает 4 магнитных барабана (МБ) по 16К слов каждый, 4 стандартных накопителя на магнитной ленте (НМЛ или МЛ) и магнитофон СДС-608. Для вывода информации на печать (АЦПУ и БПУ) имеется буферное запоминающее устройство емкостью 512 слов; реализована возможность программного анализа занятости печатающих устройств. Наличие 180-разрядного клавишного запоминающего устройства (КЗУ) на пульте управления позволяет оперативно управлять процессом набора и обработки информации, "конструировать" комплекс программы обработки, подключая необходимые модули, задавать числовые значения некоторых параметров программ.

В качестве языка программирования использовался автокод "АССЕМБЛЕР"/5/. В состав математического обеспечения ЭВМ входит транслятор с этого языка и набор сервисных программ для работы с текстами программ пользователя на входном языке.

Специфика использования ЭВМ на линии с экспериментальными установками предъявляет жесткие требования к длине программ, времени их выполнения и реактивности и, в наших условиях, не позволяет применять имеющиеся системы математического обеспечения БЭСМ-4, допускающие программирование на языках высокого уровня. Мы использовали лишь интерпретирующую систему ИС-2/6/, дополненную для работы с расширенной личной библиотекой стандартных программ (ЛИС) /7/.

Программа "ПРЕЛИС"/7/ - редактирование личной библиотеки - позволяет включить новые модули, изменить или исключить имеющиеся, записать подготовленный вариант ЛИС на магнитную ленту. Модули библиотеки по их назначению можно разделить на три типа:

- 1) обычные стандартные программы (СП);
- 2) массивы данных, которые не являются программами и вызываются в оперативную память, минуя программу-интерпретатор;
- 3) запоминаемые модули, которые переписываются во внешнюю память в тех случаях, когда обычные СП стираются из рабочего поля.

В число обычных СП входит весьма небольшое число необходимых для работы программ из общего математического обеспечения БЭСМ-4 (перевод чисел из одной системы счисления в другую и др.), СП специального математического обеспечения класса "он-лайн" экспериментов и, наконец, СП, используемые только в обеспечении конкретных экспериментов. Появление последних вызвано дефицитом оперативной памяти. Так оформляются блоки, используемые очень редко, например,

выдача результатов обработки. Примером модулей второго типа может служить библиотека заголовков, выводимых на АЦПУ. Пример третьего типа - массивы статистических распределений.

#### СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Совокупность модулей программного обеспечения разделена на 4 приоритетных уровня. Уровни с меньшими номерами имеют более высокий приоритет при исполнении. Программы какого-либо уровня могут выполняться лишь в том случае, если отсутствует работа для программ всех уровней, имеющих более высокий приоритет (дисциплина диспетчеризации с абсолютными приоритетами). При поступлении сигнала о срабатывании установки ЭВМ входит в прерывание и производится передача управления на подпрограмму приема (нулевой приоритет), которая вводит информацию об одном событии. Программы первого приоритета производят контроль информации по формату. В случае заполнения приемного буфера производится перепись его на магнитную ленту. Наличие на приемном буфере необработанных и прошедших форматный контроль событий - достаточное условие для включения в работу программ второго приоритета. К ним относятся все программы обработки. В зависимости от значений признаков срабатывания счетчиков С5, А1, А2 событие обрабатывается либо как претендент на искомое (класс "статистика"), либо по цепочке программ контроля аппаратуры (класс "калибровка"). Программы третьего приоритета - вывод информации на печать. Программы второго и третьего приоритетов работают с разрешенным прерыванием.

При работе ЭВМ БЭСМ-4 в многоприоритетном режиме может возникнуть ситуация, при которой без специальных мер верное продол-

жение прерванной программы невозможно. в этом состоянии программа может оказаться по двум причинам: программы разных приоритетов исполняются одни и те же поля рабочих ячеек; прерывание произошло при работе стандартной программы, не являющейся реентерабельной, а программы более высокого приоритета используют ИС-2.

Первая причина легко устранима локализацией внутри каждого приоритетного уровня всех его рабочих ячеек.

Устранение влияния второй причины требует более серьезных мер, и здесь нет пока единого подхода. Логика работы резидентной части ИС-2 такова, что прерванная СП может быть вообще уничтожена в оперативной памяти, к данной СП может обратиться программа более высокого приоритета - при этом, естественно, будут утеряны промежуточные результаты прерванной работы, и, наконец, большинство СП используют одно и то же поле рабочих ячеек, так что обращение даже к другой СП из высшего приоритета может вызвать изменение промежуточных результатов прерванного счета.

В обеспечении эксперимента по поиску новых тяжелых частиц и антинейтронов<sup>9/</sup> был применен следующий подход. Если прерывание происходило на исполнении СП в низшем приоритете, управляющая программа не разрешала работу программ более высоких приоритетов (в которых также использовалась ИС-2) до окончания работы прерванной СП.

В описываемом обеспечении реализовано другое решение: программы различных приоритетов, в которых используется ИС-2, размещены в разные кубы оперативной памяти, и в каждом кубе работает своя резидентная часть ИС-2 и используется свое рабочее поле для СП. при использовании программно-управляемых каналов связи, особенно в условиях рассматриваемого эксперимента, остро встает вопрос о минимизации времени реакции ЭВМ на прерывание. С этой

целью при создании программного обеспечения особое внимание было уделено уменьшению объема работ, проводимых с блокировкой прерывания, и уменьшению частоты обращения к внешним запоминающим устройствам. Вся система, исключая библиотеку стандартных программ, располагается в оперативной памяти; прилагались усилия, чтобы все, наиболее часто используемые СП, постоянно находились в ОЗУ.

Транслированная система программного обеспечения с вариантом входных констант и личной библиотекой хранится на системной магнитной ленте. Перед началом работы личная библиотека переписывается специальной программой на второй магнитный барабан (III и IV четверти). Система программ считывается в оперативное запоминающее устройство с возможным вводом изменений с перфокарт с помощью адресных кодов. Управление передается на начальную часть системы - иницилирующую программу.

Иницилирующая программа вводит (по требованию) новый комплект входных констант с перфокарт, записывает систему с входными константами на I и II четверти второго магнитного барабана, при необходимости восстанавливает оригинал системы с магнитного барабана, настраивает систему по параметрам, заданным на КЗУ, подводит числовую ленту к началу очередного файла, очищает поля гистограмм, устанавливает флаги работ программ всех приоритетов в начальное состояние, подготавливает паспортные данные для записи их вместе с экспериментальной информацией на числовую магнитную ленту, сообщает оператору о готовности системы к работе. Только при ручной передаче управления в определенные ячейки, возможна запись на системную магнитную ленту варианта программы, находящегося в данный момент в оперативной памяти, и запись на числовую магнитную ленту признака конца файла.

Взаимодействие всех частей программного обеспечения организует управляющая программа-диспетчер. В его функции входит слежение

за состоянием работ в программах каждого приоритетного уровня по значениям специальных логических переменных-флагов; обеспечение взаимодействия программ различных приоритетов в рамках выработанной дисциплины обслуживания приоритетов; организация динамического останова в случае окончания работ программами всех приоритетов; информирование оператора о критическом состоянии программно-контролируемых параметров; заканчивание измерений и оформление всей накопленной информации в логическую запись-файл; организация выдачи на печать результатов обработки.

Каждый приоритетный уровень программ имеет свою резидентную часть, реализующую подготовку программ данного приоритета к возможному прерыванию; последовательное подключение модулей, выполняющих отдельные работы; информирование о состоянии работ и обеспечение связи с диспетчером.

Программа нулевого приоритета - прием информации от установки - принимает одно событие на буфер приема (длина буфера 2000<sub>8</sub> ячеек). Возможны два окончания обмена - нормальный и аварийный (если в течение заданного времени обмена не был получен признак конца информации). Производится суммирование количества тех и других обменов, определяется значение флага качества приема и происходит выход на диспетчер.

Программы первого приоритета - отбраковка заведомо непригодных событий по форматным тестам и запись информации на магнитную ленту. Принятое событие вычеркивается (очередное будет записано на его место), если произошло аварийное окончание обмена или число принятых кодов меньше минимально возможной длины события. Определяется начальный адрес для приема очередного события и в ячейку записывается признак конца информации. Если на буфере не осталось места для приема еще одного события, он переписывается

на магнитную ленту. Программы первого приоритета работают с запрещенным прерыванием, обращений к стандартным программам нет. Выход на печать возможен лишь в случае браковки зоны при записи на магнитную ленту.

Программы второго приоритета - обработка событий. Резидентная часть выбирает с приемного буфера очередное событие и обращается к подпрограммам обработки.

Состав подпрограмм обработки описан в следующем параграфе. Работа программ второго приоритета заканчивается, когда вместо очередного события с буфера приема считается признак конца информации. Резидентная часть переводит флаг приоритета в состояние законченных работ и передает управление в диспетчер. Программы второго приоритета работают с постоянно разрешенным прерыванием, активно используют ИС-2, размещаются в нулевом кубе оперативной памяти.

Программы третьего приоритета - вывод на печать информации в процессе сбора и накопления. Все программы разделены на два внутренних уровня А и В. На уровне А выводятся все удовлетворившие программным критериям и накопленные на буфере результатов (до 3 событий) события класса "статистика". Для них на АЦПУ выводится служебная информация, данные многомерного анализа и геометрическое изображение события в двух плоскостях проекций. Предупреждения о различных неисправностях в работе устройств выводятся на уровне В. Производится печать различной информации о ходе эксперимента по требованию оператора. Можно отпечатать принятое событие без каких-либо форматных преобразований, декодированное событие (координаты искр в камерах и данные многомерного анализа в обычном представлении), координаты искр, отнесенных в результате работы программы опознавания к трековым, геометрическое изображе-



ние события, распределение всех обработанных событий по различным классам и др. Программы третьего приоритета располагались в первом кубе оперативной памяти. Многочисленные буферные участки находились во всех кубах.

Запись информации в конечную зону числовой магнитной ленты, накопление указанного числа событий или переключение клавиши на пульте управления приводит к окончанию измерений. В этом случае на числовую ленту записывался специальный признак конца файла и производилась выдача на АЦПУ результатов обработки. В заголовке выдачи (рис.3) приводились паспортные данные - дата измерений, номер и зоны числовой магнитной ленты, значение основных входных констант, интегральные характеристики обработанной информации. Выводилась двумерная гистограмма распределения координат точек пересечения треков с мишенью для событий класса "статистика" (рис.4) и накопленные распределения, характеризующие работу элементов и узлов установки.

```

ИМЯ -- ОБЪЕМ РЕЖИМ РАБОТЫ
ДАТА  * 21274  ЛЕНТА  010  ЗОНА  0366 : 0474

ИСКР НА ТРЕКЕ > 3  ТРЕКОВ < 4  ПОЛУДОРОЖКА * 5.0  АБСЛЮТ * +1.0  КООРДИНАТЫ МИШЕНИ  X=200  Y=200  Z=-187
КООРДИНАТЫ КАМЕР  X=  + 43  +121  +164  Y=  + 43  +121  +164
СВЯЗКА КАМЕР  X=  .0  + .3  + .8  + .8  Y=  .0  + .3  + .4
КЗУ  1: 266 0002 0740  2: 000 0008 0000 0000  3: 020 0377 5037 0804  4: 481 1048 0804 0112

КРИТЕРИИ
ПРИНЯТО СОБЫТИЙ  -  ОБРАБОТАНО СОБЫТИЙ  * 1787.0
СТАТИСТИКА  * 1024.0  КАЛИБРОВКА  * 081.0
УПРАВЛЯЮЩИЙ СОБИТИЙ  * 524.0  ОТБРАКОВАННО СОБЫТИЙ  * 1102.0
ВРАК ПО А, Т  -  ВРАК ИСКРОВОЙ  * 1182.0
СУ, НЕТ ТРЕКА  * 530.0  К, НЕТ ТРЕКА  * 109.0
СТ, НЕТ В МРДЕРИ  * 495.0  СТ, ОДНА ПРОБЕЖКА  * 127.0
УМЕНЬШИЛАСЬ КООРДИНАТА  -  УМЕНЬШИЛАСЬ И ПЛОСКОСТИ  -
МНОГО ИСКР  * 18.0  КОРОТКИХ СОБЫТИЙ  -
ТРЕКОВ В ПЛОСКОСТИ X * 442.0  ТРЕКОВ И ПЛОСКОСТИ Y * 086.0

САМ СОБЫТИЯ  0000000

```

Рис.3. Пример заголовка выдачи результатов.

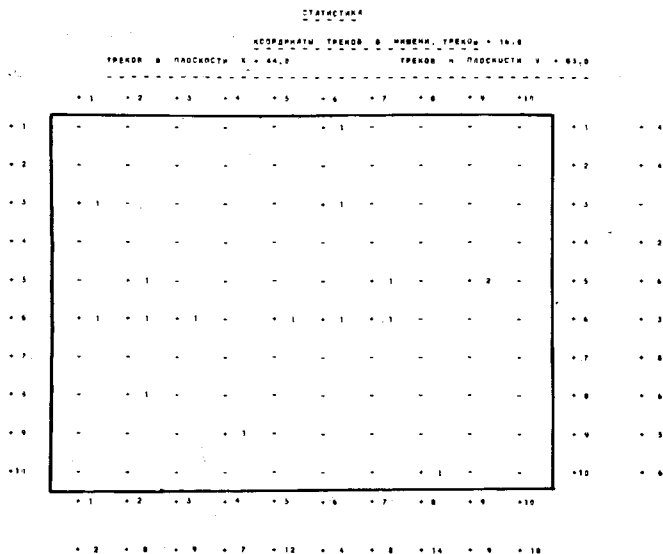


Рис.4. Пример вывода двумерной гистограммы.

### ОБРАБОТКА ДАННЫХ

Измерительно-вычислительный комплекс имеет несколько относительно самостоятельных режимов функционирования. Для настройки аппаратуры предусмотрены режимы автономной отладки искровых камер, системы многомерного анализа, объединенный режим комплексной настройки. Многорежимность работы установки предполагает также много-режимность работы программного обеспечения. Переход к различным режимам программы производится внутри единого обеспечения путем набора условий работы на КЗУ и блоке констант в корпусе КАМАК.

## Обработка событий класса "калибровка"

События, отнесенные к рассматриваемому классу, должны удовлетворять программному критерию - наличие трека хотя бы в одной проекции.

С целью контроля работы аппаратуры и получения калибровочных значений некоторых параметров, характеризующих работу комплекса аппаратуры в целом и отдельных его звеньев, строится до 70 статистических распределений с накоплением их интегральных характеристик. Кроме этого, суммируется число событий, прошедших каждый тест в отдельности. Подключение контроля тех или иных параметров производится оператором с использованием КЗУ. Вывод на печать полученных результатов обработки производится автоматически в конце измерений или в любой момент по требованию оператора.

Важнейшей рабочей характеристикой искровых камер является эффективность. В процессе измерений определение эффективности производилось по алгоритмам, описанным в /10,11/. По требованию оператора можно было строить распределения: срабатываний отдельных ферритовых колец в каждой камере, числа зафиксированных искр в событии, "толщин" искр - числа соседних перемангиченных колец, числа искр на треке, числа треков в событии, отклонений координат точек трека в промежуточных камерах от прямой, проведенной через точки в "базовых" камерах, отклонений координат точек трека от прямой, проведенной методом наименьших квадратов. По стандартным отклонениям двух последних групп распределений вычислялась координатная точность камер /10/.

Для контроля работы системы считывания с искровых камер вычислялась частота выполнения теста возрастания координат, частота срабатывания плоскостей камер, строились распределения срабатываний групп записи и групп считывания информации с колец.

Логические условия запуска (наличие или отсутствие импульсов в счетчиках С1-С5, А1, А2 и Ср) задаются в регистрирующей электронике. В рабочих условиях запуск установки происходил в случае совпадения импульсов в счетчиках С1-С4 и Ср. Признаки наличия импульсов в счетчиках С5, А1, А2 передавались в ЭВМ со схемы "годоскоп". По состоянию этой схемы события, поступающие в ЭВМ, делились на два класса:

1) "калибровка" - когда в счетчиках А1, А2 есть импульсы. Это означало, что запуск установки произошел от космической частицы. Такие события использовались для контроля работы и калибровки аппаратуры;

2) "статистика" - когда импульсы в А1, А2 отсутствуют. Такие события являются претендентами в искомые.

Первая стадия обработки проводится без деления на классы и состоит в реализации форматных тестов. Устройство считывания с искровых камер передает координаты искр в строго возрастающей последовательности, два последних 16-разрядных кода КАМАКа имеют заранее определенный вид и последнее слово должно быть нулевым.

Одно ограничение накладывается со стороны программ обработки - число искр, зарегистрированных одной плоскостью камеры, не должно превышать некоторого заданного значения (двенадцати). Причина этого ограничения - трудности, связанные с организацией динамического распределения памяти для многочисленных буферов в рамках используемого математического обеспечения ЭВМ.

Дальнейшая обработка ведется в соответствии с классом события по отдельным цепочкам программ.

Построением распределений значений амплитуд и временных сдвигов обеспечивался контроль системы многомерного анализа. По средним значениям и стандартным отклонениям этих распределений проверялась стабильность работы каждого спектрометрического канала.

Контроль работы устройства сопряжения и линии связи производился вычислением частоты сравнения с заданными двух контрольных кодов с КАМАКа, частоты появления нулевого слова в конце события, частоты аварийного окончания обмена.

Весьма эффективным средством контроля работы аппаратуры являлся вывод на АЦПУ геометрического изображения события (рис.5).

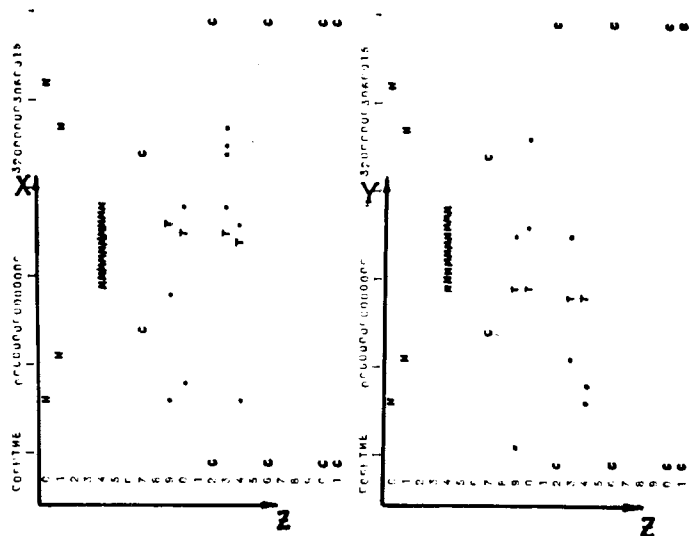


Рис.5. Геометрическое изображение событий.

### Обработка событий класса "статистика"

программная идентификация событий – претендентов на искомые заключается в проверке условия: в обеих плоскостях имеется хотя бы по одному треку, проходящему через заданную область мишени. Здесь цепочка программ осуществляет:

- восстановление треков в обеих плоскостях/ $I_2$ /;
- вычисление параметров треков методом наименьших квадратов/ $I_2$ /;
- проверку попадания треков в заданную область мишени;
- занесение в двумерную гистограмму точек пересечения треков с мишенью (рис.5);
- перепись отобранного события в буфер третьего приоритета для распечатки.

Обработкой двух классов событий достигается, кроме основных целей – технического контроля работы аппаратуры и поиска "хороших" событий, еще и физический контроль развития эксперимента. Результат проверки выполнения тестов фиксируется в виде логических признаков в определенном слове-векторе события, который затем переписывается в заголовок события на приемный буфер и вместе с ним записывается на магнитную ленту.

### Режим "офф-лайн"-обработки

Рассматриваемое программное обеспечение использовалось также во вспомогательном "офф-лайн"-режиме. Целью "офф-лайн"-обработки информации, накопленной на магнитной ленте, являлось получение дополнительной информации о работе аппаратуры, получение параметров определенных выборок событий, исследование системы сцинтилляционных счетчиков, спектрометров и др.

Кроме этого, режим "офф-лайн" использовался для совершенствования самой системы программ по результатам обработки первых серий измерений. В диспетчере имеется блок, организующий считывание информации с ленты, а в резидентной части второго приоритета команды, обеспечивающие выход из этого приоритета после обработки каждого события. Переход к режиму "офф-лайн" и обратно осуществлялся переключением определенной клавиши на КЗУ.

Запись на МЛ вместе с исходной информацией вектора событий-логических признаков результатов "он-лайн" обработки позволила во много раз сократить время повторной обработки. Значение признаков требуемой выборки событий набирается на КЗУ и обрабатываются лишь те события, в векторе которых присутствуют набранные признаки.

#### Пакет подпрограмм работы с числовой магнитной лентой

Сохранению на МЛ подлежит вся информация, не забракованная на уровне первого приоритета. В нашем случае, более тщательная, по сравнению с форматом, передаваемым с установки упаковка информации, не привела бы к существенной экономии МЛ, т.к. первые двадцать слов нельзя упаковать в меньшее число ячеек. Поэтому на МЛ записывается неизменное содержимое приемного буфера с паспортом (дата записи, наиболее характерные параметры программ обработки, состояние КЗУ). Сохранение информации во входном формате имеет свое преимущество - в "офф-лайн"-программе можно использовать те же программы декодировки.

Пакет состоит из трех подпрограмм:

1) подготовка МЛ к работе - считывание параметров с КЗУ (№ магнитофона, № начальной зоны, № конечной зоны), настройка двух других подпрограмм, перевод ленты к концу файла, одна из зон которого задана как начальная;

2) запись на МЛ с постоянным и периодическим контролем; отбраковка зон по алгоритмам, аналогичным описанным в<sup>14/</sup>. Подпрограмма информирует диспетчер о записи в предпоследнюю зону;

3) чтение с МЛ - используется в "офф-лайн"-режиме. Автоматический обход забракованных при записи зон; обход несчитываемой зоны и выдача сообщения оператору; информирование диспетчера о прочтении последней зоны файла и указанной конечной зоны.

Разработка стандартного пакета работы с магнитной лентой оказалась оправданной, поскольку без каких-либо изменений он был использован в обеспечении еще двух экспериментов<sup>11, 14/</sup>.

#### Пакет стандартных программ статистической обработки данных

Большинство параметров, характеризующих работу аппаратуры, имеют статистическую природу. Поэтому значительная часть обработки данных сводится к построению статистических распределений (гистограммированию) определенных величин и вычислению параметров гистограмм - среднего значения и стандартного отклонения.

Пакет статистической обработки является одной из основных компонент математического обеспечения. При его разработке основное внимание было уделено минимизации времени обработки и объема требуемой памяти для гистограмм<sup>15/</sup>.

В программном обеспечении эксперимента используются три режима статистического контроля аппаратуры.

В первом режиме оценки контролируемых параметров определяются по совокупности данных, накопленных с начала измерений. Они могут выводиться в любой момент времени по требованию экспериментатора или автоматически в конце измерений.

Во втором режиме статистического контроля накапливаются гистограммы, таблицы отказов данного типа и т.п. После достижения заданного объема выборки вычисляются необходимые параметры, а затем производится автоматическая проверка принадлежности указанных величин области допустимых значений, гистограммы очищаются и продолжается обработка вновь поступающей информации. При неудовлетворительном результате проверки происходит оповещение экспериментатора.

Третий режим контроля является вырожденным случаем второго, когда выборка содержит одно событие.

Пакет состоит из 5 стандартных программ.

**НИРАСК** - строит статистические распределения с одновременным накоплением их характеристик. Можно хранить несколько каналов гистограммы в одной ячейке памяти, одним обращением заносить "✓" единиц в один канал, распаковать гистограмму, представив содержимое каналов в машинном виде.

**НИТАР** - вывод на АЦПУ гистограмм, накопленных с вычислением и печатью параметров. Одновременно выводятся входные параметры - левый предел, шаг гистограммы. Пример выдачи представлен на рис.6.

**OVERTURA** - библиотека кодированных заголовков, выводимых на АЦПУ. Индивидуальна для каждой задачи.

**TENOR** - вывод на АЦПУ заголовков, хранящихся в **OVERTURA**. В оперативную память выбирается не вся **OVERTURA**, а лишь текст заголовка, номер которого задан.

**DICOM** - вывод на АЦПУ комментария и/или одного числа. Кодированный текст комментария хранится внутри программы пользователя.

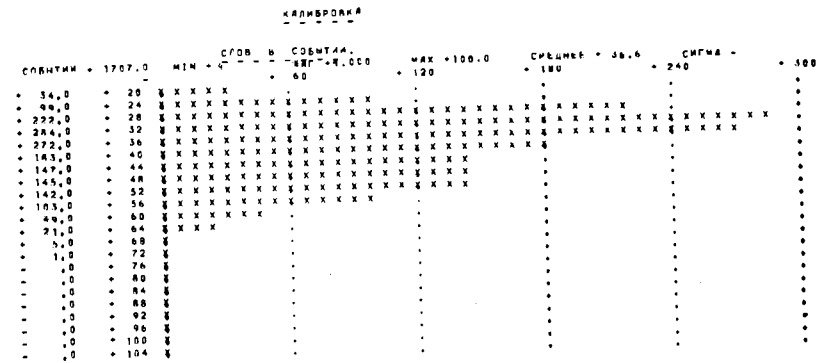


Рис.6. Пример работы СП НИТАР.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наличие сбалансированной системы (потребность полной обработки, ее сравнительно небольшой объем и возможности ЭВМ), рациональный выбор структурно-функциональной схемы программного обеспечения и усилия, направленные на максимальное использование всей мощности ЭВМ в каждый момент времени, позволили проводить полную обработку всей информации в реальном масштабе времени. Первый вариант программного обеспечения, полученный в результате моделирования, приведен в работе<sup>8/</sup>.

В заключение авторы выражают признательность Б.М.Понтекорво, Л.Л.Неменову за полезные обсуждения в процессе постановки и решения задачи, А.И.Барановскому и его группе за помощь при наладке связи измерительной аппаратуры с ЭВМ; Н.Н.Карпенко, А.Е.Сеннеру, А.С.Чвинову, В.Л.Пахомову за помощь при разработке алгоритмов программ и полезные обсуждения; Д.М.Хазинсу за участие в выборе мето-

дов обработки событий и контроля аппаратуры; И.Н.Чурину за обсуждение организации обмена информацией между ЭВМ и установкой.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Б.М.Понтекорво. ЯФ, II, 846, 1970.
2. Г.Д.Алексеев и др. ОИЯИ, P13-8538, Дубна, 1975.
3. А.Н.Синаев, И.Н.Чурин. ОИЯИ, IO-764I, Дубна, 1973.
4. А.И.Барановский и др. ОИЯИ, IO-648I, Дубна, 1972.
5. В.А.Загинайко, И.Н.Силин. ОИЯИ, BI-IO-4643, Дубна, 1969.
6. В.Ф.Ляшенко. Программирование для ЦВМ с системой команд M-20. М., Сов.радио, 1974.
7. З.М.Иванченко. ОИЯИ, IO-6I4I, Дубна, 197I.
8. В.Н.Кузнецов. ОИЯИ, ДIO-7707, Дубна, 1974.
9. Л.С.Вертоградов и др. ОИЯИ, I-7798, Дубна, 1974.
10. Н.Н.Говорун и др. ОИЯИ, P5-5397, Дубна, 1970.
11. В.В.Вишняков и др. ОИЯИ, IO-7966; Дубна, 1974.
12. Н.Н.Говорун и др. ОИЯИ, IO-7303, Дубна, 1973.
13. А.С.Вовенко и др. ОИЯИ, P10-7460, Дубна, 1973.
14. В.Г.Аблеев и др. ОИЯИ, I3-8829, Дубна, 1975.
15. Н.Н.Жарпенко, А.Е.Сеннер, В.Л.Пахомов. ОИЯИ, BI-IO-8978, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел  
15 октября 1975 года.