

Виноградов В.Ф. и др.
Б1-10-86-302

+

СЗ44.1Т

3640/86



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б1-10-86-302

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

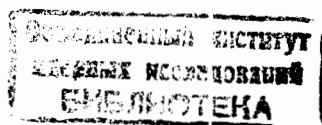
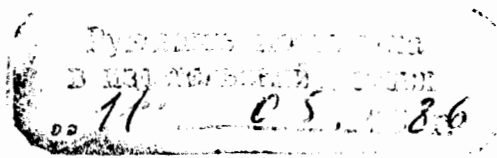
Дубна 1986

Б-1-10-86-302

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
Лаборатория ядерных проблем

В.Б.Виноградов, Ю.А.Кульчицкий^{*}, А.С.Курилин^{*}, Л.Б.Литов,
В.Г.Одинцов

ПРОГРАММА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ МНОГОТРЕКОВЫХ СОБЫТИЙ
НА УСТАНОВКЕ "ГИПЕРОН"



Дубна, 1986 г.

^{*} Институт физики АН БССР, г.Минск

Аннотация

Разработана программа геометрической реконструкции много-трековых событий, регистрируемых с помощью установки ГИПЕРОН. Программа ориентирована на восстановление взаимодействий с малыми углами между треками вторичных частиц и с K_S^0 -мезонами. Программа написана на языке ФОРТРАН, имеет модульную структуру и организована на ЭВМ СДС-6500 в виде библиотеки перманентных файлов непрямого доступа. Память, занимаемая загрузочным модулем составляет 110 Кслов. С помощью программы было обработано свыше миллиона событий со средней скоростью - 4 события в секунду.

Программа может быть использована для геометрической реконструкции событий, зарегистрированных спектрометрами частиц высоких энергий, аналогичных установке ГИПЕРОН.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
1. Введение	1
2. Общее описание	1
3. Инициализация	2
<i>FORK</i>	2
4. Чтение и раскодировка	4
5. Управляющая программа	5
<i>RECEV</i>	5
6. Предварительная проверка первичной информации	7
<i>HODTRG</i>	8
<i>NSPXTRU</i>	8
<i>NSPYTRU</i>	9
7. Упорядочивание данных перед процедурой реконст- рукции треков	10.
<i>NIB</i>	10
<i>OCCUMYP</i>	10
<i>NSPTAUE</i>	11
<i>SPARPAC</i>	11
<i>SORTIS</i>	11
<i>COPYNP</i>	11
<i>RETSNAM</i>	11
<i>OCCUPY</i>	12
8. Реконструкция треков	12
8.1. Процедура поиска "базовых прямых"	13
<i>EXPELCH</i>	13
<i>TRECAV</i>	14
8.2. Определение "базовой прямой"	15
<i>IEQUAL</i>	15

	Стр.
LIMAB	16
LIMAGN	16
LIMHOD	16
8.3. Поиск точек, принадлежащих треку	17
FINDSPT	17
NLTRUE	18
FITAB	18
OCCUTRE	19
SPMIN	19
8.4. Критерии отбора треков	20
CONTRAC	20
MAXNL	20
INCLTR	20
ABSORT	20
9. Реконструкция события	21
TREBLC	21
BINDY	22
IRSORT	23
SORTM	23
RTM	23
BINDX	24
10. Запись информации на ЛСР	25
FORMDST	25
DST1	25
DST2	25
STORE	25
II. Контроль координат и определение эффективностей для трековых детекторов	25

	Стр.
<i>STTI</i>	27
<i>STATREC</i>	27
<i>STATMOD</i>	28
<i>FINCONS</i>	28
<i>FINISH</i>	28
I2. Печать информации	29
<i>XPRINT</i>	29
<i>PRIDAT</i>	29
<i>PRICALX</i>	29
<i>TRACPR</i>	29
I3. Гистограммирование	30
I4. Заключение	30
Литература	32
Подписи к рисункам	33

1. Введение

В настоящей работе описывается программа геометрической реконструкции многотрековых событий (программа FORK), регистрируемых установкой ГИПЕРОН (рис.1,2). С помощью спектрометра ГИПЕРОН /1/ проводится широкий круг исследований на серпуховском ускорителе. Одним из изучаемых процессов является инклюзивное образование K_s^0 , $K^{*0}(890)$ и ϕ -мезонов в адрон-ядерных взаимодействиях /2,3/, приводящих к образованию многочастичных событий. Программа FORK была разработана с целью анализа таких событий и входит в состав системы математического обеспечения установки ГИПЕРОН /4-13/.

При создании алгоритма распознавания /11/ было проведено тщательное исследование особенностей регистрируемых событий с визуализацией наиболее сложных из них. Разработанный алгоритм распознавания многотрековых событий адекватен конфигурации установки /1/ и исследуемой физической задаче. Он содержит новые элементы по сравнению с ранее описанными в работах /14-18/.

2. Общее описание

Программа геометрической реконструкции событий FORK (рис.3) предназначена для: поиска траекторий заряженных частиц, определения геометрических параметров треков, отбора треков по определенным критериям, отбора событий заданных топологий, записи на магнитную ленту (МЛ) отобранных событий.

Программа написана на языке ФОРТРАН и реализована на ЭВМ СДС-6500. Программа имеет модульную структуру, которая облегчает ее проверку и внесение необходимых изменений. Она хранится в

памяти ЭВМ в виде библиотеки перманентных файлов непрямого доступа /19/. Длина загрузочного модуля составляет 110 Кслов. Скорость работы зависит от характера обрабатываемой информации и составляет в среднем 4 соб./сек. Программа может распознавать до 20 треков в событии. В конце обработки заданного массива событий печатается протокол, позволяющий контролировать процесс обработки событий.

Программой используются 6 файлов. Первичная информация вводится с файла TARE5, геометрические константы вводятся с файла TARE6, границы параметров, указатели, определяющие значение переключателей, другая числовая информация вводятся с файла INPUT. Лента суммарных результатов (ЛСР) формируется на файл TARE1, скорректированные геометрические константы записываются на файл TARE10, периодическая печать выводится с файла OUTPUT.

Используемые величины задаются в миллиметрах, радианах, гигаэлектрон-вольтах (ГэВ).

Система координат такова: ось Z направлена по пучку, ось X - вертикально, а ось Y - горизонтально таким образом, чтобы все три оси составляли правую систему координат. Центр системы связан с центром магнита MC-12.

3. Инициализация

Подготовка программы и файлов к работе проводится в основной программе FORK. С INPUT файла считывается информация, задающая конфигурацию установки, критерии отбора треков и событий, константы, определяющие различные режимы работы программы. С файла TARE6 считывается таблица характеристик трековых детекторов. Эта информация заносится в массивы:

/ISORF/ ISORF (53)

ISORF (N) - тип (номер) проекции *N*-го детектора (1 соответствует X проекции, 2 соответствует Y проекции).

/ISIG/ ISIGXY (36, 2)

ISIGXY (I, NU) - модуль этого числа задает расстояние между центрами соседних элементов ^{*} I-го детектора *NU*-ой проекции, а знак числа задает направление считывания информации с этого детектора (*NU* принимает значения $1 \equiv X$ и $2 \equiv Y$).

/CORXY/ CORXY (36, 2)

CORXY (I, NU) - координата первого элемента I-го детектора в *NU*-ой проекции.

/ANGL/ ANGLXY (36, 2)

ANGLXY (I, NU) - угол поворота элементов I-го детектора относительно X или Y оси.

/ZCXY/ ZCXY (36, 2)

ZCXY (I, NU) - Z-координата I-го детектора *NU*-ой проекции.

Для каждого детектора задается область, в пределах которой ищутся трековые точки: */DELTA/ DELTA (53)* .

В программе используется косвенная адресация, поэтому заполняются два массива номеров детекторов:

1. */NCHFLOW/ NCHFLOW (53)*

NCHFLOW (N) - номер детектора в X(Y) проекции, имеющего общий порядковый номер *N* .

2. */NUCH/ NCH (36, 2)*

NCH (I, NU) - общий порядковый номер для детектора, имеющего в проекции *NU* номер *I* .

^{*} Элементом трекового детектора является проволока в проволочной камере или один сцинтилляционный счетчик в годоскопе.

Число детекторов в X проекции задается константой NCX , а в Y - константой NCY . Для каждого трекового детектора функцией $WEITCH$ определяется вес, связанный с координатным разрешением, по формуле:

$$WEITCH(N) = 9. / ISIGXY(I, NU) ** 2 \quad (I)$$

Полученные значения весов заносятся в массив $/WEIT/WEIT(53)$. При необходимости подпрограмма $STARTNB$ проводит определение гистограмм в рамках пакета программ статистической обработки $NBOOK /20/$. Затем управление передается в подпрограмму $RDTAPE /10/$, осуществляющую чтение первичной информации. После окончания обработки заданного объема первичной информации проводится печать итоговых результатов.

При аварийном прекращении счета управление передается программой $INTL, RETURNS$ на блок печати итоговой информации.

4. Чтение и декодировка

Первичная экспериментальная информация, зарегистрированная установкой ГИПЕРОН, записана на магнитных лентах (МЛ) с помощью ЭВМ ЕС-1010. Форма записи МЛ, информация, содержащаяся в каждом из используемых типов записей, а также процесс декодировки этой информации подробно описаны в работе $/10/$. Блок-схема программы чтения - $RDTAPE$ и декодировки $DISREC$ приведена на рис.4. Информация с трековых детекторов выдается, для последующего использования в подпрограмме $RECEV$, в виде

$/SPARK/XX(20, 53), NSP(53)$

$NSP(N)$ - число сработавших элементов N -го детектора,

$XX(J, N)$ - порядковый номер J -го сработавшего элемента в

N -ом детекторе.

5. Управляющая программа

Управление процессом реконструкции события осуществляется в подпрограмме *RECEV*. На первом этапе проводится обращение к подпрограммам подготовки информации *NIB*, *OCCURYN*.

Подпрограмма *NIB* осуществляет отбор только тех точек, которые попали в рабочую область для данного трекового детектора.

В подпрограмме *OCCURYN* информация о работе годоскопов заносится в специальные массивы.

В подпрограмме *SPARAC* осуществляется операция кластеризации сработавших элементов детектора. В случае срабатывания нескольких соседних элементов эти элементы рассматриваются как один эффективный элемент с координатой $X (Y)$

$$X = X_0 + S \cdot h \cdot \frac{n-1}{2} \quad (2)$$

где X_0 - координата первого элемента в группе подряд сработавших элементов, n - количество элементов в группе, h - расстояние между центрами соседних элементов, $S = \pm 1$ - определяет направление считывания элементов.

Функция *NSTRUE* выдает разрешение на продолжение обработки в том случае, если выполняются условия "офф лайн" триггера (см. с.7), задаваемые в функциях *NSPXTRU* и *NSPYTRU* для детекторов в X и Y проекциях, соответственно.

Реконструкция треков проводится последовательно, сначала в Y проекции, а затем в X проекции. Порядок реконструкции определяется тем, какое место занимает номер блока в массиве *NORDER(5,2)*, который задается в операторе *DATA*. Этот мас-

сив определен таким образом, что реконструкция начинается в блоках за электромагнитом МС-12. На каждом последующем этапе используется информация о треках, полученная на предыдущих этапах.

Перед началом распознавания треков в блоке задаются следующие константы:

$NBL1$, $NBL2$ - номера первой и последней камер блока в соответствующей проекции;

$AGMIN$, $AGMAX$; $BGMIN$, $BGMAX$ - минимальное и максимальное значения, которые могут принимать параметры треков А и В при поиске треков в данном блоке (см. формулу (5));

MP - минимальное число точек, при котором совокупность точек может считаться треком.

Для обработки информации в некоторых блоках требуется вызов подпрограмм: *RETSNAM*, *OCCUPHD* .

В подпрограмме *RETSNAM* информация о работе повернутых камер заносится в специальные массивы и номера повернутых камер удаляются из массива, содержащего номера камер, составляющих блоки 3У и 3Х.

В подпрограмме *OCCUPHD* информация от годоскопов, участвующих в реконструкции треков (в 5У и 4У блоках), заносится в массивы, содержащие информацию о работе трековых детекторов, составляющих эти блоки.

Перед началом реконструкции треков в подпрограмме *OCCUPY(NBL1, NBL2)* информация от камер данного блока заносится в специальные массивы.

Процесс реконструкции треков на данном блоке осуществляет подпрограмма *TREBLC* . После выхода из нее проверяется достаточно ли треков восстановлено на данном блоке для реконструкции события нужной топологии. Число треков NT должно удовлетворять

УСЛОВИЮ

$$NTRIG(J, NU, 1) \leq NT \leq NTRIG(J, NU, 2), \quad (3)$$

чтобы обработка данного события продолжалась, где $NTRIG(J, NU, 1)$ - минимальное число треков, которое требуется распознать в J -ом блоке NU -ой проекции, а $NTRIG(J, NU, 2)$ - максимально возможное число треков, распознанных в этом блоке.

Подпрограмма $Y4Y3$ объединяет информацию о треках, найденных в $4Y$ и $5Y$ блоках, в единый массив.

Взаимосвязь треков, найденных в разных блоках, осуществляется в подпрограммах $BINDY$ и $BINDX$. Подпрограмма $BINDY$ устанавливает взаимосвязь треков в Y плоскости до и после спектрометрического магнита MC-12. Подпрограмма $BINDX$ устанавливает взаимосвязь между проекциями траектории одной частицы на X и Y плоскостях в области от мишени до спектрометрического магнита.

На последнем этапе подпрограммой $TRACPR$ проводится печать информации о реконструированном событии и подпрограммой $FORMDST$ осуществляется запись этой информации на ленту суммарных результатов.

6. Предварительная проверка первичной информации

Для сокращения времени счета на начальном этапе обработки проводится проверка первичной информации по ряду критериев (т.н. "мягких"). Проверяется как общее число сработавших трековых детекторов, так и число сработавших элементов на каждом из них. Эти критерии меняются при изменении эффективности работы и расположения детекторов, а также при изменении условия запуска установки.

В подпрограмме *HODTR* проверяется выполнение формулы запуска установки на основных триггерных элементах — годоскопах Γ_1 — Γ_3 . Невыполнение триггерного условия приводит к прекращению обработки данного события. Наличие фона, вызванного электромагнитными ливнями, а также шумом фотоумножителей, в некоторых случаях приводит к срабатыванию N и более элементов одного годоскопа ($N = 6+8$). Это обуславливает необходимость ввести "ограничение сверху" на число сработавших элементов годоскопа. В случае, когда число сработавших элементов больше N , обработка события прекращается. Основная используемая информация находится в массивах *NBTRIG(8)* и *NBTRIGM(8)* (задаются в операторе *DATA*). *NBTRIG(I)* — минимально допустимое число сработавших элементов I -го годоскопа. *NBTRIGM(I)* — максимально допустимое число сработавших элементов I -го годоскопа.

Обработка события проводится при выполнении ряда условий, отвечающих специфике изучаемого типа реакций. Далее приведены условия, использовавшиеся при обработке событий, в которых пучковыми частицами были K^+ -мезоны.

В подпрограмме-функции *N.SPXTRU* анализируется информация с трековых детекторов в X -плоскости. Обработка события продолжается при выполнении следующих условий.

1. На последней ПК в 2X блоке должно быть не больше двух сработавших проволок.
2. На хотя бы трех камерах 2X блока должно быть не менее чем по одной сработавшей проволоке.
3. Из трех ПК (ПК-6) 3X блока хотя бы две должны иметь одну и более сработавших проволок.
4. Из двух ИПК (ИПК-1) 3X блока хотя бы одна должна иметь две и более сработавших проволок.

5. На повернутой *U* -камере (ПК-7) должно быть не менее одной сработавшей проволоки.

6. Число камер в 3X блоке, удовлетворяющих условиям 3 и 4, должно быть не меньше МР.

В подпрограмме-функции *NSDYTRU* анализируется информация с трековых детекторов в *Y* плоскости. Обработка события продолжается при выполнении следующих условий.

I. На последней ПК в *2Y* блоке должно быть не больше двух сработавших проволок.

2. На хотя бы трех камерах *2Y* блока должно быть не менее чем по одной сработавшей проволоки.

3. Из трех ПК (ПК-6) *3Y* блока хотя бы две должны иметь не менее чем по две сработавшие проволоки.

4. Из трех ИПК (ИПК-1) *3Y* блока хотя бы одна должна иметь не менее двух сработавших проволок.

5. На повернутой *V* -камере (ПК-7) должно быть не менее двух сработавших групп (в группе по 4 проволоки).

6. Число камер в *3Y* блоке, удовлетворяющих условиям 3 и 4, должно быть не менее МР.

7. Из 5 камер (ИПК-2) хотя бы на трех должно быть по две сработавших проволоки.

8. На ПК-8 должно быть не менее одной сработавшей проволоки.

9. На ПК-9 и ПК-10 должно быть не менее одного срабатывания.

10. Из четырех плоскостей ИПК-3 или ИПК-4 хотя бы на двух должно быть по одной сработавшей проволоки.

II. Суммарное число камер в *4Y* или *5Y* блоке, удовлетворяющих условиям 7-10, не должно быть меньше МР.

7. Упорядочивание данных перед процедурой реконструкции треков

После раскодировки информация проверяется на принадлежность к рабочей области детектора, выполняется кластеризация сработавших элементов и заполняются массивы, используемые при реконструкции события.

В подпрограмме *NIB* число сработавших элементов ограничивается двадцатью. Оставляется информация только с тех элементов, которые имеют номера в интервале от $OLX(I)$ до $UPX(I)$.

$/UPX/UPX(53), OLX(53)$

$OLX(I)$, $UPX(I)$ - номера элементов на границах рабочей области детектора.

Основная информация находится в $/NSXY/NS(36, 2)$.

$NS(I, NU)$ - число сработавших элементов в I -ой камере NU -ой проекции.

$/XYNXY/XM(20, 36, 2)$

$XM(J, I, NU)$ - номер J -го сработавшего элемента в I -ой камере NU -ой проекции.

$/NEWSH/NXC, NYC$

NXC - число сработавших детекторов в X плоскости,

NYC - число сработавших детекторов в Y плоскости.

В подпрограмме *OSSEUNYR* информация, относящаяся к годоскопам Γ_1 - Γ_4 , передается из общих массивов в массивы, специально отведенные под годоскопы. Координаты сработавших элементов вычисляются по формуле:

$$XHODOS(I, J) = XM(J, NB, NU) * ISIGXY(NB, NU) + CORXY(NB, NU) \quad (4)$$

Входная информация находится в $/CORXY/CORXY(36,2)$ (см. с.3),
 $/ISG/ISIGXY(36,2)$ (см. с.3).

Основная выходная информация находится в

$/NUMODOS/NUMODOS(4)$

$NUMODOS(I)$ - порядковый номер I-го годоскопа в проекции $Y(X)$ (задается оператором $DATA$).

$/HODOS/NPHODOS(4), ZHODOS(4), XHODOS(20,4)$

$NPHODOS(I)$ - число сработавших элементов на I-ом годоскопе,

$ZHODOS(I)$ - Z -координата I-го годоскопа,

$XHODOS(I)$ - $Y(X)$ -координаты сработавших элементов I-го годоскопа.

Подпрограмма-функция $NS,TRUE(KLAST)$ принимает значение $I(0)$, если первичной информации достаточно (не достаточно) для реконструкции события. Из нее вызываются подпрограммы

$SPARPAC$ и $SORTIS$. В подпрограмме

$SPARPAC(NBL1, NBL2, KLAST(NB))$ осуществляется кластеризация по формуле (2). Подпрограмма $SORTIS(NBL1, NBL2)$ располагает элементы массива $/XYNXY/XM(20,36,2)$ в порядке возрастания.

Подпрограмма $COPYNP$ проводит копирование информации из двумерного массива $NS(36,2)$ в одномерный $/ARR/NP(36)$, где $NP(I)$ - число сработавших элементов I-го детектора.

В подпрограмме $RETCHAM$ информация о работе двух повернутых камер ПК-7 заносится в массивы

$/RET/ZV(2), NPV(2), ARV(20,2)$

$ZV(I)$ - Z -координата I-ой повернутой камеры,

$NPV(I)$ - число сработавших элементов на I-ой повернутой камере,

$ARV(J, I)$ - $U(V)$ координата J -го сработавшего элемента на I -ой повернутой камере.

В подпрограмме $OCCUPY(NFI, NLAS)$ информация с камер, входящих в один блок, с номерами от NFI до $NLAS$ заносится в массивы

$/NUCH/NCHXX(20)$

$NCHXX(K)$ - порядковый номер K -ой камеры в $X(Y)$

проекции,

$/NSP/N, NSP(20)$

N - число камер в данном блоке,

$NSP(K)$ - число сработавших элементов в K -ой камере.

$/X1/X1(20, 20), Z1(20)$

$Z1(K)$ - Z -координата K -ой камеры,

$X1(J, K)$ - $X(Y)$ координата J -го элемента на K -ой камере. Эти координаты определяются по формуле (4).

8. Реконструкция треков

Используемый метод распознавания треков описан в /II/ и заключается в следующем. Через две точки на камерах i и k (например, в одном из Y блоков) проводится прямая линия, называемая "базовой прямой". Камеры i и k в дальнейшем будем называть "базовыми камерами".

$$Y = A \cdot Z + B \quad (5)$$

При этом параметры прямой линии должны находиться в заданных интервалах. На камерах j , находящихся между камерами i и k ($i < j < k$), ищутся точки, ближайšie к треку и расположен-

ные в пределах заданной области относительно прямой (5). Если количество таких точек больше или равно MP , то считается, что найден "кандидат в трек". На первом шаге в качестве камер " i " и " k " выбираются крайние камеры блока, далее происходит последовательное смещение ($i \rightarrow i+1, k \rightarrow k-1$) "базовых камер" от краев блока к его середине до тех пор, пока число плоскостей между "базовыми" не окажется равным $MP - 2$. Найденные точки "кандидата в трек" запоминаются. Для каждого детектора в отдельности определяется: удалять ("вычеркивать") или нет эти точки из общего массива точек, подлежащих последующему распознаванию.

Для повышения эффективности распознавания трека с сохранением участия в треке точек, зарегистрированных на камерах с заданных подблоков, введено требование на наличие минимального числа точек, участвующих в треке для каждого подблока (подблок - группа близко стоящих камер). Данная процедура не описана ранее в литературе. Она дает возможность, не уменьшая существенно точности определения параметров (поскольку фиксируется длина трека), уменьшить минимально необходимое количество точек на трек и тем самым увеличить эффективность восстановления треков. Поиск треков продолжается до тех пор, пока не будут рассмотрены все возможные варианты "базовых прямых", либо пока не будет найдено максимально допустимое число треков в данном блоке.

8.1. Процедура поиска "базовых прямых"

В процессе распознавания треков происходит уплотнение массивов с информацией о сработавших элементах трековых детекторов для данного блока камер.

В подпрограмме *EXPELCH* из массивов координат удаляются координаты точек, использованных при реконструкции трека для

(для камер, в которых проводилось удаление точки). Если после этого на камере не остается точек или она не имела их сначала, то ее номер устраняется из массива, содержащего номера камер в блоке, а массивы координат уплотняются.

Основная используемая информация находится в $/NSP/N, NSP(20) / X1/X1(20, 20), Z1(20) / NUCK/NCHXX(20)$ (см. с.12) $/MP/MP$ - в данном случае имеет смысл минимально допустимого при реконструкции трека числа камер в блоке. Если $N < MP$, реконструкция треков на данном блоке прекращается.

В подпрограмме *TRECAE* осуществляется определение и перебор "базовых прямых" путем перебора номеров "базовых плоскостей" I и K и точек J и L на них. Параметры "базовой прямой" определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} A &= (X_2 - X_\phi) * Z_{0B} \\ B &= X_\phi - A * Z_\phi \end{aligned} \quad (C)$$

где $Z_\phi = Z1(I)$ - Z-координата I-ой камеры,

$$Z_{0B} = 1. / (Z1(K) - Z1(I))$$

$X_\phi = X1(J, I)$ - X(Y) координата J-ой точки на I-ой камере, $X_2 = X1(L, K)$ - X(Y) координата L-ой точки на K-ой камере.

При выходе из данного цикла, в случае распознавания трека, запоминаются текущие значения счетчиков цикла

$$/SAVEDO/ IS, KS, JS, LS, IFLAG, NEX$$

IS, JS - текущий номер первой "базовой камеры" и точки на ней; KS, LS - текущий номер второй "базовой камеры" и точки на ней.

Переменная *IFLAG* определяет характер входа в цикл по определению параметров "базовых прямых".

IFLAG = 0 соответствует либо входу в начало цикла, либо продолжение цикла без изменения параметров цикла.

IFLAG = 1 - вход в цикл с запомненными текущими параметрами, соответствующими найденному на предыдущем этапе треку.

NEX - число камер в блоке. Параметр используется для проверки, изменилось ли число камер в блоке перед началом поиска следующего трека. Если да, то параметру *IFLAG* присваивается нулевое значение.

Основная информация находится в
/ *NOTSP/NOTSP(20)*

NOTSP(I) - номер точки, вошедшей в трек с *I*-ой камерой.

8.2. Определение "базовой прямой"

До начала поиска точек в заданной области вблизи данной "базовой прямой" проверяется:

- а) не принадлежат ли обе точки "базовой прямой" одному из уже найденных треков;
- б) находятся ли параметры "базовой прямой" в заданных интервалах;
- в) удовлетворяют ли параметры "базовой прямой" в некоторых блоках ряду специальных условий.

Проверка (пункт а) осуществляется с помощью подпрограммы-функции *IEQUAL (IFI, XSPI, KLAS, XSPK)*

Здесь: *IFI* - номер первой "базовой" камеры, *XSPI* - координата точки на *IFI*, *KLAS* - номер второй "базовой" камеры, *XSPK* - координата точки на *KLAS*.

$IEQUAL = 1$ - новая "базовая прямая",
 $IEQUAL = 0$ - точки входят в уже найденный трек.

Используемая информация содержится в

$(ALLTRAC/NCHAMTR(20, 19), XTR(20, 19), NLTR(19))$

$NCHAMTR(J, I)$ - номер камеры, давшей J -ую точку для I -го трека,

$XTR(J, I)$ - $X(Y)$ координата J -ой точки в I -ом треке,

$NLTR(I)$ - число точек в I -ом треке.

С помощью подпрограммы-функции $LIMAB(AT, BT)$ проверяется: не выходят ли параметры AT , BT "базовой прямой" за границы параметров для данного блока (пункт б). Граница для параметра B для блока ZX устанавливается на выходе из магнита $MC-12$

$$B = AT * ZOUTMAG + BT \quad (7)$$

$ZOUTMAG = 2358,2$ задается оператором $DATA$.

В подпрограмме-функции $LIMAGN(BT)$ проверяется условие (пункт в)

$$|BT - B| < BMGDEL \quad (8)$$

где BT - параметр трека в ZY блоке, B - параметр для одного из найденных за магнитом $MC-12$ треков, $BMGDEL = 25$. Эта проверка не производится при переработке ленты суммарных результатов, содержащей первичную информацию о событии (LSP1).

Подпрограмма-функция $LIMHOD(AT, BT)$ осуществляет "временную привязку" "базовой прямой" в блоках за спектрометрическим магнитом (пункт в). Проверяется пересекает ли "базовая прямая" сработавшие элементы хотя бы двух годоскопов. Это условие

изменяется в зависимости от того, какие годоскопы и каким образом введены в формулу запуска спектрометра.

8.3. Поиск точек, принадлежащих треку

Подпрограмма $FINDSPT(A, B, IFI, JFI, KLAS, LLAS)$ отбирает точки на камерах, находящихся между "базовыми плоскостями" в заданной области вблизи "базовой прямой". A, B - параметры "базовой прямой"; $IFI, KLAS$ - номера "базовых камер"; $JFI, LLAS$ - номера точек на "базовых камерах", через которые проведена "базовая прямая".

В каждой плоскости блока камер ищется точка, минимально удаленная от "базовой прямой" и удовлетворяющая условию

$$|XDEL| \leq DELTA(NCHXX(I)) \quad (9)$$

$XDEL$ - отклонение точки от "базовой прямой", $DELTA(NCHXX(I))$ - размеры области, в пределах которой осуществляется поиск трековых точек на I -ой камере, $NCHXX(I)$ - порядковый номер I -ой камеры в $X(Y)$ плоскости.

Минимально удаленная точка находится подпрограммой $AMIN$. Если число точек, удовлетворяющих условию (9), не меньше MP , то такая совокупность точек считается треком. Информация о точках, принадлежащих данному треку, заносится в массивы:

$X(20), X(I)$ - $X(Y)$ координата трековой точки;

$Z(20), Z(I)$ - Z' - координата трековой точки.

$INBGEOM/NCHAMP(20)$

$NCHAMP(I)$ - порядковый номер в плоскости I -ой камеры в блоке, давшей трековую точку.

INL/NL - число трековых точек.

Подпрограмма-функция $NLTRUE(NL)$ проверяет: входит ли в трек хотя бы заданное число точек с камер, составляющих подблок. Информация о номерах камер, составляющих подблоки, находится в массиве $IWCHAMP(IWC, NBLREC, NU)$

IWC - номер камеры в подблоке,

$NBLREC$ - номер блока в проекции,

NU - номер проекции $X(Y)$.

$NGROOP(IGR, NBLREC, NU)$ - номера камер, являющихся последними в подблоках,

IGR - номер подблока.

$LGROOP(IGR, NBLREC, NU)$ - минимальное число точек, которое должно войти из данного подблока в трек.

Если в каждом подблоке в трек вошло заданное число точек, то

$NLTRUE = NL$, в противном случае $NLTRUE = 0$.

В подпрограмме $FITAB(N, X, Z)$ определяются параметры трека А и В:

$$A = \frac{\sum [X(I)Z(I)W(I)] \sum [W(I)] - \sum [X(I)W(I)] \sum [Z(I)W(I)]}{\sum [Z(I)Z(I)W(I)] \sum [W(I)] - \sum [Z(I)W(I)]^2} \quad (I0)$$

$$B = \frac{\sum [X(I)W(I)] \sum [Z(I)Z(I)W(I)] - \sum [X(I)W(I)] \sum [Z(I)W(I)]}{\sum [Z(I)Z(I)W(I)] \sum [W(I)] - \sum [Z(I)W(I)]^2} \quad (II)$$

Суммирование проводится от I до N, где N - число точек трека.

Информация находится в

$IWEIT/W(53)$

$W(NCHAMP(I))$ - связанный с координатным разрешением вес I-ой камеры.

$INBGEOM/NCHAMP(20)$

$NCHAMP(I)$ - общий порядковый номер I-ой камеры.

$X(I), Z(I)$ - $X(Y)$ и Z - координаты трековых точек.

Ошибки в параметрах А и В, их корреляционный член, а также χ^2 на степень свободы определяются по формулам:

$$DA = \left\{ \frac{N}{N-2} \frac{\sum \{W(I)[X(I) - A \cdot Z(I) + B]^2\}}{\sum [W(I)] \sum [Z(I)^2 W(I)] - [\sum Z(I) W(I)]^2} \right\}^{1/2} \quad (12)$$

$$DB = \left\{ \frac{1}{N-2} \frac{\sum \{W(I)[X(I) - A \cdot Z(I) - B]^2 \cdot \sum [Z(I)^2 W(I)]\}}{\sum W(I) \sum [Z(I)^2 W(I)] - [\sum Z(I) W(I)]^2} \right\}^{1/2} \quad (13)$$

$$DAB = \frac{1}{N-2} \cdot \frac{\sum \{W(I)[X(I) - A \cdot Z(I) - B]^2\} \sum Z(I) W(I)}{\sum [W(I)] \sum [Z(I)^2 W(I)] - [\sum Z(I) W(I)]^2} \quad (14)$$

$$SIG = \sqrt{\chi^2 / (N-2)} = \left\{ \frac{1}{N-2} \cdot \sum \{W(I)[X(I) - A \cdot Z(I) - B]^2\} \right\}^{1/2} \quad (15)$$

Информация выдается в виде /FIN/A, B, DA, DB, DAB, SIG.

Подпрограммой OCCUTRE (NL, X) номера камер, зарегистрировавших точку трека и координаты этих точек, заносятся в массивы

/ALLTRAC/ NCHAMTR(20,19), XTR(20,19), NLTR(19).

Подпрограмма SPMIN удаляет из массивов /X1/ точки, принадлежащие треку, для камер, не указанных в массиве

NOTMIN(12,5,2) (задаваемом оператором DATA). Номера принадлежащих треку точек находится в /NOTSP/ NOTSP(20).

NOTSP(I) = L - номер принадлежащей треку точки на I-ой камере.

В случае, когда номер зарегистрированной трековую точку камеры совпадает с NOTMIN(I, NBLAKE, NU), в NOTSP(I) заносится 0.

8.4. Критерии отбора треков

В программе предусмотрен отбор из совокупности найденных тех треков, которые удовлетворяют дополнительным условиям. Отличительным признаком служит число точек в треке, наличие точки от определенных камер.

Подпрограмма *CONTRAC* осуществляет обращение к определенной подпрограмме в зависимости от номера ^{блока} основной информации находится в

/NBLREC/ NBLREC - номер блока,
/NU/ NU - номер проекции,
/ITRAC/ ITRAC - число найденных треков.

В *DATA* задаются номера камер, наличие точки от которых в треке требуется обязательно.

В подпрограмме *MAXNL(L)* из совокупности треков (*ITRAC*) выделяются треки, имеющие максимальное число точек. Номера выделенных треков заносятся в *ICONTR(L)*, находящийся в */ICONTR/ICONTR(19)*. Выходной параметр *L* соответствует числу отобранных треков.

Подпрограмма *INCLTR(L, NCHPK)* отбирает треки, включающие точку с камеры под номером *NCHPK*. При *NCHPK = 0* поиска треков с заданными параметрами не происходит. Номера треков, содержащие вклад от *NCHPK*, заносятся в массив *ICONTR(19)*. *L* - число треков, удовлетворяющих данному условию.

Подпрограмма *ABSORT(L)*, используя *ICONTR(19)*, уплотняет массивы, содержащие параметры треков. После этого число треков изменяется по формуле $ITRAC = L$.

9. Реконструкция события

Событие считается восстановленным, когда найдено хотя бы минимально требуемое число треков в каждом из блоков, найдено соответствие между треками, реконструированными до и после спектрометрического магнита в Y плоскости, а также пространственное соответствие X и Y проекции одного и того же трека в области от мишени до электромагнита MC-12.

Подпрограмма *TREVLС* осуществляет управление распознаванием треков на отдельном блоке. Информация о найденных треках заносится в

/NTRACK/ NTRACK (5, 2)

NTRACK(NB, NU) - число треков, найденных в NB -ом блоке NU -ой проекции,

/NPOINT/ NPOINT (5, 19, 2)

NPOINT(NB, I, NU) - число точек в I -ом треке,

/AB/ A(5, 19, 2), B(5, 19, 2)

A(NB, I, NU), B(NB, I, NU) - параметры I -го трека,

/DAB/ DA(5, 19, 2), DB(5, 19, 2)

DA(NB, I, NU), DB(NB, I, NU) - ошибки в параметрах I -го трека,

/SIG/ SIG(5, 19, 2)

SIG(NB, I, NU) - χ^2 на степень свободы для совокупности точек, составляющих I -ый трек.

Всего ищется *NFINEBL* треков. Это число задается в

INPUT файле и находится в массиве */NFINE/ NFINE(5)*.

Максимально ищется 19 треков. Число найденных в блоке треков находится в */ITRAC/ ITRAC*.

В подпрограмме *BINDY* устанавливается соответствие в Y проекции между треками, найденными до и после спектрометрического магнита MC-12. Для каждого трека, найденного в блоках $4Y$ и $5Y$, находятся такие треки, найденные в блоке $3Y$, для которых одновременно выполняются условия

$$\begin{aligned} BDFLER &< WBINDY \\ |BDEL| &< BMGDEL \end{aligned} \quad (I6)$$

где $BDFLER = |BDEL|/ER$; $BDEL$ - расстояние в ZOY плоскости между рассматриваемыми треками при $Z = -12$ ($BDEL = B_1 - B_2$); ER - ошибка в определении $BDEL$,
 $ER = \sqrt{\Delta B_1^2 + \Delta B_2^2}$; $\Delta B_1, \Delta B_2$ - ошибки параметров B для обоих треков; $WBINDY = 5$ - подбираемая константа; $BMGDEL = 25$ задаются в *DATA*. Если для треков, прошедших критерий (I6), угол отклонения в магнитном поле меньше $\theta_{BEAM} = 0,055$, то считается, что зарегистрирована пучковая частица.

Вообще говоря, с треком, найденным на блоке $3Y$, могут "сшиваться" несколько треков, найденных на блоках $4Y$ и $5Y$. На основе минимальности $BDEL$ в подпрограмме *IRSORT* отбирается одна лучше "сшившаяся" пара треков. Событие считается удовлетворительно восстановленным в Y проекции, если найдено не менее чем по одной паре треков (не считая пучковых треков) с противоположными по знаку углами отклонения в магнитном поле.

Основная информация содержится в

IPM/..., *DEF(19)*

DEF(I) - угол отклонения I -ой пары треков в магнитном поле,

JP/JP - число идентифицированных пар

SUBROUTINE IRSORT(IK, IRR, BMINIR)

Если число пар треков КК больше двух, то проверяется: нет ли среди сшившихся треков, таких треков в 4Y и 5Y блоках, которые сшивлись с несколькими треками в блоке 3Y. В этом случае отбирается та пара, которая имеет наименьшее расстояние $BDEL$ между треками.

$IRR(I)$ - номер трека, принадлежащего I-ой паре, за магнитом,

$BMINIR(I)$ - расстояние между треками I-ой пары в центре магнита. После устранения пар треков, не удовлетворяющих заданным критериям, уплотняются массивы.

SUBROUTINE SORTM(K)

Проводит упорядочивание номеров треков, найденных в 3Y блоке. Сначала располагаются треки, сшившиеся с треками за магнитом, затем треки, не имеющие продолжения за магнитом. Восстановление всех треков в блоках 3Y и 3X проводится при переработке сырой информации записанных на ЛСПИ событий (при $IFDSTRE = 0$). Это дает более полное представление о зарегистрированном процессе и, в частности, помогает выделить фон от распадов $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-$ глюковых K^+ -мезонов.

SUBROUTINE RTM(N, L)

Проводит упорядочивание информации о найденных треках в соответствии с номерами "сшивок", в которые эти треки входят.

N - номер блока,

L - число треков в блоке.

Основная используемая информация находится в

$IR/IR(19)$

$IR(I)$ - текущий номер трека, вошедшего в I-ую пару треков.

SUBROUTINE BINDX

Проводит сопоставление X и Y проекций пространственного трека при помощи повернутых на $\pm 45^\circ$ камер (ПК-7). Процедура осуществляется сначала с использованием первой камеры, а затем, для не "сшившихся" в пространстве проекций, используется информация от второй камеры. Переход из системы координат установки в систему координат повернутой камеры осуществляется по формулам

$$V = (A_x \cdot Z_v + B_x) \cos \alpha_v + (A_y \cdot Z_v + B_y) \cdot \sin \alpha_v \quad (17)$$

где A_x, B_x, A_y, B_y -- параметры X и Y треков; α_v -- угол поворота повернутой камеры; Z_v -- Z-координата этой камеры.

Треки считаются "сшившимися", если одновременно выполняются условия

$$\begin{aligned} ERVDEL &< WBINDX \\ |VDEL| &< VDELS \end{aligned} \quad (18)$$

где $ERVDEL = |VDEL| / VDELC$; $VDEL$ -- расстояние между проекцией трека на ось повернутой камеры и ближайшей к ней точкой; $VDELC$ -- ошибка в определении координаты проекции пространственного трека на ось повернутой камеры; $WBINDX = 2$ -- подбираемая константа; $VDELS = 3$ задается в *DATA*. Из "сшившихся" треков выбираются те комбинации, в которых $|VDEL|$ принимает наименьшее значение. Процедура считается успешной, если все Y треки "сшились" с X треками. Если это не так, то найденное соответствие между парами запоминается, а впоследствии используются другие методы для нахождения соответствия X и Y проекций. Информация выводится в *WBINDX/WBINDX (19)*

$NBINDEX(I)$ — номер X трека, который поставлен в соответствие I -ому Y треку.

10. Запись информации

На ЛСР записывается информация двух типов. В подпрограмме *DST1* осуществляется запись первичной информации, упакованной в виде 16 битных слов в 60 битные слова СДС-6500. В подпрограмме *DST2* записывается информация о параметрах треков. Для записи только информативных элементов массивов разной размерности используются подпрограммы: *STORE1*, *STORE2*, *STORE3*. В подпрограмме *FORMDST* определяется, какую информацию записывать. Для этого задается значение параметра *IFDST*:

- = 0 — нет записи ЛСР;
- = 1 — запись ЛСР, содержащей первичную информацию (ЛСР1), и ЛСР, содержащей информацию о реконструированном событии (ЛСР2);
- = 2 — запись ЛСР2.

11. Контроль координат и определение эффективностей детекторов

В процессе обработки осуществляется контроль $X(Y)$ координат первых элементов трековых детекторов. Для этого используется алгоритм, описанный в работе /10/.

Для i -го трека совокупность точек, составляющих трек, например, в Y проекции, аппроксимируется уравнением прямой линии

$$Y_{ik} = A_i Z_k + B_i \quad (19)$$

где A_i, B_i - параметры трека, найденные по формулам (10), (11); i - номер трека; k - номер камеры в блоке. Отклонение трековой точки на k -ой камере от координаты восстановленного трека на этой камере дается формулой

$$\Delta Y_{ik} = R_{ik} - Y_{ik} \quad (20)$$

где R_{ik} - координата трековой точки.

Вычисляются средние значения смещений ΔY_{ik}

$$\delta_k = \sum_{i=1}^N \Delta Y_{ik} / N_k \quad (21)$$

и их погрешности

$$\sigma_k = \sqrt{\sum_{i=1}^N (\Delta Y_{ik} - \delta_k)^2 / (N_k - 1)} \quad (22)$$

где N_k - число треков, в которых присутствуют точки с k -ой камеры.

Выполнение условия

$$|\delta_k| < 5\sigma_k \quad (23)$$

свидетельствует об отсутствии существенных координатных смещений трековых детекторов. Кроме того, эта процедура, в случае необходимости, позволяет уточнить координаты первых элементов трековых детекторов.

Эффективность работы детекторов определяется аналогично /21, 22/

$$\varepsilon_k = \frac{N_k - N'_k}{N - N'_k} \quad (24)$$

где N - число треков, распознанных на данном блоке; N_k - число треков, распознанных с участием точки на k -ой камере; N'_k - число треков, распознанных с участием точки на k -ой камере, причем число точек, составляющих трек, равно MP (предполагается, что число камер в блоке больше MP).

Ошибка в ϵ_k определяется по формуле

$$\delta \epsilon_k = \sqrt{\frac{\epsilon_k(1-\epsilon_k)}{N - N'_k}} \quad (25)$$

Контроль координат и определение эффективностей детекторов осуществляются в подпрограммах *STTI*, *STATREC*, *STATHOD*, *FINCONS*, *FINISH*.

SUBROUTINE STTI

Проводится счет событий, в которых i -ый детектор имел ноль сработавших элементов или более 20 сработавших элементов.

Информация содержится в массивах */CHAM/ST1(53), ST2(53)*.

SUBROUTINE STATREC (NL, X, Z)

Для каждой камеры определяются массивы величин */STATR/SHIFT(53), DISPER(53), NORMIR(53)*

SHIFT(I) - сумма по отклонениям координаты трека в плоскости камеры от координаты, вошедшей в трек точки,

$$SHIFT(I) = \sum [X(I) - A * Z(I) - B] \quad (26)$$

где $X(I)$ - $X(Y)$ - координата трековой точки с I -ой камеры;

$Z(I)$ - Z - координата I -ой камеры; A и B - параметры трека;

DISPER(I) - сумма по квадратам отклонения координаты трека в плоскости камеры от координаты вошедшей в трек точки

$$DISPER(I) = \sum \{ [X(I) - A * Z(I) - B]^2 \} \quad (27)$$

В (26) и (27) суммирование производится по числу найденных треков.

$NORMIR(I)$ - число треков, восстановленных с участием I-ой камеры;

$INCHEFF / CHEFF(53)$

$CHEFF(I)$ - число треков, восстановленных с участием I-ой камеры, причем число точек на каждом треке было минимальным (равным MP);

NL - число точек на данном треке.

SUBROUTINE STATHOJ

Проводится накопление той же информации, что и в *STATREC*, но для годоскопов $\Gamma_1-\Gamma_3$. Перед этим устанавливается: проходил ли трек через сработавший элемент соответствующего годоскопа.

SUBROUTINE FINISH

Проводится вычисление поправок к координатам по формуле

$$SHIFT(I) = SHIFT(I) / NORMIR(I) \quad (28)$$

и среднеквадратичных отклонений

$$\begin{aligned} DISPER(I) = & DISPER(I) / NORMIR(I) - \\ & - SHIFT(I)^2 \cdot NORMIR(I) / (NORMIR(I) - 1) \end{aligned} \quad (29)$$

Определяется эффективность трековых детекторов по формулам (24)-(25). Проводится печать таблиц уточненных координат и эффективностей трековых детекторов.

SUBROUTINE FINCONS

В подпрограмме *FINCONS* координаты первых сигнальных элементов трековых детекторов корректируются по формуле

$$CORXY(NC, NU) = CORXY(NC, NU) - SHIFT(I) \quad (30)$$

где I - общий порядковый номер детектора; NC - порядковый номер этого детектора в NU -ой проекции; $SHIFT(I)$ - найденная по формуле (28) поправка к координате первого сигнального элемента детектора; $CORXY(NC, NU)$ - начальное значение координаты первого сигнального элемента NC -ой камеры в NU -ой плоскости. Уточненные значения координат первых элементов детекторов записываются в файл TAPE10.

12. Печать информации

В процессе обработки проводится периодическая печать (печатаются информация, например, о каждом 1000 событии). Параметр $IPRI/IPRIT$ управляет периодичностью печати. Для событий, отбракованных по сбоям электроники, печатается первичная информация в шестнадцатиричном виде (печатаются до 10 событий на каждую ошибку).

SUBROUTINE XPRINT

Осуществляет печать раскодированной информации.

SUBROUTINE PRIDAT

Проводит печать полной информации о координатах сработавших элементов трековых детекторов, входящих в один блок.

SUBROUTINE PRICALX

Печатается информация о точках трека и номере камер, по которым реконструирован трек, а также параметрах трека.

SUBROUTINE TRACPR

Печатается информация для всех восстановленных треков на всех блоках. Итоговая выдача проводится в программе *FORK*.

13. Гистограммирование

Для гистограммирования используется пакет программ HBOOK /20/. В подпрограмме *STARTIB* заводятся гистограммы. Заполнение проводится при *IFHBOOK = 1*. Выдача гистограмм осуществляется в подпрограмме *FINISH*.

14. Заключение

Приведено описание программы *FORK* геометрической реконструкции многотрековых событий, зарегистрированных на спектрометре ГИПЕРОН при изучении процессов инклюзивного рождения мезонов в адрон-ядерных взаимодействиях. Алгоритм программы распознавания существенно использует особенности регистрируемых событий, адекватен конфигурации установки в данном эксперименте и содержит новые элементы, по сравнению с ранее описанными алгоритмами. Созданный на основе тщательного изучения данных метод фильтрации исходной информации позволил существенно повысить скорость обработки (например, при обработке взаимодействий адронов с ядрами свинца в 2 раза). С помощью программы было обработано свыше миллиона событий со средней скоростью — 4 соб./сек.

Программа может быть использована для геометрической реконструкции событий, зарегистрированных спектрометрами частиц высоких энергий, аналогичных установке ГИПЕРОН.

Авторы благодарят Ю.А.Будагова, В.М.Кутыина и В.Б.Флягина за постановку задачи, А.А.Богуна и Л.Г.Мороза за постоянную поддержку и ряд замечаний, С.А.Акименко, А.Б.Йорданова, В.М.Маниева, А.И.Павлинова, Л.А.Пермякову, Н.А.Русаковича, Н.Л.Русакович,

М.Н.Сергеенко за плодотворные обсуждения и помощь в работе,
Э.Златеву за помощь в визуализации событий, М.Климанову за по-
мощь в оформлении результатов.

Сычугин

Златев

Климанов

Куракин

Мельников

Литература

1. Антихов В.А. и др. ПТЭ, № 5, 1985, с.35-42.
2. Кульчицкий Ю.А. и др. ОИЯИ, Б1-1-83-137, Дубна, 1983.
3. Бицадзе Г.С. и др. ОИЯИ, 1-83-895, Дубна, 1983.
4. Виноградов В.Б. и др. ОИЯИ, 1-10997, Дубна, 1977
5. Виноградов В.Б. и др. ОИЯИ, 1-13015, Дубна, 1980.
6. Виноградов В.Б. и др. ОИЯИ, Р1-83-390, Дубна, 1983.
7. Виноградов В.Б. и др. ОИЯИ, Р13-84-805, Дубна, 1984.
8. Виноградов В.Б. и др. ОИЯИ, Р10-85-77, Дубна, 1985.
9. Виноградов В.Б. и др. ОИЯИ, Б1-10-85-84, Дубна, 1985.
10. Виноградов В.Б. и др. ОИЯИ, Б1-10-85-651, Дубна, 1985.
11. Виноградов В.Б. и др. ОИЯИ, Р10-85-704, Дубна, 1985.
12. Виноградов В.Б. и др. ОИЯИ, Б1-10-85-837, Дубна, 1985.
13. Виноградов В.Б. и др. ОИЯИ, Б1-10-86-27, Дубна, 1986.
14. Вестергомби Д. и др. ОИЯИ, Р10-7284, Дубна, 1973.
15. Бурилков Д.Т. и др. ОИЯИ, 10-80-656, Дубна, 1980.
16. Ананьева М.А. и др. ОИЯИ, 10-82-232, Дубна, 1982.
17. Амагуни Ц.А. и др. ИФВЭ, 82-142, Серпухов, 1982.
18. Джелядин Г.Н. и др. ИФВЭ, 84-70, Серпухов, 1984.
19. Nicolle K.B., Nemeth T.A. The University of Adelaide,
Computing centre, Local Publication, No.504, Adelaide, 1979.
20. Brun R., Ivanchenko I., Palazzi P. НВООК, CERN DD/77/9, Geneva, 1979
21. Говорун Н.Н., Иванченко И.М., Чыров А.С. ОИЯИ, Р5-5397,
Дубна, 1970.
22. Вишняков В.В. и др. ОИЯИ, 10-7966, Дубна, 1974.

Подписи к рисункам

- Рис.1 Спектрометр ГИПЕРОН. Пучковая часть. $\check{C}_2 - \check{C}_5$ - черенковские счетчики, $S_1 - S_2$ - сцинтилляционные счетчики, ПК-1+ПК-5 - пропорциональные камеры, СП-129 - электромагнит.
- Рис.2 Спектрометр ГИПЕРОН. Спектрометр вторичных частиц. М - мишень, \check{C}_6 - восьмиканальный газовый пороговый черенковский счетчик, $\Gamma_1 - \Gamma_4$ - сцинтилляционные фотоскопические счетчики, ПК-6+ПК-10 - пропорциональные камеры, ИПК-1+ИПК-4 - искровые камеры, МС-12 - электромагнит.
- Рис.3 Блок-схема программы *FORK* .
- Рис.4 Блок-схема программ чтения (*RDTAPE*) и декодировки (*DISREC*) первичной информации.

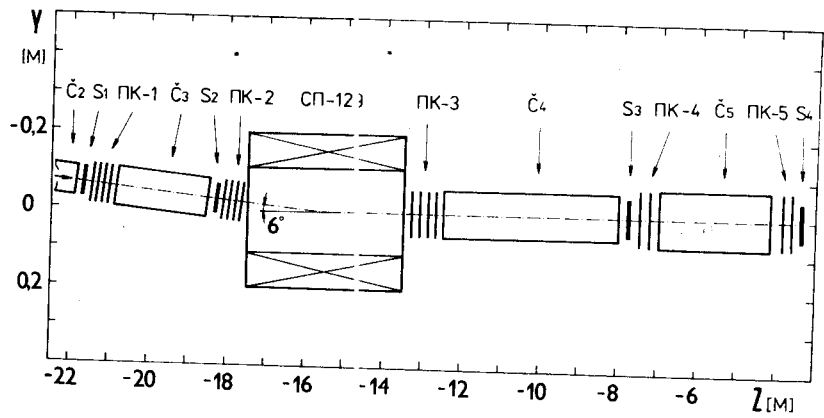


Рис. 1. Пучковый спектрометр.

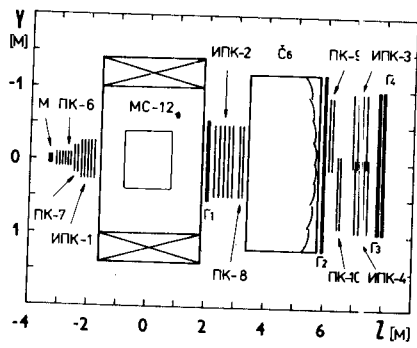
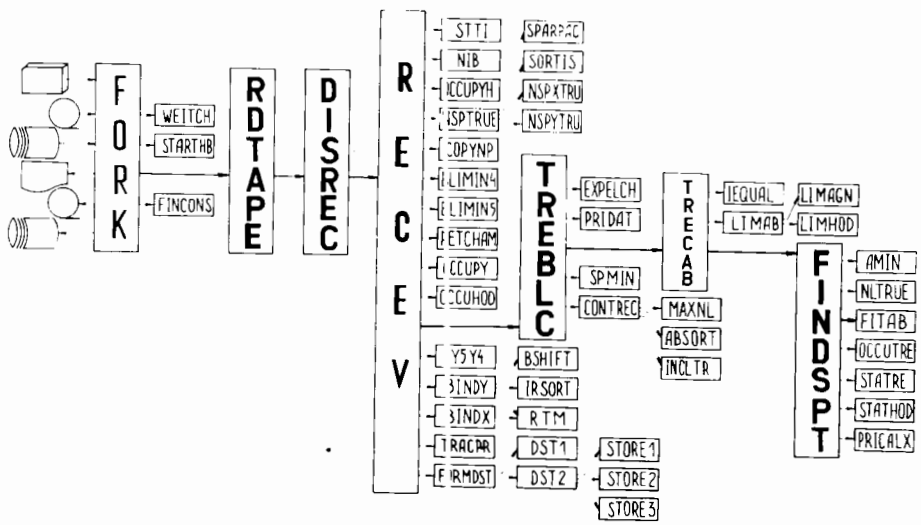
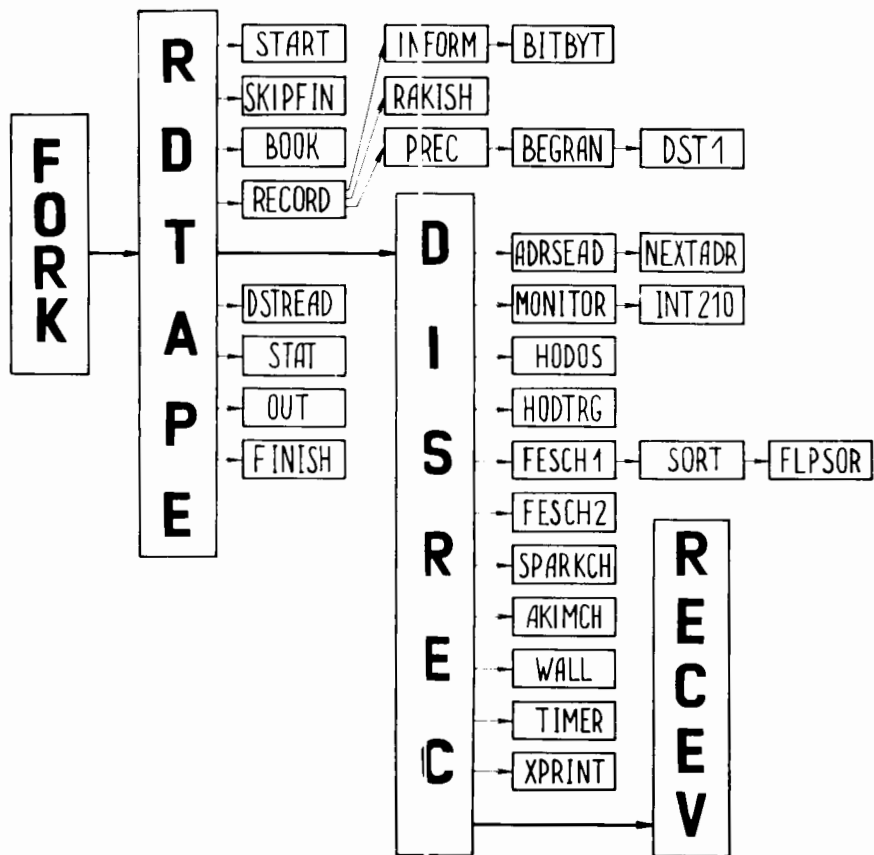


Рис. 2. Спектрометр вторичных частиц.



Pnc. 3



Pnc. 4.