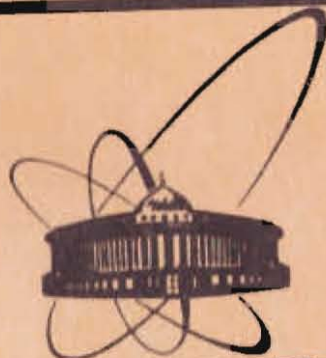


85-704



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P10-85-704

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

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ
МНОГОТРЕКОВЫХ СОБЫТИЙ
НА УСТАНОВКЕ "ГИПЕРОН"

* Институт физики АН БССР, Минск

1985

ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе описан алгоритм распознавания многотрековых событий, используемый при исследовании инклюзивных процессов



при энергии 12 ГэВ ^{1,2'}.

Изучение способов реконструкции событий ^{3-14'} показало, что используемые алгоритмы весьма специфичны и связаны с конкретной экспериментальной установкой. Интенсивность пучка падающих частиц, условия выработки триггерного сигнала, состав и расположение трековых детекторов, их эффективность, время памяти и пространственное разрешение существенным образом сказываются на выборе и реализации алгоритма обработки информации. Поэтому нами был разработан алгоритм распознавания многотрековых событий, адекватный конфигурации установки ^{1'} и исследуемой физической задаче /1/-/3/. Он содержит новые элементы, не использовавшиеся в работах ^{3-14'}.

В первой части кратко описана установка. Вводится система координат и объединение детекторов в блоки. Вторая часть посвящена своеобразию условий обработки событий, связанных с особенностями набранного материала. Используемый нами метод реконструкции треков и порядок распознавания события описаны в третьей части. Четвертая часть посвящена анализу результатов работы алгоритма на примере реконструкции событий /1-3/ в K^+ -пучке.

1. ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

Схема установки для изучения процессов /1/-/3/ приведена на рис.1 и 2 ^{1'}. На рис.1 изображен пучковый спектрометр, а на рис.2 - спектрометр вторичных частиц. Координаты треков заряженных частиц регистрируются системой искровых /ИПК/ ^{15'}

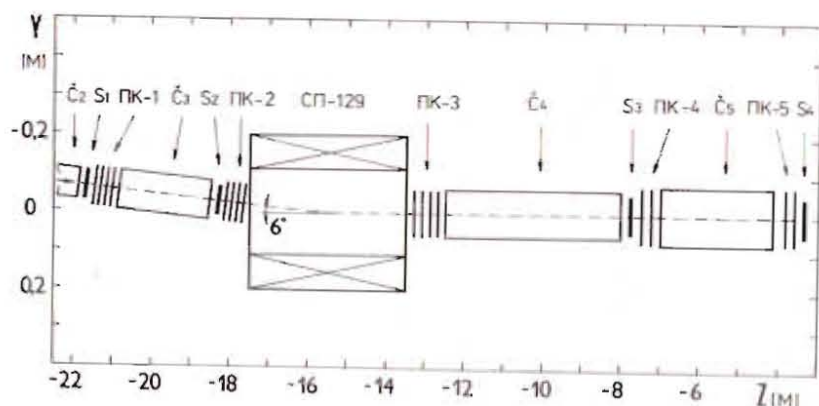


Рис. 1. Пучковый спектрометр.

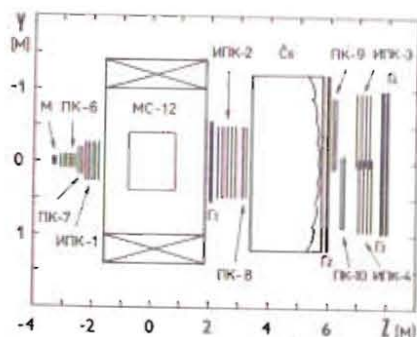


Рис. 2. Спектрометр вторичных частиц.

и пропорциональных /ПК/ ^{16/} камер. Для определения импульсов заряженных частиц в состав установки включены электромагниты СП-129 и МС-12 ^{17/} с интегралами магнитных полей 40 и 20 кГс·м соответственно. Наличие черенковских счетчиков $\check{C}_1 - \check{C}_5$ позволяет выделить тип пучковой частицы, а при помощи восьмиканального черенковского счетчика \check{C}_6 ^{18/} проводится идентификация вторичных адронов. Сцинтилляционные счетчики ($S_1 - S_4$) и годоскопы ($\Gamma_1 - \Gamma_4$) используются для формирования сигнала запуска спектрометра /триггерный сигнал/. Установка работает в линию с ЭВМ ЕС-1010. Информация о каждом событии, удовлетворяющем формуле триггера, записывается на магнитные ленты /МЛ/ для проведения последующей обработки на базовых ЭВМ ОИЯИ.

Реконструкция событий осуществляется в системе координат, начало которой совпадает с центром магнита МС-12. Ось Z направлена вдоль первичного пучка, ось X - вверх, а ось Y - вправо.

Трековые детекторы установки /искровые и пропорциональные камеры, сцинтилляционные годоскопы/ объединены в пять блоков (1Y - 5Y), регистрирующих треки в горизонтальной плоскости,

и два блока (2X, 3X), регистрирующих треки в вертикальной плоскости. Каждый блок состоит из двух-трех подблоков /подблок - группа близко стоящих камер/. Основные характеристики блоков приведены в табл.1.

Таблица 1

Условия поиска треков

НАЗВАНИЕ БЛОКА	ЧИСЛО КАМЕР В БЛОКЕ	МИНИМ ЧИСЛО КАМЕР НА ТРЕК	ЧИСЛО КАМЕР В ПОДБЛОКАХ МИНИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ТОЧЕК В ПОДБЛОКАХ	КОРИДОРЫ ДЛЯ ДЕТЕКТОРОВ	НАЧАЛЬНЫЕ КРИТ ПОИСКА ТРЕКА		ПОИСК ТРЕКОВ	
					А (РАД)	В (ММ)	МИНИМ ЧИСЛО	МАКСИМ ЧИСЛО
1Y	6	4	3ПК + 3ПК	ПК 3 мм	±0,1	±100	1	3
			1 + 1					
2Y	4	3	2ПК + 2ПК	ПК 3 мм	±0,1	±100	1	3
			1 + 1					
3Y	6	4	3ПК + 3ПК	ПК 3 мм ИПК 2 мм	±0,25	+715 -615	2	20
			1 + 1					
4Y	9	5	ЗИПК+(Г2+ПК)+4ИПК	Г 80 мм ПК 4,5 мм	±0,25	+715 -615	1	10
			1 + 1 + 1					
5Y	9	5	ЗИПК+(Г2+ПК)+4ИПК	ИПК 3,5 мм	±0,25	+715 -615	1	10
			1 + 1 + 1					
2X	4	3	2ПК + 2ПК	ПК 3 мм	±0,1	±100	1	3
			1 + 1					
3X	5	3	3ПК + 2ИПК	ПК 3 мм	±0,1	±210	1	20
			2 + 1					

Блок 1Y состоит из 6 пропорциональных камер, разделенных на два подблока /ПК1 и ПК2/ по три камеры в каждом. Этот блок расположен до электромагнита СП-129. Блоки 2X и 2Y включают в себя по четыре пропорциональные камеры, разделенные на два подблока /ПК3 и ПК4+ПК5/ по две камеры в каждом из них. Эти блоки расположены между электромагнитом СП-129 и мишенью /М/.

Блоки 3X и 3Y содержат камеры /5 и 6 соответственно/, расположенные в области между мишенью и электромагнитом МС-12. Блоки включают в себя по два подблока /ПК6, ИПК1/. Блок 3Y содержит по три камеры в каждом подблоке, а 3X - 3 камеры в ПК6 и 2 в ИПК1.

Для пространственного восстановления треков до магнита МС-12 используются две камеры ПК-7, повернутые относительно вертикальной оси на углы + 45°.

За магнитом МС-12 трековые детекторы сгруппированы в блоки 4Y и 5Y. В каждом используется по 8 плоскостей камер и годоскоп (Г2). Детекторы в блоке объединены в три подблока. Первый /ИПК2/ состоит из трех плоскостей и является общим для обоих блоков. Второй состоит из годоскопа Г2 и пропорциональной ка-

меры /ПК9 для 5У и ПК10 - для 4У/. Третий - из четырех искро-вых камер /ИПК3 для 5У и ИПК4 - для 4У/.

Запуск установки производился при регистрации сцинтилляцион-ными годоскопами $I_1 - I_3$ в блоках 4У и 5У по крайней мере двух разноименно заряженных частиц.

2. ОСОБЕННОСТИ РЕГИСТРИРУЕМЫХ СОБЫТИЙ

Регистрируемые события от процессов /1/-/3/ при энергии 12 ГэВ характеризуются малым углом разлета продуктов распада ϕ , K^0 /892/, K^0 -мезонов. Так, типичный угол разлета пары $K^+\pi^-$ от распада K^0 /892/ составляет 100 мрад, а от распада $\phi \rightarrow K^+K^-$ - 50 мрад. Это приводит к тому, что треки от распада этих частиц на блоках 3Х и 3У будут иметь общие точки. В худшем случае, когда плоскость распада совпадает с X- или Y-плоскостями, проекции треков вообще совпадут /"плоское событие"/.

K^0 -мезоны в основном распадаются вне мишени. Поэтому в событиях могут присутствовать треки, не пересекающие мишень, и использование информации о координатах точки взаимодействия пучковой частицы с мишенью становится затруднительным.

В эксперименте используется интенсивный поток пучковых частиц / $\approx 10^6$ частиц/сброс/. Это приводит к появлению среди треков регистрируемого события отдельных точек от треков предыдущих по времени событий, которые являются фоновыми. Количество фоновых точек достигает 3 на каждой плоскости пропорциональных камер и 6 - на каждой плоскости искровых камер.

"Мягкость" триггера - наличие триггерных элементов для регистрации вторичных заряженных частиц только в блоках 4У и 5У приводит к появлению фоновых событий, например, от распада $K^+ \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-$ для которых в блоках 3Х и 3У присутствует только один заряженный трек.

Указанные особенности регистрируемых событий /общие точки и совпадение треков, наличие большого количества фоновых треков, присутствие в событии треков, не связанных с вершиной взаимодействия, присутствие фоновых событий/ существенным образом повлияли на выбор алгоритма реконструкции событий.

3. РЕКОНСТРУКЦИЯ СОБЫТИЙ

Реконструкция событий производится последовательно по следующим этапам: 1/ отбраковка событий, не имеющих достаточного количества точек для реконструкции треков; 2/ распознавание Y- проекции треков за магнитом МС-12; 3/ распознавание X- и Y- проекций треков между мишенью и магнитом; 4/ "сшивка" Y-проекций треков в центре магнита; 5/ "сшивка" X- и Y-проекций треков

на основе информации с повернутых камер; 6/ распознавание треков до мишени.

3.1. Отбраковка событий

Особенностью алгоритма является предварительная проверка события на достаточное /для реконструкции события требуемой топологии/ число сработавших элементов трековых детекторов. Необходимость его использования связана как с неэффективностью трековых детекторов, так и с "мягкостью" триггера. Для блоков, регистрирующих вторичные частицы, требовалось, чтобы суммарное число искр на камерах было достаточным для реконструкции события нужной топологии /табл.2/*. Кроме того, для устранения фона от распада пучковых K^0 -мезонов по моде $K^+ \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-$ до мишени требовалось, чтобы на камерах ПК4 было не более двух сработавших проволочек.

Введение такого "off-line триггера" позволило отбраковать от 25 до 50% записанных событий.

3.2. Метод реконструкции трека

До начала поиска треков на всех камерах проводилась кластеризация, т.е. замена группы подряд сработавших проволочек одной эффективной точкой в центре тяжести группы.

Поскольку трековые детекторы установки находятся вне магнитных полей электромагнитов, то трек представляет собой прямую линию, искаженную ошибками измерений и многократным рассеянием. Величины этих искажений в нашем случае не превышают ± 3 мм^{19'}. Используемый метод распознавания треков заключается в следующем^{20-23'}. Рассмотрим, например, какой-нибудь блок в Y-проекции. Через две точки на камерах i и i+1 проводится прямая линия

$$Y = A \cdot Z + B, \quad /4/$$

При этом параметры A и B прямой линии должны находиться в заданных интервалах

$$A_{\min} \leq A \leq A_{\max}, \quad B_{\min} \leq B \leq B_{\max}. \quad /5/$$

На камерах k, находящихся между камерами i и i+1 /i < k < i+1/, ищутся точки, ближайšie к треку и расположенные в интервале

$$|Y - Y_k| \leq \Delta_k. \quad /6/$$

* В табл.2-5 приведены результаты работы алгоритма на примере обработки МП, записанных при изучении процессов /1-3/ с использованием бериллиевой /Be/, медной /Cu/, свинцовой /Pb/ мишеней, а также в отсутствие /Empty/ мишени.

Таблица 2

Критерий офф-лайн триггера

НАЗВАНИЕ БЛОКА	КРИТЕРИИ	ПОТЕРИ (ПОТ. ЧИСЛА СОБЫТИЙ НЕ ПРОШЕДШИХ КРИТЕРИИ)				
		Run 38 (Be 300)	Run 58 (Be 100)	Run 48 (Cu 25)	Run 41 (Pb 10)	Run 37 (EMPTU)
2X	>3 ^я КАМЕР ИМЕЮТ >1 ИСКРУ	31,5	16,4	8,3	34,2	28,8
	НА 4 ^я КАМЕРЕ <=2 ИСКРЫ	7,5	13,2	11,2	12,6	11,2
3X	>2 ^я КАМЕР ИЗ 3 ^я ПК ИМЕЮТ >1 ИСКРУ	14,3	21,2	6,5	12,3	4,5
	>1 ^я КАМЕРЫ ИЗ 2 ^я ИПК ИМЕЮТ >1 ИСКРУ	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2
2Y	>3 ^я КАМЕР ИМЕЮТ >1 ИСКРУ	1,8	1,2	0,6	3,7	1,4
	НА 4 ^я КАМЕРЕ <=2 ИСКРЫ	4,7	8,8	8,6	8,0	6,5
3Y	>2 ^я КАМЕР ИЗ 3 ^я ПК ИМЕЮТ >1 ИСКРЫ	2,8	6,0	6,8	2,4	1,2
	>1 ^я КАМЕРЫ ИЗ 3 ^я ИПК ИМЕЮТ >2 ИСКРЫ	15,5	13,6	29,2	10,4	29,0
	>4 ^я КАМЕР ИЗ 6 ИМЕЮТ МИНИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИСКР	2,0	5,2	14,2	2,9	2,9
	НА ПОВЕРНУТОЙ КАМЕРЕ >1 ИСКРЫ	12,0	8,4	3,8	8,0	9,4
4Y И 5Y	>1 ^я КАМЕРЫ ИЗ 3 ^я ИПК ИМЕЮТ >2 ИСКРЫ	3,0	2,4	4,1	1,3	1,6
	>3 ^я КАМЕР ИЗ 7 (4Y) ИМЕЮТ >1 ИСКРУ	4,3	2,0	3,2	3,5	3,3
	>3 ^я КАМЕР ИЗ 7 (5Y) ИМЕЮТ >1 ИСКРУ	0,5	0,8	1,8	0,3	0,2
ОФФ-ЛАЙН ТРИГГЕР НЕ ВЫПОЛНЕН % ОТ ЧИСЛА ТРИГГЕРНЫХ СОБЫТИЙ В РАЙОНЕ 1		40,0	25,0	33,3	37,4	49,0

Если количество таких точек больше или равно N_{\min} , где N_{\min} - минимально допустимое количество точек на трек, то считается, что найден "кандидат в трек". На первом шаге в качестве камер "i" и "j" выбираются крайние камеры блока, далее происходит последовательное смещение /i → i+1, i → i-1/ "базовых" камер от краев блока к его середине до тех пор, пока число плоскостей между "базовыми" не окажется равным $N_{\min} - 2$. Ширина "коридора" Δ_k задана индивидуально для каждого детектора.

Найденные точки "кандидата в треки" запоминаются, но не вычеркиваются из общего массива точек, подлежащих последующему распознаванию.

Отсутствие вычеркивания "трековых" точек в связи с особенностями регистрируемых событий /см. п.2/ является принципиально важным в нашем алгоритме. Кроме того, как показал анализ изображений событий, из-за наличия большого количества фоновых искр, расположения треков в узком конусе и достаточно широких коридоров /+2 ÷ 3,5 мм - для искровых камер и +3 ÷ 4,5 мм - для пропорциональных камер/ в 10-30% событий возможно присоединение точек истинного трека к фоновым точкам и тем самым потеря треков.

Для понижения N_{\min} с сохранением участия в треке камер со всех подблоков введено требование на наличие минимального числа точек, участвующих в треке для каждого подблока / n_{\min} /. При этом выполняется условие

$$\sum_i n_{\min}^i \leq N_{\min} \quad /7/$$

где i - номер подблока. Трек считается найденным при наличии хотя бы минимального числа точек как на каждом подблоке, так и на блоке в целом.

Данная процедура не описана ранее в литературе. Она дает возможность, не уменьшая существенно точности определения параметров треков /поскольку фиксируется длина трека/, уменьшить минимально необходимое количество точек на треке и тем самым увеличить эффективность восстановления треков. Кроме того, в случае изменения конфигурации установки, например, удаления одного из подблоков, программу легко приспособить для обработки событий, наложив соответствующее условие / $n_{\min} = 0$ / для этого подблока.

3.3. Поиск треков за спектрометрическим магнитом

Реконструкция событий начинается в области за магнитом МС-12. Это связано с лучшими фоновыми условиями, полным разделением положительно и отрицательно заряженных частиц относительно оси Z, возможностью использовать информацию о найденных треках для упорядочения поиска треков в области до МС-12.

В этой области камеры сгруппированы в два блока, треки ищутся в горизонтальной плоскости. Параметры прямой /4/, проведенной через выбранные точки двух "базовых" плоскостей, проверяются на удовлетворение начальным критериям /табл.1/. Затем выясняется, проходит ли данная прямая через сработавшие элементы хотя бы двух из трех годоскопов ($\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$). Это позволяет устранить "старые" треки, остающиеся в искровых камерах.

Набор искр, попадающих в коридор около "базовой прямой", считается треком, если имеется не менее пяти искр, причем хотя бы по одной искре в каждом подблоке. Поиск продолжается

до тех пор, пока не будут перебраны все комбинации возможных крайних точек трека. Если не найдено ни одного трека, то обработка данного события прекращается. Условия прекращения обработки в случае, когда на блоке не находится минимальное для этого блока число треков, является общим условием [24]. Реконструкция события за магнитом МС-12 считается успешной, если найдено не менее двух треков.

3.4. Поиск треков между мишенью и магнитом

В этой области треки восстанавливаются в обеих проекциях, а затем "сшиваются" в пространстве. Сложность нахождения треков связана с большой фоновой загрузкой камер, малым размером блока вдоль оси Z установки /90 см/, использованием камер, имеющих 2-миллиметровое расстояние между проволочками /ПК6/. Для облегчения реконструкции в ЗУ блоке используется информация о треках, найденных за магнитом МС-12. В первом приближении треки до и после магнита "сшиваются" в центре магнита. Поэтому в ЗУ ищутся треки, имеющие параметр В в коридоре ± 25 мм относительно точки пересечения оси Z треками, найденными за магнитом. Набор искр считается треком, если он состоит не менее чем из 4 искр, причем на каждом подблоке имеется хотя бы по одной искре. Поиск продолжается, пока не будут перебраны все комбинации возможных крайних точек трека. Реконструкция считается успешной, если найдено не менее двух треков. Отбираются только те события, в которых имеются как минимум одна положительно заряженная и одна отрицательно заряженная частицы. Выявлению данной топологии посвящена процедура "сшивки" в центре магнита /таб.3/. Два трека считаются "сшившимися", если расстояние между ними в центре МС-12 $|\Delta V|$ является минимальным среди остальных комбинаций. При этом $|\Delta V|$ не превышает 25 мм или выполняется условие:

$$\left| \frac{\Delta V}{\epsilon} \right| \leq 3\sigma, \quad /8/$$

где ϵ - ошибка в определении ΔV , а σ - среднеквадратичное отклонение для распределения $\Delta V/\epsilon$. Распределение величины ΔV для "сшившихся" треков приведено на рис. 3. Применение данного критерия позволяет выделить события нужной топологии. Они составляют примерно 50% от числа событий, поступивших на "сшивку".

Реконструкция событий топологии $/\geq 1 \text{ " + "}, \geq 1 \text{ " - "}/$ продолжается в ЗХ блоке. Набор искр считается треком, если он удовлетворяет условиям /5/-/7/ и количество искр не менее трех, причем не менее двух на ПК6 и не менее одной на ИПК1. Так как событие может быть и "плоским", то выявление одного трека считается достаточным и обработка продолжается.

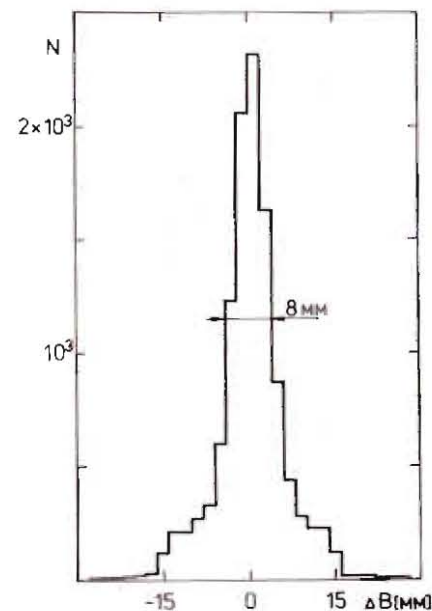
Для установления пространственного соответствия между треками, найденными в горизонтальной и вертикальной проекциях, использует-

Таблица 3

"Сшивки" в центре магнита

№	КРИТЕРИИ	ВЫПОЛНЕНИЕ (% ОТ ЧИСЛА СОБЫТИЙ НАЙДЕННЫХ В ЗУ БЛОКЕ)				
		Run 38 (Be 100)	Run 58 (Be 100)	Run 48 (Cu 25)	Run 41 (Pb 10)	Run 37 (EMPTY)
1	"СШИЛОСЬ" МЕНЬШЕ 2 ^х ТРЕКОВ	24,2	28,1	30,2	32,8	34,6
2	НЕТ "СШИВКИ" "+" ИЛИ "-" ТРЕКОВ	21,2	23,6	24,6	27,4	24,2
3	ОДИН ТРЕК ДО МАГНИТА "СШИЛОСЬ" С ДВУМЯ ТРЕКАМИ ПОСЛЕ НЕГО	0,7	0,6	0,4	1,0	1,6
4	"СШИЛОСЬ" 2 ТРЕКА ("+" И "-")	43,1	35,5	33,8	25,9	33,1
5	"СШИЛИСЬ" >2 ТРЕКОВ (ЕСТЬ "+" И "-")	10,8	12,2	10,8	12,9	7,3
ВСЕГО "СШИЛИСЬ" >2 ТРЕКА (ЕСТЬ "+" И "-")		53,9	47,7	44,6	38,8	40,4

Рис.3. Распределение величины ΔV для треков, "сшившихся" в центре электромагнита МС-12.



ся повернутая камера. Треки считаются "сшившимися", если расстояние между проекцией возможного пространственного трека на плоскость повернутой камеры и ближайшей сработавшей проволочкой (ΔV) не превышает 3 мм или выполняется условие

$$\left| \frac{\Delta V}{\epsilon} \right| \leq 3\sigma, \quad /9/$$

где ϵ - ошибка в определении ΔV , а σ - среднеквадратичное отклонение для распределения $\Delta V/\epsilon$. Распределение величины ΔV для "сшившихся" в пространстве треков приведены в табл.4. Из-за 90% эффективности повернутой камеры сшивка всех треков происходит в 70-80% случаев. Надо отметить, что события, не имеющие пространственной "сшивки", также за-

Таблица 4
Восстановление пространственных треков

№	КРИТЕРИИ	ВЫПОЛНЕНИЕ (% ОТ ЧИСЛА СОБЫТИЙ НАЙДЕННЫХ В ЗХ БЛОКЕ)				
		Run 38 (Be 100)	Run 58 (Be 100)	Run 48 (Cu 25)	Run 41 (Pb 10)	Run 37 (EMPTY)
1	НЕ ВСЕ ТРЕКИ В Y "СШИЛИСЬ" С ТРЕКАМИ В X	30,5	28,6	23,4	22,1	18,2
2	ОДИН ИЗ X "СШИЛСЯ" С ДВУМЯ ИЗ Y	22,1	24,8	22,1	32,4	27,3
3	ВОССТАНОВЛЕНЫ ДВА ТРЕКА В ПРОСТРАН	56,8	57,1	59,7	54,4	65,9
4	ВОССТАНОВЛЕНО >3 ТРЕКА В ПРОСТРАН.	12,6	15,2	18,2	25,0	13,6
ВСЕГО ВОССТАНОВЛЕНО >2 ТРЕКА В ПРОСТРАНСТВЕ		69,5	72,4	77,9	79,4	79,5

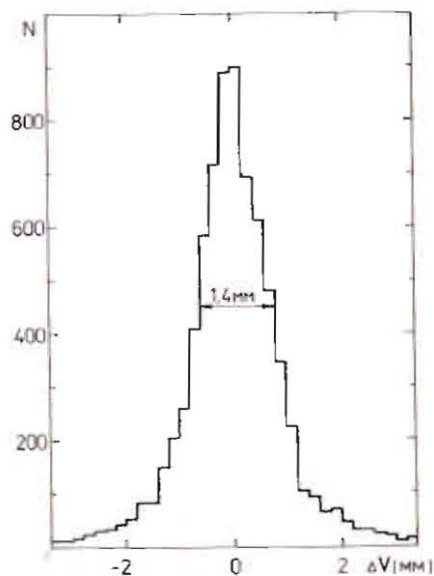


Рис. 4. Распределение величины ΔV для проекций треков, "сшившихся" на повернутых камерах.

писываются на ленту суммарных результатов /ЛСР/. Применение дополнительных методов на уровне статистической обработки позволяет включить их в спектры по эффективной массе.

3.5. Поиск треков до мишени

До мишени треки ищутся в 1Y, 2Y и 2X блоках. Набор искр считается треком, если он включает не менее четырех искр для 1Y блока и не менее трех искр - для 2Y и 2X блоков. Реконструкция заканчивается при переборе всех комбинаций искр на базовых плоскостях. Если найдено более одного трека,

Таблица 5
Порядок и результат работы алгоритма

№	ПОРЯДОК РЕКОНСТРУКЦИИ	УСЛОВИЕ	ПРЕКРАЩЕНИЕ СЧЕТА ПРОДОЛЖЕНИЕ СЧЕТА	ВЫПОЛНЕНИЕ (% ОТ ЧИСЛА ТРИГГЕРНЫХ СОБЫТИЙ В РАНЕ)				
				Run 38 (Be 100)	Run 58 (Be 100)	Run 48 (Cu 25)	Run 41 (Pb 10)	Run 37 (EMPTY)
1	ОФФ-ЛАЙН ТРИГГЕР	НЕ УДОВЛЕТВОРЯЕТ		40,0	25,0	33,9	37,4	49,0
		УДОВЛЕТВОРЯЕТ		60,0	75,0	66,1	62,6	51,0
2	5Y БЛОК	ТРЕК НЕ НАЙДЕН		14,0	16,0	20,7	17,0	11,3
		НАЙДЕНО 1-10 ТРЕКОВ		46,0	58,1	45,4	45,4	39,7
3	4Y БЛОК	ТРЕК НЕ НАЙДЕН		7,8	8,0	8,3	6,2	4,9
		НАЙДЕНО 1-10 ТРЕКОВ		38,2	50,1	37,1	39,4	34,8
4	3Y БЛОК	НАЙДЕНО 0-1 ТРЕКОВ		18,7	25,6	17,6	19,5	22,4
		НАЙДЕНО 2-20 ТРЕКОВ		19,5	24,5	19,5	20,1	12,4
5	"СШИВКА" В ЦЕНТРЕ МС-12	НЕТ НУЖНОЙ ТОПОЛОГИИ		9,0	11,8	8,8	12,3	7,4
		"СШИЛИСЬ" > 2,5% "УГЛИ"		10,5	12,7	8,7	7,8	5,0
6	2Y БЛОК	НАЙДЕН НЕ 1 ТРЕК		0,5	1,6	0,5	0,6	0,4
		НАЙДЕН 1 ТРЕК		10,0	11,1	8,2	7,2	4,6
7	1Y БЛОК (ВСЕ ПРОХОДЯТ)	НАЙДЕН НЕ 1 ТРЕК		0,5	0,6	0,4	0,4	0,2
		НАЙДЕН 1 ТРЕК		9,5	10,5	7,8	6,8	4,4
8	2X БЛОК	НАЙДЕН НЕ 1 ТРЕК		0,3	0,3	0,4	0,3	0,1
		НАЙДЕН 1 ТРЕК		9,7	10,8	7,8	6,9	4,5
9	3X БЛОК	ТРЕК НЕ НАЙДЕН		0,2	0,3	0,1	0,1	0,1
		НАЙДЕНО 1-20 ТРЕК		9,5	10,5	7,7	6,8	4,4
10	"СШИВКА" В ПРОСТРАНСТВЕ	НЕТ ПОЛНОЙ "СШИВКИ"		2,9	2,9	1,7	1,5	0,9
		"СШИЛИСЬ" ВСЕ ТРЕКИ		6,6	7,6	6,0	5,3	3,5
ПАРАМЕТРЫ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ		ВЫХОД НА ЛСР	%	9,5	10,5	7,7	6,9	4,4
		ВРЕМЯ ОБРАБОТКИ РАНА	МИН	105	135	120	115	80
		СРЕДНЯЯ СКОРОСТЬ СЧЕТА	СОБ./СЕК	4,0	3,25	4,9	3,5	4,7

то выбирается тот, который найден по большему числу искр. В случае, когда выделить один трек не удалось или трек не найден, реконструкция события прекращается.

3.6. Вычисление импульсов

Для пучковых частиц импульс определяется по формуле

$$P = \frac{1}{C \cdot \theta + D}, \quad /10/$$

где P - импульс, θ - угол отклонения частицы в Y плоскости, C и D - константы, связанные с интегралом магнитного поля электромагнита СЛ-129 и расположением трековых детекторов.

Импульсы вторичных заряженных частиц определялись по методу, описанному в работе ^{25/}, с использованием программы, разработанной для установки "Гиперон" ^{26/}.

4. РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМА

Прохождение информационного потока через основные этапы распознавания событий отражено в табл.5. Данные отнормированы на число триггерных событий, содержащихся в соответствующей МЛ. Условие "off-line триггера" проходит 50-75% от всех записанных событий. В 70-80% для оставшихся событий в 5Y блоке находится не менее одного трека. В 4Y блоке это происходит в 80-90% от оставшихся после реконструкции в 5Y блоке. Не менее двух треков находится в блоке 3Y в 40-55% случаев. Причем "сшивку" в магните МС-12 проходят 50% этих событий. Практически для всех оставшихся событий в блоках 1Y, 2Y и 2X находится один трек, а в 3X блоке не менее одного трека. "Сшивки" на повернутой камере заканчивается удачно в ~80% случаев.

Реконструированное событие записывается на ленту суммарных результатов. При этом записываются: служебная информация, "сырая" информация в кодированном виде, параметры найденных треков и вилки. Для МЛ с пустой мишенью в ЛСР записывается ~4,5% от первичной информации, а для МЛ с ядерной мишенью - от 7 до 11%. За секунду на ЭВМ CDC-6500 обрабатывается 3-5 событий. Алгоритм распознавания многотрековых событий проверен при обработке более одного миллиона событий. Он реализован в виде программы, написанной на языке Фортран и адаптированной на ЭВМ CDC-6500.

Точность определения точки взаимодействия иллюстрирует рис.5. На рис.5а приведено распределение по координате точки взаимодействия при отсутствии ядерной мишени. Ясно видны взаимодействия K^+ -мезонов на 5-миллиметровом сцинтилляционном счетчике S_4 . На рис.5б показано распределение по Z координате точки взаимодействия K^+ -мезонов на Бериллиевой мишени толщиной 110 мм.

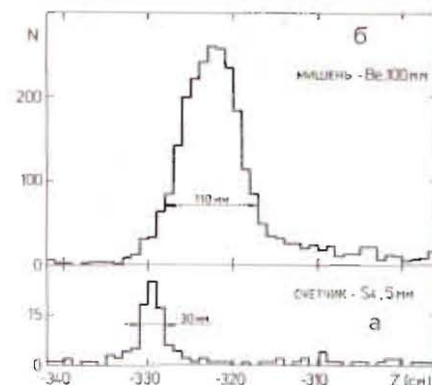


Рис.5. Распределение по Z координате точки пересечения вторичных треков: а/ при отсутствии мишени; б/ при наличии бериллиевой мишени толщиной 100 мм.

В результате обработки спектров эффективных масс $\pi^+\pi^-$, $K^+\pi^-$ и K^+K^- -пар получены значения масс K^0 , K^{*0} /892/ и ϕ -мезонов ^{27/}, которые хорошо согласуются с их табличными значениями ^{28/}. Это свидетельствует о том, что измерение импульсов и углов вторичных частиц производится без существенных систематических ошибок. Эффективность алгоритма определена по результатам реконструкции распадов пучковых K^+ -мезонов $/K^+ \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^-/$ и составляет не менее 95%.

Авторы благодарят Ю.А.Будагова, В.М.Кутьина и В.Б.Флягина за постановку задачи и ценные советы при ее выполнении, Ф.И.Федорова, А.А.Богуша и Л.Г.Мороза - за постоянное внимание и поддержку. Авторы особо признательны С.А.Акименко, Ю.Ф.Ломакину, В.М.Маниеву, Н.А.Русаковичу, Н.Л.Русакович и А.П.Павлинову за многократные полезные обсуждения, Т.В.Мальшевой за помощь в проведении машинного счета, М.Климановой за участие в подготовке статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, P13-84-562, Дубна, 1984.
2. Бицадзе Г.С. и др. ОИЯИ, 1-83-895, Дубна, 1983.
3. Вестергомби Д. и др. ОИЯИ, P10-7284, Дубна, 1973.
4. Адылов Г.Т. и др. ОИЯИ, 1-8011, Дубна, 1974.
5. Адылов Г.Т. и др. ОИЯИ, 1-8012, Дубна, 1974.
6. Адылов Г.Т. и др. ОИЯИ, 1-8251, Дубна, 1974.
7. Ажгирей Л.С. и др. ОИЯИ, P1-10014, Дубна, 1976.
8. Ажгирей Л.С. и др. ОИЯИ, P10-12655, Дубна, 1979.
9. Бурилков Д.Т. и др. ОИЯИ, 10-80-656, Дубна, 1980.
10. Grote H., Zanella P. CERN-DD/80-11, 1980.
11. Grote H., CERN-DD/81-01, 1981.
12. Ананьева М.А. и др. ОИЯИ, 10-82-232, Дубна, 1982.
13. Алатуни Ц.А. и др. ИФВЭ, 52-142, Серпухов, 1982.
14. Дзелядин Г.Н. и др. ИФВЭ, 84-70, Серпухов, 1984.

15. Акименко С.А. и др. ОИЯИ, 13-82-834, 13-82-835, Дубна, 1982.
Акименко С.А. и др. ОИЯИ, 13-83-29, 13-83-610, Дубна, 1983.
16. Курилин С.А. и др. ОИЯИ, P13-83-774, Дубна, 1983.
17. Акименко С.А. и др. ОИЯИ, P13-80-155, Дубна, 1980.
18. Бицадзе Г.С. и др. ОИЯИ, 13-85-80, Дубна, 1985.
19. В.Б.Виноградов и др. ОИЯИ, 1-13015, Дубна, 1980.
20. Zanella P. CERN-DD/DP/68-3, 1968.
21. Zanella P. JINR, P10-4245, Dubna, 1968.
22. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, 10-7303, Дубна, 1973.
23. Виноградов В.Б. и др. ОИЯИ, 61-10-85-84, Дубна, 1985.
24. Кульчицкий Ю.А. и др. ОИЯИ, 61-83-137, Дубна, 1983.
25. Lechapoine C. et al. NIM, 1969, 69, 122.
26. Виноградов В.Б. и др. ОИЯИ, P1-83-390, Дубна, 1983.
27. В.Б.Виноградов и др. ОИЯИ, P10-85-77, Дубна, 1985.
28. Review of Particle Properties, CERN, Geneva, 1984.

Рукопись поступила в издательский отдел
2 октября 1985 года

Внимание организаций и лиц, заинтересованных в получении публикаций Объединенного института ядерных исследований

Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

ИНДЕКС	ТЕМАТИКА	Цена подписки на год
1.	Экспериментальная физика высоких энергий	10 р. 80 коп.
2.	Теоретическая физика высоких энергий	17 р. 80 коп.
3.	Экспериментальная нейтронная физика	4 р. 80 коп.
4.	Теоретическая физика низких энергий	8 р. 80 коп.
5.	Математика	4 р. 80 коп.
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия	4 р. 80 коп.
7.	Физика тяжелых ионов	2 р. 85 коп.
8.	Криогеника	2 р. 85 коп.
9.	Ускорители	7 р. 80 коп.
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных	7 р. 80 коп.
11.	Вычислительная математика и техника	6 р. 80 коп.
12.	Химия	1 р. 70 коп.
13.	Техника физического эксперимента	8 р. 80 коп.
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами	1 р. 70 коп.
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях	1 р. 50 коп.
16.	Дозиметрия и физика защиты	1 р. 90 коп.
17.	Теория конденсированного состояния	6 р. 80 коп.
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники	2 р. 35 коп.
19.	Биофизика	1 р. 20 коп.

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79.