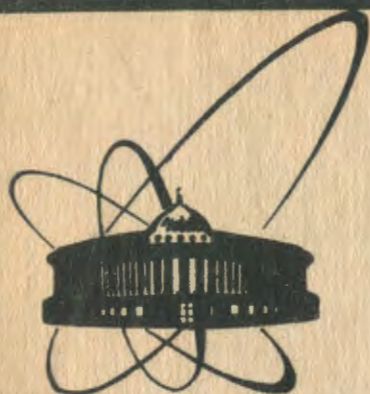


89-41



**сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна**

P10-89-41

Я.Балгансурэн, Н.А.Буздавина, В.В.Глаголев,
В.Г.Иванов, В.В.Первушов, З.Р.Салуквадзе,
Т.Эрдэнэдэлгэр

**МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ
НУКЛОН-ЯДЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ,
РЕГИСТРИРУЕМЫХ В ЖИДКОВОДОРОДНОЙ
ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ**

1989

Облучение 100-сантиметровой водородной пузырьковой камеры^{/1/} ядрами кислорода с энергией несколько ГэВ на нуклон открывает возможности для исследования широкого круга процессов в области фрагментации ядер. Это обусловлено тем, что вторичные частицы вылетают в основном в достаточно широком конусе, известен их суммарный заряд и в большинстве случаев импульсы заряженных частиц могут быть определены с достаточно хорошей точностью.

Для того чтобы наиболее полно использовать полученный экспериментальный материал, необходимо идентифицировать каждое наблюдаемое событие, т.е. определить заряды, массы и импульсы вторичных частиц. Поскольку при наших энергиях в большинстве нуклон-ядерных взаимодействий образуется несколько нейтральных частиц, то традиционная методика идентификации событий, базирующаяся на применении закона сохранения энергии-импульса^{/2/}, пригодна лишь для очень ограниченного класса реакций. Например, упругое рассеяние, реакция $^{16}\text{O}+p \rightarrow 4\text{He}+p$ и некоторые другие. В связи с этим потребовалось разработать методику идентификации нуклон-ядерных взаимодействий, базируясь на законе сохранения электрического заряда и зависимости ионизация-импульс для однозарядных частиц. При этом требовалось обеспечить автоматический сбор информации о выбранных зарядовых (или массовых) гипотезах, без использования дополнительных носителей информации.

Постановка задачи

Исходными данными идентификации нуклон-ядерных взаимодействий в нашем случае являются файлы результатов просмотра и восстановления пространственной картины событий.

При восстановлении пространственной картины событий параметры вторичных заряженных частиц вычисляются для задаваемого набора гипотез о их зарядах и массах. В нашем случае набор рассматриваемых при реконструкции события гипотез определяется его топологией (общим числом вторичных частиц и их зарядами), см. таблицу I. При этом начиная с $z=2$ в качестве значения масс соответствующих частиц берутся лишь массы их стабильных изотопов.

Таблица I

z	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Частица Топология	π, p	${}^4\text{He}$	Li	Be	B	C	Ni	O	F	NE	NA	MG
	d, t											
2								+		I		2
3							+		I		2	
4						+		I		2		3
5					+		I		2		3	
6				+		I		2		3		4
7			+		I		2		3		4	
8			+	I		2		3		4		
9	+		I		2		3		4			
10			I		2		3		4			
11	I		2		3		7					
12		2		3		4						
13	2		3		4							
14		3		4								
15	3		4									
16		4										
17	4											

Здесь знаком + отмечены границы массовых гипотез в зависимости от числа вторичных частиц (топологии) для событий только с положительно заряженными частицами.

I, 2, 3, 4 - то же самое для событий с одной, двумя, тремя и четырьмя отрицательно заряженными частицами соответственно.

Максимальное число рассматриваемых для каждого события гипотез (NM) определится следующим эмпирическим выражением:

$$NM = 13 + 2M - N.$$

Здесь m - число отрицательно заряженных вторичных частиц;

N - полное число вторичных частиц во взаимодействии ядра кислорода с протоном.

Так, например, для 2-лучевых событий с положительно заряженными вторичными частицами параметры последних вычисляются для одиннадцати значений масс, начиная с π^+ -мезона и кончая кислородом. Для событий с 9-ю положительно заряженными частицами рассматриваются только четыре гипотезы (пион, протон, дейтрон и тритий).

Задача идентификации заключается в определении для каждой заряженной вторичной частицы соответствующего ей значения заряда или

пределов, в которых это значение может меняться. Для однозарядных частиц желательнее также определить и значения их масс.

Определение зарядов частиц

При предварительном просмотре каждому вторичному треку события приписывается значение заряда либо его минимальное и максимальное значения. При этом все отрицательные треки считаются π^- -мезонами, а заряды положительных частиц определяются исходя из суммарного заряда в $^{16}\text{O}_p$ -взаимодействии, равного девяти, топологии события и плотностей почернения их изображений. Так, например, в 2-лучевых событиях релятивистской частице или частице отдачи приписывается заряд, равный единице, а фрагменту — восемь; в 9-лучевых (без отрицательно заряженных) все вторичные частицы однозарядные и т.п. Специально проведенные методические исследования показали, что используемые при приписывании зарядов правила работают достаточно хорошо и соответствующие погрешности составляют не более 1-2 процентов. В тех же случаях, когда заряд фрагмента определить трудно, ему приписываются минимальное и максимальное значения. Кроме того, значения зарядов уточняются в ходе дополнительного просмотра. Результаты приписывания зарядов заносятся для каждого найденного события в файл результатов просмотра в соответствии с расположением проекции треков на фиксированном (например, первом) снимке (рис. I) в порядке, определяемом возрастанием угла φ .

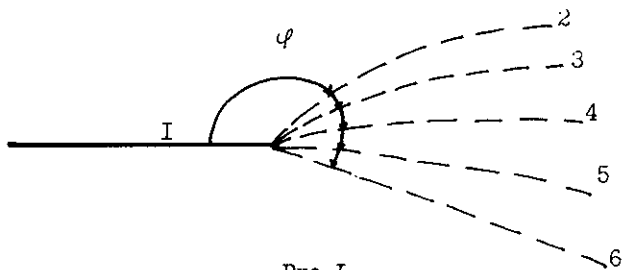


Рис. I

Для однозарядных частиц производится сравнение теоретических значений ионизации для различных массовых гипотез с наблюдаемой на стереоснимках. Отбираются те гипотезы, для которых теоретические значения ионизации не противоречат наблюдаемым. Для того чтобы зафиксировать отобранные гипотезы в файле результатов просмотра, значения зарядов заменяются на буквенные символы от а до г, каждый из кото-

рых соответствует определенному набору гипотез (см. таблицу 2). Для максимальной неоднозначности, когда остаются все четыре массовых гипотезы, оставляется символ "1".

Таблица 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
π									
p									
d									
t									

Таким образом, в файле результатов просмотра содержится информация о зарядах и массах вторичных частиц, которая необходима для отбора из файла результатов реконструкции нужных данных.

Автоматический отбор данных на ленты суммарных результатов

Для того чтобы обеспечить автоматический отбор из результатов геометрической реконструкции событий данных, соответствующих приписанным при просмотрах зарядам и массам, необходимо отождествить проекции треков на фиксированном снимке с соответствующими пространственными траекториями частиц.

В ходе восстановления пространственной картины событий производится автоматический поиск изображений треков на соответствующих стереоснимках^{/3/}. При этом каждая из проекций треков имеет порядковый номер, относящийся к данному стереоснимку (см. рис.2).

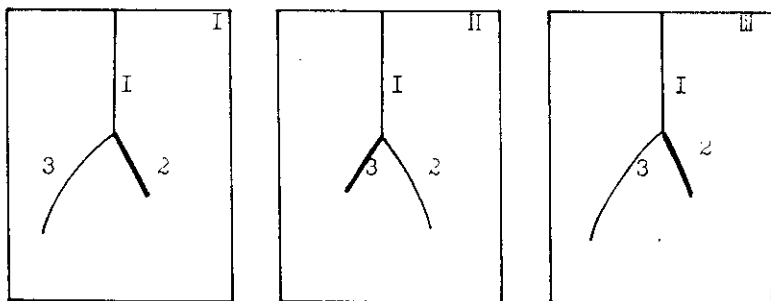


Рис.2

В ходе реконструкции для данного примера будут восстановлены пространственные треки, образованные следующими проекциями:

III, 232 и 323.

Поскольку эти номера запоминаются в соответствующих банках данных, то казалось, что задача отождествления проекций треков на плоскость снимка с соответствующими пространственными треками не представляет затруднений, если бы не следующие обстоятельства:

I. Как показывает практика, последовательность измерений проекций треков в порядке возрастания угла φ (рис.1) не всегда выполняется.

II. В ходе измерений возможны потери изображений треков.

III. В ходе реконструкции треков отдельные измерения могут быть забракованы.

Все это накладывает ряд требований на качество измерений и геометрическую программу.

Во-первых, на фиксированном для приписывания зарядов снимке должны измеряться все проекции треков события, без каких-либо пропусков.

Во-вторых, в ходе реконструкции на этом же снимке может браковаться не более одной проекции вторичных треков события. В этом случае номер потерянной проекции может быть восстановлен по оставшимся. Так, например, предположим, что в 5-лучевом событии при реконструкции забракована третья проекция на первом снимке, а из оставшихся восстановлены следующие треки:

III, 222, 455, 544, 666, 033.

Очевидно, что в этом случае заряд последнего трека (033) определяется третьей проекцией первого снимка.

В-третьих, геометрическая программа должна упорядочивать проекции фиксированного снимка в порядке возрастания угла φ .

При выполнении перечисленных требований производится автоматический отбор данных из результатов геометрической реконструкции без наличия дополнительных носителей информации, что чрезвычайно упрощает и ускоряет эту процедуру.

Отождествление событий из файлов результатов просмотра и реконструкции производится по их номерам, а если на снимке имеются два события с одной топологией, то дополнительно привлекается расстояние точки взаимодействия от конца камеры по оси x . Проекция этой величины измеряется в ходе предварительного просмотра и, наряду с другой информацией, заносится в файл результатов просмотра.

Что касается событий, в которых на первом снимке измерены не все проекции или в ходе реконструкции на нем же было забраковано больше двух проекций вторичных треков, то их следует перемерить.

Заключение

Рассмотренная методика обработки нуклон-ядерных взаимодействий позволила организовать анализ данных в рамках высокоавтоматизированной системы математической обработки फिल्मовой информации, разработанной на основе имевшегося опыта^{4/}. На ее основе было разработано соответствующее программное обеспечение, с помощью которого в сжатые сроки обработано более десяти тысяч событий.

В заключение следует отметить, что при фрагментации налетающего ядра часто появляются заряженные частицы с очень малым углом разлета. Это обстоятельство затрудняет работу блока поиска изображений одних и тех же треков событий на их стереоснимках. Вследствие этого изображения отдельных треков в такого типа событиях необходимо идентифицировать при просмотре и снабжать соответствующими метками. Маркировка отдельных треков от одного до трех не только повышает надежность программной идентификации проекций, но и значительно ускоряет работу геометрической программы, особенно при обсчете многолучевых событий.

Литература

1. Belonogov A.V. et al. Nucl. Instr. and Meth., 20, 114 (1963).
2. Заикина А.Г., Лукьянцев А.Ф. ОИЯИ, II-5965, Дубна, 1971.
3. Буздавина Н.А., Иванов В.Г. ОИЯИ, IO-7191, Дубна, 1973.
4. Балгансурэн Я. и др. ОИЯИ, P10-86-706, Дубна, 1986.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 января 1989 года.