

38706

26/VI-72

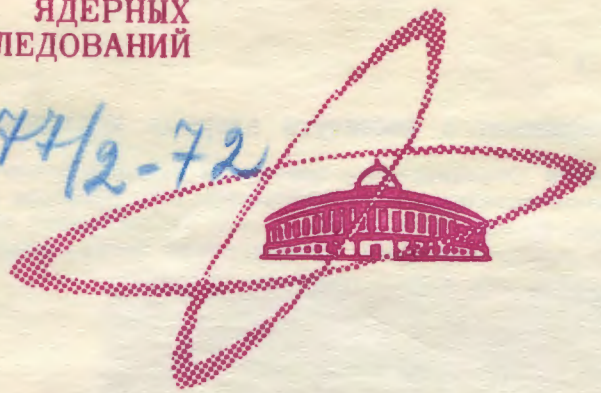
A-139

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

1 - 6335

2177/2-72



А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, В.А.Беляков,
К.П.Вишневская, В.Г.Гришин, Ш.В.Иногамов,
Т.Канарек, А.А.Кузнецов, Е.Н.Кладницкая,
Дж.М.Кохли, В.Б.Любимов, Нгуен Дин Ты,
Н.Н.Мельникова, В.Н.Пенев, В.М.Попова, М.Сабзу,
М.И.Соловьев, Х.Я.Супичаков, Ю.В.Тевзадзе,
Н.Г.Фадеев, Б.С.Юлдашев, Г.Янчо

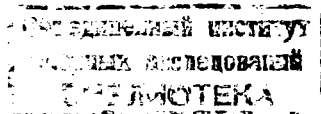
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

МЕТОД ПОИСКА СООТВЕТСТВУЮЩИХ СЛЕДОВ
НА СТЕРЕОФОТОГРАФИЯХ ПУЗЫРЬКОВЫХ КАМЕР

1972

А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, В.А.Беляков,
К.П.Вишневская,¹ В.Г.Гришин, Ш.В.Иногамов,
Т.Канарек, А.А.Кузнецов, Е.Н.Кладницкая,
Дж.М.Кохли,² В.Б.Любимов, Нгуен Дин Ты,
Н.Н.Мельникова, В.Н.Пенев, В.М.Попова,¹ М.Сабзу,
М.И.Соловьев, Х.Я.Супичаков, Ю.В.Тевзадзе,
Н.Г.Фадеев, Б.С.Юлдашев, Г.Янчо

МЕТОД ПОИСКА СООТВЕТСТВУЮЩИХ СЛЕДОВ
НА СТЕРЕОФОТОГРАФИЯХ ПУЗЫРЬКОВЫХ КАМЕР



¹ / Институт ядерной физики Московского государственного университета

² / Пенджабский университет, Чандигар, Индия.

Введение

Следы частиц, зарегистрированных в пузырьковой камере, фотографируются двумя и больше объективами. При этом иногда возникают трудности при геометрическом восстановлении пространственных координат некоторых следов. Дело в том, что продукты реакций элементарных частиц при высоких энергиях в большинстве своем получают большую энергию и летят в узком конусе вперед. Оказывается, что следы некоторых частиц не имеют характерных признаков, отличающих их от других: δ -электронов, вторичных взаимодействий, распадов и т.д., и обнаружить визуально изображения следов на разных снимках стереопары иногда невозможно. Процедура визуального поиска отнимает много времени при просмотре фильмов и измерениях событий. И если даже она проведена, то часто нет уверенности в том, что найдены действительно соответствующие друг другу проекции.

Для разрешения проблемы разумно прибегнуть к помощи электронно-счетной машины; при этом несколько увеличивается объем вычислительных работ, но зато появляется возможность применить объективные критерии при отборе нужных проекций. В связи с этим нами на базе программ геометрической и кинематической обработки событий в пузырьковых камерах ГЕОФИТ^{1,2} был создан дополнительный блок "MATCH", осуществляющий поиск проекций каждого из неоднозначно определяемых

следов. Нужно отметить, что в систему программ *THRECH* включены программы ^{/6/}, выполняющие аналогичные функции.

§ 1. Метод поиска проекций

Метод поиска проекций данного следа состоит в сравнении восстановленных пространственных координат этого следа по фотографиям первого, второго и третьего объективов (или 5-го, 6-го и 4-го). При этом, если мы имеем дело с подходящими проекциями на всех трех фотографиях, то пространственные координаты, восстановленные по снимкам, например, первого и второго объективов, естественно, должны совпадать с соответствующими координатами, восстановленными по снимкам первого и третьего объективов. Если же совпадения нет, то на какой-либо из фотографий необходимо перейти к следующему следу и повторить проверку. Таким путем нужно перебрать все возможные комбинации проекций, пока не будет найдена их совокупность, соответствующая с какой-то достоверностью каждому из следов в пространстве. Ясно, что такой метод поиска соответствующих проекций годен лишь в том случае, если фотографирование одного и того же объекта производится минимум тремя объективами.

Обозначим пространственные координаты, полученные с использованием первого и второго объективов, через X_i^{12} , Y_i^{12} , Z_i^{12} , и с помощью первого и третьего - через X_i^{13} , Y_i^{13} , Z_i^{13} .

Для сокращения числа пробных комбинации в программе предусмотрена возможность прекращения дальнейших поисков сразу после нахождения такого набора проекций, когда разница пространственных координат меньше специально подобранных (§ 2) констант C_1 , C_2 , C_3 :

$$\begin{aligned}\Delta X &= |X_i^{12} - X_i^{13}| < C_1 \\ \Delta Y &= |Y_i^{12} - Y_i^{13}| < C_2 \\ \Delta Z &= |Z_i^{12} - Z_i^{13}| < C_3\end{aligned}\quad (1)$$

§2. Определение точности при нахождении соответствующих проекций

Предположим, что произошла ошибка при выборе одной из трех проекций данного трека. Например, вместо нужной проекции на снимке третьего объектива была выбрана рядом расположенная. Тогда и восстановленный по снимкам первого и третьего объективов след не будет совпадать с "истинным", полученным по первому и второму объективам, и, если бы он существовал, то был бы расположен в камере где-то рядом с "истинным".

Возможность различать "истинный" след (т.е. след, восстановленный по двум правильным проекциям) и "ложный", восстановленный по двум проекциям, одна из которых выбрана неверно, зависит от величины ошибок пространственных координат. Таким образом, вся проблема нахождения соответствующих проекций заключается в том, что необходимо выяснить, с какой достоверностью друг от друга находятся следы, расположенные на различных расстояниях в пространстве. Решение поставленной задачи было достигнуто при исследовании специально отобранных на снимках 2-метровой пропановой камеры ^{/3/} событий ^{х/}, в которых визуально (по характерным признакам) были найдены все три проекции, соответствующие каждому из треков этих событий. Было измерено и обчислено по программе ГЕОФИТ с блоком *MATCH* 36 таких событий (118 треков). Отметим, что оптика ^{/4/} 2-метровой пропановой камеры позволяет осуществить метод поиска соответствующих следов.

Распределения разностей координат (1) одних и тех же точек на следе, но восстановленных по разным парам проекций этих следов (известных нам), приведены на рис. 1-3, со средними значениями и среднеквадратичными ошибками, приведенными в таблице.

Отметим, что на рисунках и в таблице показаны величины реальных ошибок в определении пространственных координат на 2-метровой пропановой камере при работе с тремя объективами. Эти ошибки включают в себя ошибки измерения и оптические искажения.

^{х/} Использовались снимки, полученные при облучении камеры в пучке π^- -мезонов 40 Гэв/с на ускорителе ИФВЭ (г. Серпухов).

Таблица

Координаты	Среднее значение $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ (см)	Среднеквадратичные ошибки: $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ (см)
X	-0,0164	0,0247
Y	0,0184	0,0274
Z	0,1602	0,1742

Таким образом, можно утверждать, что, если выбрать константы C_1, C_2, C_3 , по величине равные 3σ (т.е. соответственно 0,075 см, 0,082 см, 0,52 см), то почти со 100-процентной достоверностью будем отличать следы, отстоящие друг от друга по X, Y, и Z соответственно на C_1, C_2, C_3 (см). Естественно, можно поставить и другие требования.

§3. Методика измерений. Время расчетов

А). Следы, имеющие характерные признаки: δ - электроны, вторичные взаимодействия, распады, черные следы и т.д., проекции которых легко обнаруживаются, измеряются на снимках только одной стереопары. При этом, поскольку события на разных снимках стереопары измеряются независимо друг от друга, то требованием программ геометрического восстановления координат, используемых нами ^{/1,2,5/}, является одинаковый порядок измерения соответствующих друг другу следов на снимках разных проекций. Указанием на то, что при обсчете должен быть включен блок поиска соответствующих следов, служит наличие для какой-либо группы следов измерений на трех проекциях. Такие несоответствующие следы должны измеряться подряд на снимках каждой из проекций и образовывать один неразрывный массив.

Б). Время, нужное для восстановления пространственных координат точек на следе с использованием блока *MATCH*, составляет малую долю всего времени, требуемого для обсчета параметров каждого трека

($t \leq 1\%$ времени). В блоке *MATCH* происходит только восстановление пространственных координат. Таким образом, время T , необходимое для работы блока *MATCH*, сильно зависящие от количества "несоответствующих" следов в событии и от числа восстановленных точек, в общем не будет превышать

$$T = t \cdot \left(\frac{N}{2}\right)^3,$$

где N - число треков, измеренных на снимках трех объективов.

В). Правильность работы алгоритма, используемого в программе *MATCH*, проверялась при обсчете специально взятых событий (36 случаев). В том случае, если программа, например, из-за ошибочных измерений, не может найти соответствующих проекций только для одного следа, то она считает соответствующие друг другу оставшиеся после всех переборки проекции. Если же таких следов два или больше, то необходимо перемерить или отбросить исследуемое событие.

§ 4. Краткое описание программы поиска соответствующих следов

Подпрограмма *MATCH* вызывается в управляющей программе ГЕОФИТ. Здесь же определяются все формальные параметры подпрограммы. Первый параметр может принимать значения 0 и 1; если 0, то измеренные треки находятся в первой половине камеры, если 1, то во второй половине камеры. Вторым формальным параметром - массив *NTRL* (6, 20). Вначале в него заносятся номера всех следов каждого снимка (это просто последовательность чисел от 1 до числа следов в звезде) и так для всех объективов. Далее, числа *IKL* и *NTRMD* означают количество следов, измеренных на трех проекциях, и номер первого из таких следов соответственно. Оператор *IGOOD* равен 0, если *MATCH* не работал, и 1 - если подпрограмма *MATCH* была вызвана. Переборка всех следов, измеренных на трех проекциях, осуществляется в подпрограмме *MATCH* с помощью трех циклов, вложенных один в другой. При этом: *II* - переменная цикла по следам на снимке третьего (четвертого) объективов; *II* - переменная для второго (шестого) объективов; *K* - переменная

ная для первого (пятого) объективов. Номера тех проекций, для которых усилия совпадения двух восстановленных следов соблюдаются, затем записываются в массив *NTRL* (6,20). Таким образом, окончательный результат работы подпрограммы *MATCH* отражен в массиве *NTRL* (6,20), на основе которого уже в программе ГЕОФИТ изменяется матрица измерений *MESMTR*.

Для того, чтобы при переборке следов на снимках третьего (четвертого) объективов проекции, уже отобранные, как соответствующие какому-нибудь треку, не перебирались, используются два массива *NT2* (20) и *NT3* (20), в которые на месте номеров отобранных следов записываются нули. Первоначально же в них записан последовательный ряд номеров следов, измеренных на снимках третьего (четвертого) и второго (шестого) объективов соответственно. В циклах переборок следов на каждом из снимков перед тем, как взять следующий след, происходит проверка на нуль соответствующей ячейки массивов *NT2* (20) и *NT3* (20).

Константы C_1 , C_2 , C_3 заложены в массиве *CST* (100): $C_1 = C_2 = CST(99)$, $C_3 = CST(100)$.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить лаборантов за проведение технической части работы.

Литература

1. А.У.Абдурахимов, Нгуен Дин Ты, В.Н.Пенев. Сообщение ОИЯИ, 1-5140 (1970).
2. К.П.Вишневская, Нгуен Дин Ты, В.Н.Пенев, Ю.В.Тевзадзе. Сообщение ОИЯИ, 1-5978 (1971).
3. М.Р.Баландин, N.G.Borisov et al. N.I.M., 20, 110 (1963).
4. Нгуен Дин Ты, В.Н.Пенев, Н.А.Смирнов, М.И.Соловьев. Сообщение ОИЯИ, 13-5942 (1971).
5. Н.Ф.Маркова, В.И.Мороз и др. Препринт ОИЯИ, P10-3768, Дубна (1968).
6. F.Bernasconi. "THRECH", CERN T.C. Program Library (1968).

Рукопись поступила в издательский отдел
17 марта 1972 года.

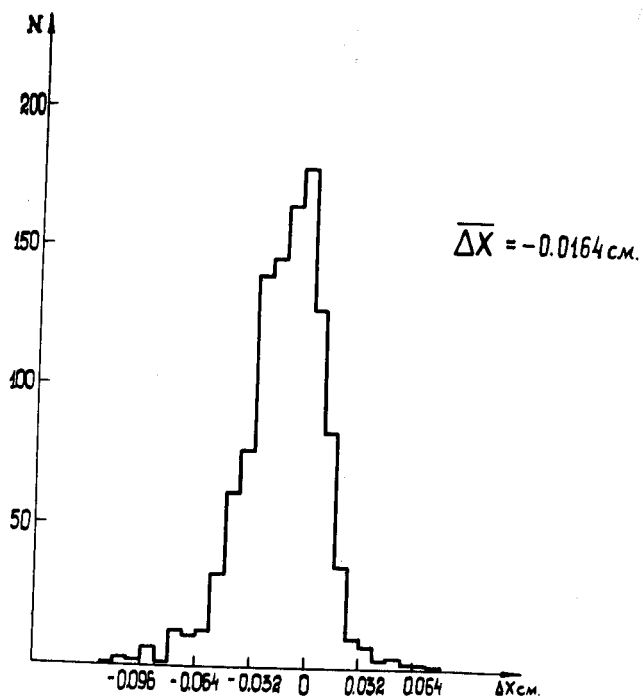


Рис. 1. Распределения разностей пространственных координат одних и тех же точек следов, восстановленных с помощью снимков от разных пар объектов (1-го, 2-го и 3-го, 3-го или 5-го, 6-го и 5-го, 4-го) по X .

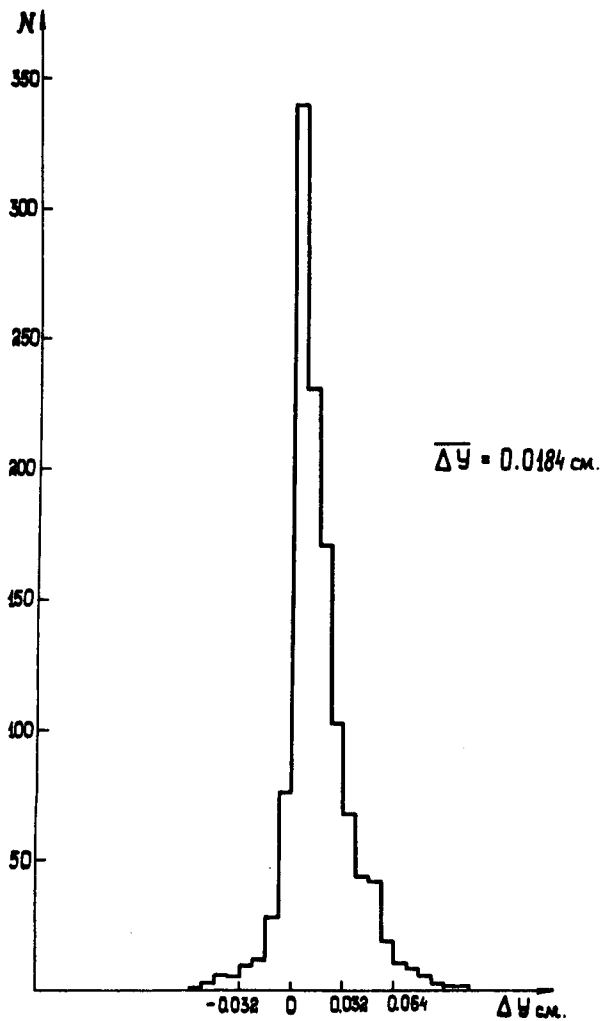


Рис. 2. Распределения разностей пространственных координат одних и тех же точек следов, восстановленных с помощью снимков от разных пар объективов (1-го, 2-го и 3-го, 3-го или 5-го, 6-го и 5-го, 4-го) по Y .

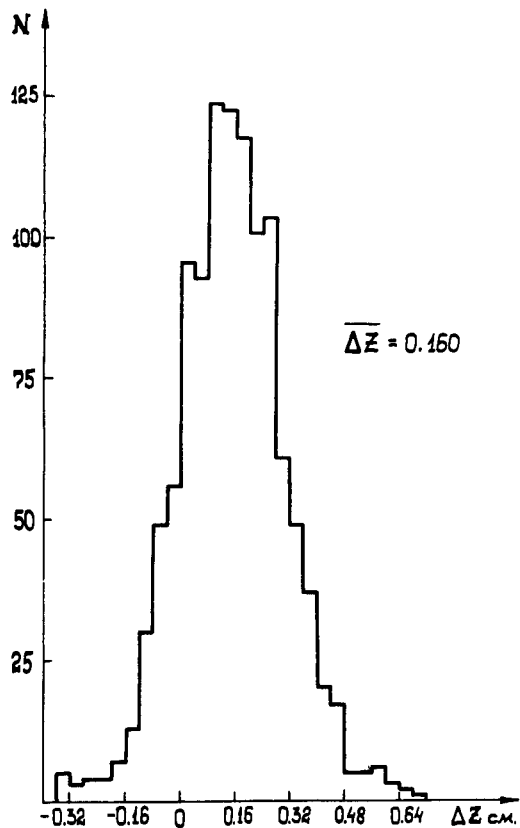


Рис. 3. Распределения разностей пространственных координат одних и тех же точек следов, восстановленных с помощью снимков от разных пар объектов (1-го, 2-го и 3-го, 3-го или 5-го, 6-го и 5-го, 4-го) по Z .