

Ц 8406  
А-329

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



3981 / 2-74

7/x-74

1 - 8012

Г.Т.Адылов, Ф.К.Алиев, К.Вала, А.С.Водопьянов,  
В.Гаевски, И.Иоан, Т.С.Нигманов, Б.Ничипорук,  
Э.Н.Цыганов

ПРОГРАММЫ ПОИСКА  
И ВОССТАНОВЛЕНИЯ СОБЫТИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ  
ПО П - Е - РАССЕЙАНИЮ  
ПРИ ЭНЕРГИИ 50 ГЭВ

Часть 2.

**1974**

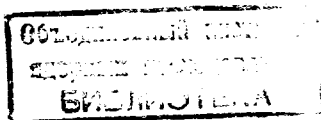
**ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ**

1 - 8012

Г.Т.Адылов, Ф.К.Алиев, К.Вала, А.С.Водопьянов,  
В.Гаевски, И.Иоан, Т.С.Нигманов, Б.Ничипорук,  
Э.Н.Цыганов

**ПРОГРАММЫ ПОИСКА  
И ВОССТАНОВЛЕНИЯ СОБЫТИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ  
ПО П - Е - РАССЕЯНИЮ  
ПРИ ЭНЕРГИИ 50 ГЭВ**

Часть 2.



## ВВЕДЕНИЕ

Ниже описаны программы окончательной геометрической реконструкции событий  $\pi$ - $e$ -рассеяния<sup>/1/</sup>, представляющие собой дальнейшую модификацию программ, описанных в работе<sup>/2/</sup>; они дополнены группой подпрограмм для более эффективной и однозначной реконструкции  $\pi$ - $e$ -событий.

### 1. Программа "BEST PAIR"

Алгоритм поиска и реконструкции "вилки", т.е. треков  $\pi$ - $e$ -события между водородной мишенью и магнитом /второй блок искровых камер/ и за магнитом /третий блок искровых камер/, был аналогичен алгоритму, использованному в программе "MARK"<sup>/3/</sup>. Константы "сшивания" треков второго и третьего блоков в центре магнита были выбраны более жесткими, равными пяти стандартным отклонениям.

В запуске, содержащем  $\pi$ - $e$ -событие, обычно находилось несколько комбинаций треков, грубо удовлетворяющих геометрической конфигурации и кинематике последнего, так как в условиях большой фоновой загрузки при поиске треков по разным парам опорных камер вокруг траектории истинного трека могут быть найдены треки, восстановленные с использованием фоновых искр /так называемые генерированные треки/. Решить заранее, какой из найденных треков лучше всего реконструирует трек  $\pi$ - $e$ -события, часто не представлялось возможным. Ошибка при выборе трека приводила, как правило, к потере события при наложении окончательных геометриче-

ских и кинематических условий. Поэтому в программе окончательной геометрической реконструкции событий "BEST PAIR" была предпринята попытка охарактеризовать качество события, которое можно образовать из найденных треков, одной количественной величиной и с помощью этой характеристики выбрать комбинацию треков, наилучшим образом представляющих  $\pi$ -e-событие в данном запуске. Для этой цели в программе по сквозным трекам пространственной вилки составлялся так называемый геометрический  $\chi^2$ . Он определялся разностями параметров наклонов в Y-плоскости соответствующих треков второго и третьего блоков, разностями их координат в X- и Y-плоскостях в центре магнита, а также разностью Z-координат вершин пространственной вилки, определенных независимо в X- и Y-плоскостях /рис. 1÷4/. Все величины были нормированы на соответствующее стандартное отклонение.

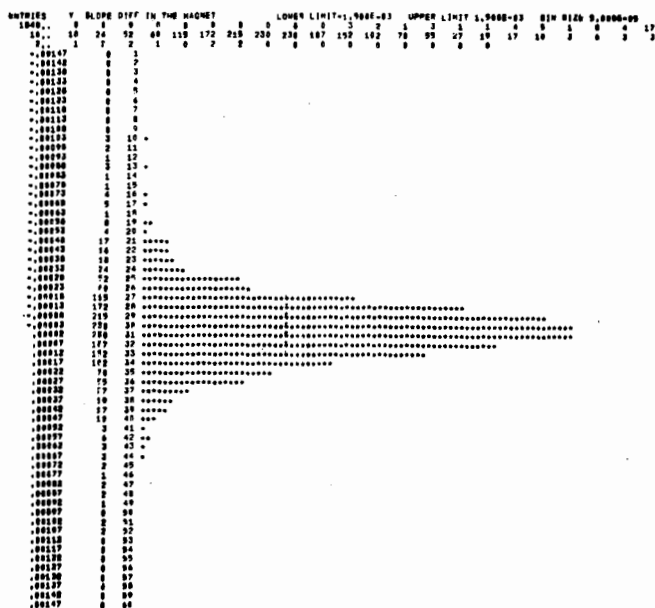


Рис. 1. Распределение разностей углов треков  $\pi$ -e-событий между вторым и третьим блоками искровых камер в Y-плоскости. Шаг гистограммы равен  $5 \cdot 10^{-5}$  рад.

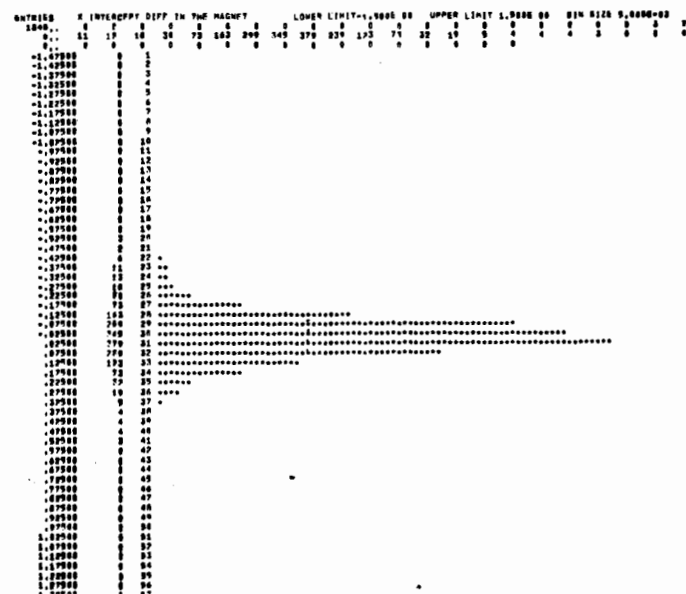
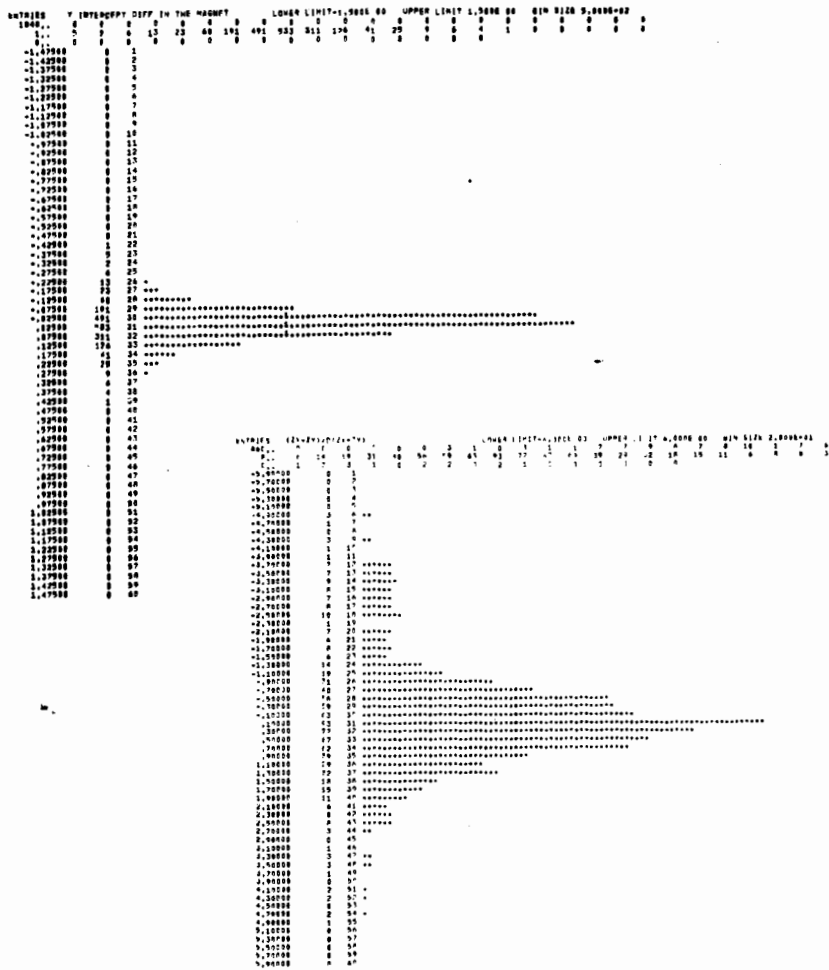


Рис. 2. Распределение разностей координат треков  $\pi$ -e-событий между вторым и третьим блоками искровых камер в центре магнита X-плоскости. Шаг гистограммы равен 0,05 см.

В этот суммарный  $\chi^2$  входили также феноменологическим образом выбранные члены, определяемые числом повернутых камер, дающих подтверждение правильности X-Y-соответствия треков пространственной вилки суммарным числом искр на треках пространственной вилки и нормализованным среднеквадратичным отклонением координат искр от фитированных треков.

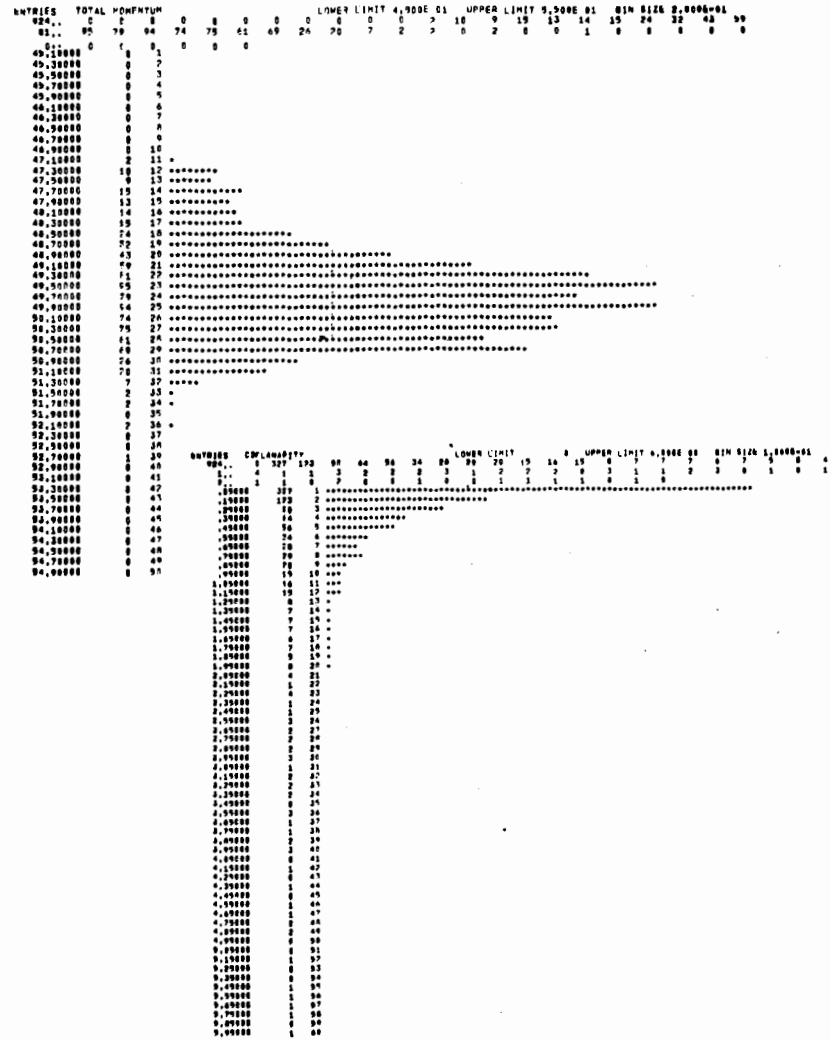
При образовании вилок во втором и третьем блоках требовалось, чтобы на каждом сквозном треке в одной повернутой камере существовало подтверждение пространственного X-Y-соответствия; треки, составившие вилку в третьем блоке, должны были попадать в разные сцинтилляционные счетчики /условие запуска установки/, а сумма импульсов этих треков должна была лежать в пределах 47-53 ГэВ/с /рис. 5/.

**Рис. 3. Распределение разностей координат треков  $\pi$ -событий между вторым и третьим блоками искровых камер в центре магнита в Y-плоскости. Шаг гистограммы равен 0,05 см.**



**Рис. 4. Распределение событий по нормированной разности Z координат, вычисленных в X- и Y-проекциях независимо. Нормировка производилась на соответствующее стандартное отклонение. Шаг гистограммы равен 0,2.**

**Рис. 5. Распределение суммы импульсов вторичных частиц в  $\pi$ -событиях. Шаг гистограммы равен 0,2 ГэВ/с.**



**Рис. 6. Распределение  $\pi$ -событий по компланарности. Шаг гистограммы равен  $1 \cdot 10^{-7}$ .**

Для "пришивания" наилучшего трека первого блока /искровые камеры до водородной мишени/ в каждой пространственной вилке выбирались такие первичные треки, имеющие координаты X и Y в пределах  $\pm 0,4$  см от вершины пространственной вилки, которые образуют компланарные события /рис. 6/ с полным поперечным импульсом не более 75 МэВ/с.

При выборке первичных треков с этими обрезаниями предпочтение отдавалось тем из них, которые имели подтверждение X-Y-соответствия в повернутой камере, а также искру в пропорциональной камере. Если таких треков в пределах  $\pm 0,4$  см от вершины вилки не было или образованные с их помощью события не проходили по компланарности или полному поперечному импульсу, то брались любые другие первичные треки, удовлетворяющие указанным критериям отбора.

Если одной и той же вилке можно было сопоставить несколько первичных треков, то из них выбирался трек, наилучший по  $\chi^2$ , в который входили величины  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $P_x$  и  $P_y$  /рис. 7÷ 10/, нормированные на свои стандартные отклонения. Здесь  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  - разности между координатами первичного трека в Z-позиции вершины вилки и координатами вершины вилки в плоскостях X и Y, соответственно,  $P_x$  и  $P_y$  - поперечные импульсы события.

Данная процедура повторялась для каждой пространственной вилки, в результате чего накапливалось некоторое количество событий типа  $\pi$ -e-рассеяния. Наилучшим из данного набора событий считалось то из них, которое имело минимальный суммарный параметр  $\chi^2 = \chi^2_I + \chi^2_{II+III}$ . В величину  $\chi^2_I$ , кроме членов  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,

$P_x$  и  $P_y$ , входили также члены, зависящие от наличия подтверждения X-Y-соответствия в повернутой камере, числа пропусков искр на первичном треке и срабатывания пропорциональной камеры.

На вторичную ленту записывались параметры всех треков, образовавших  $\pi$ -e-событие в данном запуске, координаты всех искр в камерах спектрометра, сумма мониторных отсчетов, накопленных от предыдущего со-

Рис. 7. Распределение разности координат вершины события и первичного трека в X-плоскости. Шаг гистограммы равен 0,02 см.

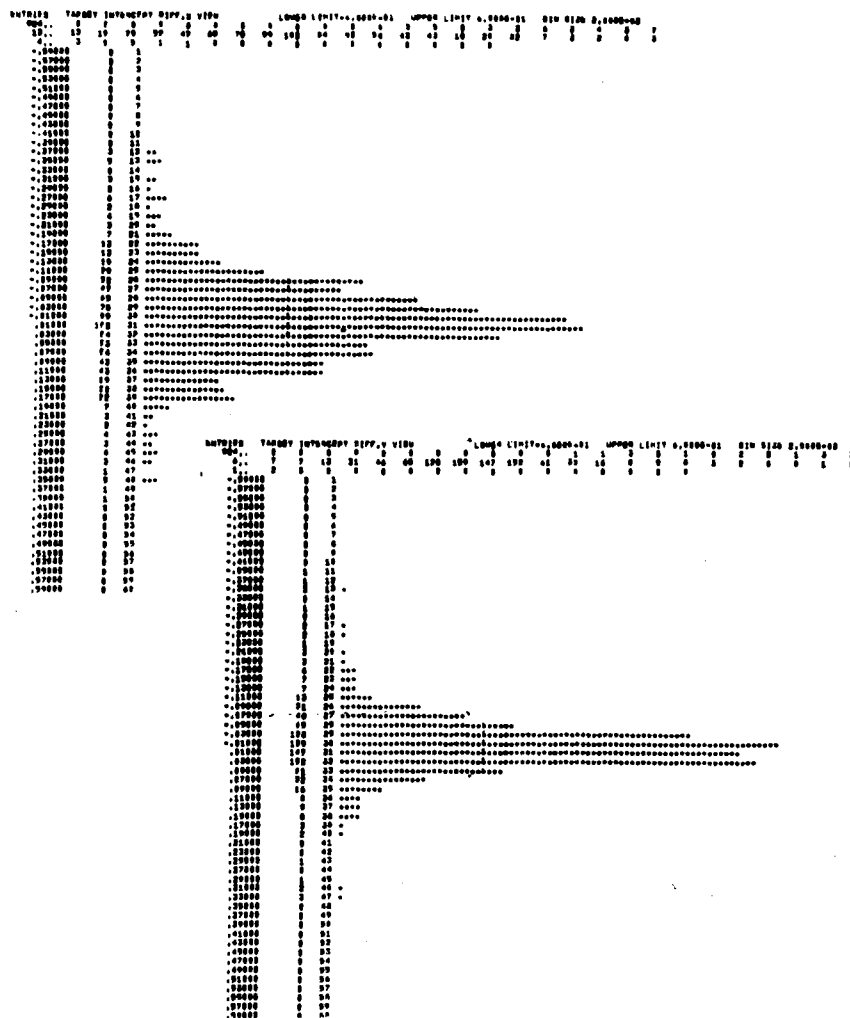


Рис. 8. Распределение разности координат вершины события и первичного трека в Y-плоскости. Шаг гистограммы равен 0,02 см.

Рис. 9. Распределение поперечного импульса  $\pi$ - $e$ -событий в X-плоскости. Шаг гистограммы равен 0,005 ГэВ/с.

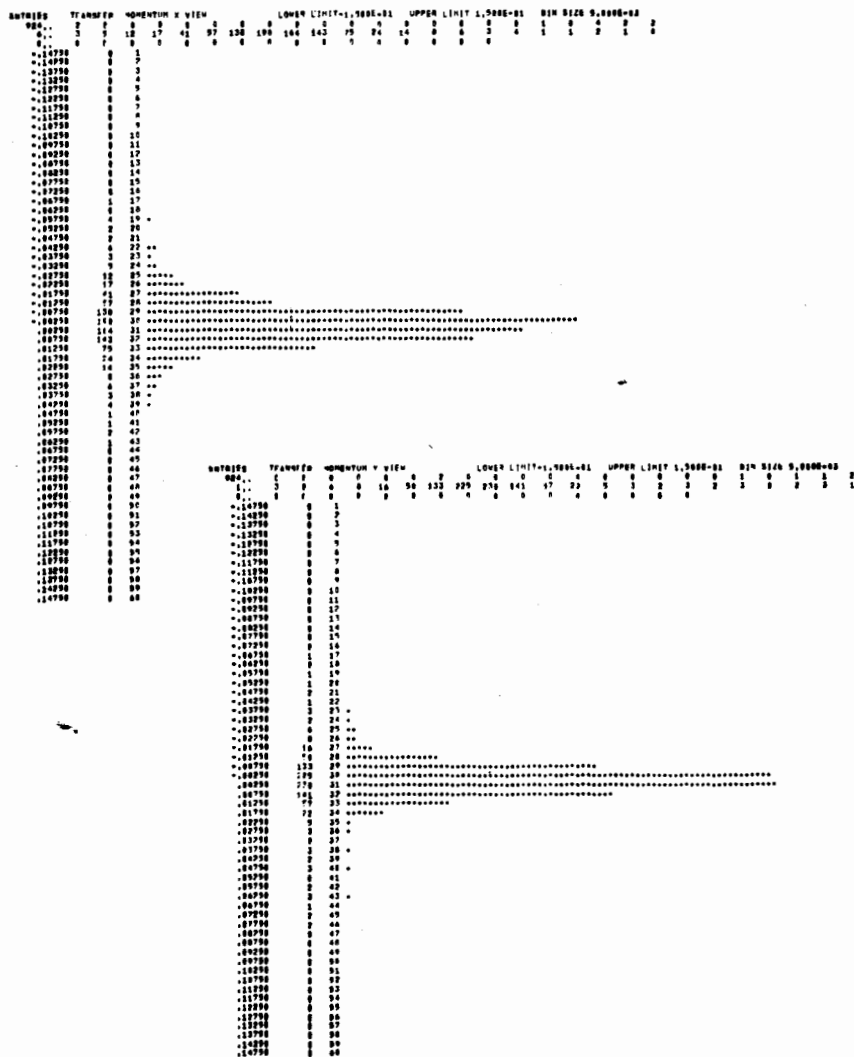


Рис. 10. Распределение поперечного импульса  $\pi$ - $e$ -событий в Y-плоскости. Шаг гистограммы равен 0,005 ГэВ/с.

бытия до текущего, информация о срабатывании каждого счетчика установки и др. Вся информация о событии содержала 508 слов, записанных в виде целых чисел.

## 2. Программа "REAR SCAN"

Одной из основных причин, приводивших к потерям  $\pi$ - $e$ -событий в программе "BEST PAIR", являлась потеря треков во втором блоке из-за наличия близких фоновых частиц и неэффективности камер по отношению к двум близким трекам. Поэтому программа "REAR SCAN" начинала поиск события из третьего блока камер и в своей работе существенным образом опиралась на координатную информацию о событии, содержащуюся в этом блоке. Проводя однозначное восстановление тех пространственных треков в камерах третьего блока, которые могут являться продолжениями треков  $\pi$ - $e$ -события из второго блока, программа вначале выбирала такие их комбинации, которые грубо удовлетворяли критериям  $\pi$ - $e$ -события. В связи с большой фоновой загрузкой камер второго блока, программа "REAR SCAN" до последнего момента пытается обойтись без информации с этих камер и использует ее практически лишь для подтверждения гипотезы, составленной по информации камер первого и третьего блоков. Благодаря этому, в программе "REAR SCAN" удалось спуститься до такого минимума информации во втором блоке /две искры на треке/, при котором восстановление события с помощью поиска треков в каждом блоке независимо является технически невозможным из-за ограничения памяти и быстродействия ЭВМ.

Алгоритм поиска треков в искровых камерах первого и третьего блоков в программе "REAR SCAN" аналогичен алгоритму поиска треков в описанных ранее программах<sup>2/</sup>. При поиске треков в первом блоке камер для уменьшения возможных потерь, связанных с присутствием фоновых треков и с неэффективностью отдельных камер, в качестве опорных камер были взяты все их комбинации, включая повернутую и пропорциональную камеры.

Для более эффективной работы программы, а также

для увеличения скорости ее работы, в третьем блоке в банк фитированных треков включались только такие треки, которые соответствовали апертуре магнита и сцинтилляционных счетчиков. Кроме этого, требовалось наличие на треке искры от срабатывания хотя бы одной из 2-х повернутых камер блока, что необходимо для однозначного X-Y -соответствия.

Запуски, в которых число искр в камерах третьего блока было недостаточным для реконструкции двух пространственных треков, отбрасывались уже до процедуры нахождения треков.

Если два различных трека имели совпадающие индексы искр в обоих повернутых камерах блока, то в банке треков запоминались параметры только того из них, который имел наибольшее общее количество искр. При этом, если число искр было одинаковым, предпочтение отдавалось треку с минимальным среднеквадратичным разбросом искр. Это давало возможность сократить число ложных, генерированных треков.

Так как при дальнейшем восстановлении траекторий треков во втором блоке в существенной степени использовалась информация о треках третьего блока, была предпринята попытка сократить количество этой информации. Для этого все найденные пространственные треки третьего блока ревизировались и исключались такие, которые ни в какой комбинации с треками третьего и первого блока не могли образовать событие, хотя бы грубо удовлетворяющее геометрическим и кинематическим условиям, накладываемым на  $\pi$ -e -событие.

Поиск траекторий во втором блоке осуществляла подпрограмма "FIT". При этом алгоритм ее работы был различен для X - и Y-плоскостей.

В Y-плоскости предварительный отбор искр в камерах второго блока производился вокруг продолжения трека третьего блока. Отбирались искры в конусе с вершиной на середине этого трека и с основанием  $\pm 0,95$  см вокруг пересечения продолжения этого трека с плоскостью первой камеры второго блока. Каждая из отобранных таким образом искр использовалась затем для проведения опорной линии, вторая точка которой лежала в вершине конуса.

Искры, лежащие в диапазоне трех стандартных отклонений вокруг опорной линии, отбирались для фитирования сквозной траектории. Для фитирования этого трека использовались также координаты всех искр соответствующего трека третьего блока. Сквозной трек считался восстановленным, если на нем были хотя бы две искры в камерах второго блока.

В X-плоскости предварительный отбор искр в камерах второго блока проводился в коридоре  $\pm 0,6$  см вокруг линий, соединяющих координату каждого трека третьего блока в центре магнита с координатой каждого трека первого блока в центре мишени. В качестве опорных затем использовались линии, проведенные через каждую отобранную таким образом искру и координату трека третьего блока в центре магнита. Кроме этого, опорные линии проводились также через эту искру и две дополнительные точки, смещенные от координаты трека третьего блока в центре магнита на плюс-минус одно стандартное отклонение. Искры, лежащие в пределах трех стандартных отклонений от опорной линии, использовались для фитирования треков второго блока. При фитировании в качестве дополнительной "искры" использовалась координата соответствующего трека третьего блока в центре магнита. Критерием трека являлось наличие минимум двух искр в камерах второго блока.

После нахождения треков комбинация их в событие осуществлялась подпрограммой "PAIR", алгоритм которой аналогичен соответствующей подпрограмме в программе "BEST PAIR".

В суммарный  $\chi^2$  события в этой подпрограмме были включены дополнительные величины, характеризующие наличие ложных искр на треках в повернутых камерах /не совпадают индексы искр на треках в X - и Y-плоскостях/, а также число "общих" искр на двух треках второго блока /т.е. искр, использованных дважды/. Эти величины были нормализованы феноменологически.

#### Заключение

Создание программ поиска и реконструкции событий,



обладающих высокой эффективностью, явилось очень важной задачей в эксперименте по  $\pi$ - $e$  рассеянию вследствие того, что в эксперименте измерялась абсолютная величина сравнительно небольшого /около 15%/ эффекта неточности  $\pi$ -мезона. Разработанные и описанные выше программы обеспечили нахождение в среднем около 95% зарегистрированных в эксперименте событий. С помощью соответствующих программ Монте-Карло, разработанных для определения эффективности спектрометра  $\epsilon$ , удалось показать, что ошибка  $\Delta\epsilon$  не превышает 1%. Это обеспечило надежное измерение среднеквадратичного радиуса  $\pi$ -мезона.

Авторы благодарны коллективу математиков, инженеров и операторов ЛВТА ОИЯИ за очень большую помощь, оказанную в процессе работы.

#### *Литература*

1. G.T.Adylov et al. JINR, E13-6749, Dubna, 1972.
2. G.T.Adylov et al. JINR, E1-6908, Dubna, 1973.
3. Г.Т.Адылов и др. Сообщение ОИЯИ, 1-8011, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел  
12 июня 1974 года.