

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



С346.4В

А-329

20/1-75

1 - 8250

196/2-75

Г.Т.Адылов, Ф.К.Алиев, А.С.Водопьянов, И.Иоан,  
Т.С.Нигманов, Э.Н.Цыганов, С.Б.Нурушев,  
Л.Ф.Соловьев, Э.Далли, Д.Дрики, Дж.Томпкинс, П.Шепард

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГИСТРАЦИИ СОБЫТИЙ  
В ОПЫТЕ ПО УПРУГОМУ  $\pi^-$  p- РАССЕЯНИЮ  
НА МАЛЫЕ УГЛЫ

ПРИ ЭНЕРГИЯХ 40 И 50 ГЭВ  
И ВЫЧИСЛЕНИЕ ДРУГИХ ПОПРАВOK  
К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОМУ СЕЧЕНИЮ

**1974**

**ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ**

Г.Т.Адылов, Ф.К.Алиев, А.С.Водопьянов, И.Иоан,  
Т.С.Нигманов, Э.Н.Цыганов, С.Б.Нурушев,<sup>1</sup>  
Л.Ф.Соловьев,<sup>1</sup> Э.Далли,<sup>2</sup> Д.Дрики,<sup>2</sup> Дж.Томпкинс,<sup>2</sup> П.Шепард<sup>2</sup>

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГИСТРАЦИИ СОБЫТИЙ  
В ОПЫТЕ ПО УПРУГОМУ  $\pi^-$  p- РАССЕЯНИЮ  
НА МАЛЫЕ УГЛЫ  
ПРИ ЭНЕРГИЯХ 40 И 50 ГЭВ  
И ВЫЧИСЛЕНИЕ ДРУГИХ ПОПРАВОК  
К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОМУ СЕЧЕНИЮ

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

---

<sup>1</sup> Институт физики высоких энергий, г. Серпухов.

<sup>2</sup> Калифорнийский университет, Лос-Анджелес.

## 1. Введение

Упругое  $\pi^-p$ - рассеяние при энергиях налетающих пионов 40 и 50 ГэВ исследовалось с помощью экспериментальной установки /1/, представленной на рис.1. Данные, накопленные этим спектрометром на магнитных лентах, использовались для выделения событий изучаемого процесса с помощью программ, описанных в /2/. Для вычисления дифференциального сечения  $\pi^-p$  упругого рассеяния необходимо было учесть потери событий, обусловленные неэффективностью спектрометра и вышеупомянутых программ.

## 2. Эффективность восстановления траекторий частиц в спектрометре

Программа поиска и реконструкции событий "TRACKFINDING" использовала данные о координатах искр, возникающих в камерах вдоль траекторий частиц. Восстановление треков велось последовательно в трёх блоках камер. В блоке I располагались 5 искровых камер S.C.1 - S.C.5 и одна пара пропорциональных камер P.C., в блоке II - семь искровых камер S.C.6 - S.C.12 и в блоке III - шесть искровых камер S.C.13 - S.C.18. Одна камера в блоке I и по две в блоках II и III были повернуты на угол  $45^\circ$  относительно других.

Потери событий, вызываемые неэффективностью возникновения искр в камерах и восстановления треков частиц, определялись с помощью программы "SPECEFF".

Эффективность регистрации координат прохождения частиц в камере определялась по данным восстановленных событий. Для восстановления трека программой "TRACKFINDING" достаточно было наличие искр на треке хотя бы в 3-х камерах из 6-ти в блоке I, 4-х из 7-ми в блоке II и 3-х из 6-ти в блоке III. Поэтому можно было

отбирать события, для которых эти требования удовлетворялись независимо от того, была или не была искра в исследуемой камере.

По таким событиям подсчитывались величины  $N_{xy}$ ,  $N_{x0}$ ,  $N_{y0}$ ,  $N_{00}$  по следующим признакам:

а)  $N_{xy}$  - есть искра на треке как в горизонтальной X, так и в вертикальной Y плоскостях,

б)  $N_{x0}$  - есть искра в X, но нет в Y,

в)  $N_{y0}$  - есть искра в Y, но нет в X,

г)  $N_{00}$  - нет искр ни в X, ни в Y плоскостях.

Простые вычисления позволяют определить эффективность возникновения искры в зазоре искровой камеры  $E_{gap}$  и эффективности  $E_x$  и  $E_y$  съёма информации датчиками в X и Y плоскостях камеры из системы уравнений:

$$\begin{cases} N_{xy} = E_x \cdot E_y \cdot E_{gap} \cdot N, \\ N_{x0} = E_x \cdot (1 - E_y) \cdot E_{gap} \cdot N, \\ N_{y0} = (1 - E_x) \cdot E_y \cdot E_{gap} \cdot N, \\ N_{00} = (1 - E_x) \cdot (1 - E_y) \cdot E_{gap} \cdot N, \end{cases}$$

исключая  $N$  - число прошедших частиц.

При восстановлении траекторий также требовалось, чтобы хотя бы одна из двух повернутых камер как в блоке II, так и в блоке III позволяла установить, что треки в X и Y плоскостях этих блоков являются проекциями одного и того же пространственного. Эффективность установления пространственного соответствия треков  $E^R$  в блоке определялась решением следующих уравнений:

$$\begin{cases} N_1 = E_1 \cdot N, \\ N_2 = E_2 \cdot N, \\ N_{12} = E_1 \cdot E_2 \cdot N, \\ E^R = 1 - (1 - E_1) \cdot (1 - E_2), \end{cases}$$

где  $N_{12}$  - число событий, когда пространственное соответствие устанавливалось по обеим повернутым камерам блока одновременно, а  $N_1$  и  $N_2$  - по одной из них.

Эффективность восстановления траекторий событий определялась следующим образом:

$$E = E_I \cdot E_{II} \cdot E_{III} \cdot E_{II}^R \cdot E_{III}^R,$$

где  $E_I, E_{II}, E_{III}$  - вероятность появления не менее чем 3, 4, 3 искр на треке в блоках I, II и III соответственно, с учетом корреляции между регистрацией искр в X и Y плоскостях,  $E_{II}^R$  и  $E_{III}^R$  - вероятность установления пространственного соответствия между треками в X и Y плоскостях в блоках II и III.

Моделирование событий методом Монте-Карло с помощью сложной программы, учитывающей, в частности, влияние фоновых искр в камерах, также осуществлялось для определения эффективности восстановления треков. Однако сравнение этих двух методов, проведенное на части экспериментального материала, не выявило каких-либо заметных несоответствий в вычисляемых эффективностях. Это объясняется высокой эффективностью восстановления траекторий частиц (~98%), получаемой из-за хорошего режима работы спектрометра (небольшое число случаев, когда за время памяти камер через спектрометр проходит более одной частицы) и жестких критериев поиска и восстановления треков.

### 3. Геометрическая эффективность

Размеры и расположение последней пары пропорциональных камер P.C., через которые должны проходить траектории отобранных событий<sup>/2/</sup>, не позволяли регистрировать все события упругого П-р-рассеяния в выбранных интервалах переданных четырехимпульсов - t

( см. рис.2). Определение геометрической эффективности регистрации событий при каждом  $t$  осуществлялось программой "GEOMEFF" по найденным событиям рассеяния.

Поскольку геометрическая эффективность  $E_g(t)$  при данном  $t$  зависит от импульса и параметров траектории первичного пиона и положения вершины рассеяния, для каждого события определялась парциальная эффективность  $\varepsilon_i(t)$ . Поворот траектории отобранного события на угол  $\varphi$  вокруг трека первичного пиона (разыгрываем по равномерному закону) осуществлялся так, чтобы угол рассеяния  $\theta$  и импульс вторичного пиона  $P_{\pi}$ , определяемые по новым трекам, сохранялись. Число случаев  $n$ , когда новая траектория проходила через последнюю пару камер Р.С., и число разыгранных событий  $n_0 = 100$  позволяли определять эффективность регистрации такого события

$$\varepsilon_i(t) = n/n_0.$$

Взвешенная геометрическая эффективность регистрации событий при данном  $t$  определялась по формуле

$$E_g(t) = N(t) \cdot \left( \sum_{i=1}^{N(t)} \frac{1}{\varepsilon_i(t)} \right)^{-1},$$

где  $N(t)$  - число найденных событий при переданном импульсе  $t$ .

Геометрическая эффективность определялась также методом Монте-Карло. Исходными данными при этом служили реальные параметры траекторий и импульсов первичных пионов, зарегистрированных в специальных измерениях. Эффективности, полученные обоими методами, хорошо между собой согласовывались, что указывало на отсутствие заметного эффекта из-за возможного неточного значения истинных параметров пучка при рабочих измерениях.

#### 4. Эффективность регистрации событий процессором

Аналоговое решающее устройство ( процессор ) разрешало

запуск искровых камер только тогда, когда угол рассеяния, определяемый при помощи пропорциональных камер Р.С. либо в  $X$ , либо в  $Y$  плоскости, был больше заданного. Наличие или отсутствие сигнала разрешения на запуск, вырабатываемого процессором независимо в  $X$  и  $Y$  плоскостях, записывалось на магнитную ленту в виде чисел "0" или "1" соответственно. Эффективность регистрации событий процессором определялась " DESEFF " с помощью этой информации и траекторий отобранных событий /2/.

Для каждого фиксированного угла рассеяния  $\theta_x$ , определяемого в плоскости  $X$ , подсчитывались числа событий  $N_{xy}(\theta_x)$  и  $N_y(\theta_x)$ , когда выполнялись следующие условия:

- 1)  $N_{xy}(\theta_x)$  - есть "1" и в  $X$ , и в  $Y$  плоскостях,
- 2)  $N_y(\theta_x)$  - есть "1" в  $Y$  и либо "0", либо "1" в  $X$  плоскостях.

Аналогично для угла  $\theta_y$  подсчитывались величины

- 1)  $M_{xy}(\theta_y)$  - есть "1" и в  $X$ , и в  $Y$  плоскостях,
- 2)  $M_x(\theta_y)$  - есть "1" в  $X$  и либо "0", либо "1" в  $Y$  плоскостях.

Эффективности вырабатывания процессором сигнала разрешения в плоскостях  $X$  и  $Y$  в зависимости от соответствующих проекций угла рассеяния  $\varepsilon_x(\theta_x)$  и  $\varepsilon_y(\theta_y)$  ( см. рис. 3 ) определялись по следующим формулам:

$$\varepsilon_x(\theta_x) = N_{xy}(\theta_x) / N_y(\theta_x),$$

$$\varepsilon_y(\theta_y) = M_{xy}(\theta_y) / M_x(\theta_y).$$

Эффективность регистрации любого события, имеющего углы рассеяния  $\theta_x$  и  $\theta_y$ , была равна:

$$\varepsilon = 1 - [1 - \varepsilon_x(\theta_x)] \cdot [1 - \varepsilon_y(\theta_y)].$$

Но, зная эффективность регистрации каждого события  $\varepsilon_i(t)$  при данном  $t$ , нетрудно получить исходное число событий  $N'(t)$ :

$$N'(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} \frac{1}{\xi_i(t)},$$

где  $N(t)$  - число найденных событий рассеяния при переданном импульсе  $t$ .

Эффективность регистрации событий процессором

$$\xi(t) = N(t) / N'(t) \quad \text{при} \quad -t \approx 0,002 \text{ (ГэВ/с)}^2 \text{ была}$$

равна 0,75 и быстро возрастала, достигая 1 при  $-t \approx 0,008 \text{ (ГэВ/с)}^2$ .

5. Некоторые другие поправки, внесенные при вычислении дифференциального сечения.

Кроме основных поправок, упомянутых выше, необходимо было определить ряд других поправок.

Потери событий, вызванные неточностью определения вершины

рассеяния  $Z_{int}$ , находились с помощью программы "ZCUT".

Неточность в определении вершины рассеяния  $\Delta Z$  зависела от угла рассеяния  $\theta$  по закону:

$$\overline{\Delta Z} \sim \overline{\Delta R} / \theta,$$

где  $\overline{\Delta R}$  - точность "сшивания" треков блоков I и II в центре мишени. Она определялась по данным измерений, в которых регистрировались траектории частиц пучка, проходящих через спектрометр без взаимодействий. Для каждой точки рассеяния в области водорода вводилась ошибка  $\overline{\Delta Z}$ , разыгрываемая по Гауссу. Число событий, в которых определяемая таким образом точка рассеяния оказывалась вне выбранной области мишени<sup>/2/</sup>, возрастало с уменьшением угла  $\theta$ , но составляло не более 10% вблизи минимального угла  $\theta_{min}$ .

Зависимости распределений фоновых событий на постороннем веществе при отсутствии водорода (пустая мишень) и его наличии (полная мишень) от  $t$  - неадекватны. Поэтому данные, полученные при пустой мишени, вычитались из данных, полученных при полной мишени, с учетом многократного рассеяния на водороде.

Следует упомянуть, что также вводились поправки на многократное рассеяние<sup>/3,4/</sup> и угловое разрешение спектрометра<sup>/5/</sup> ( $\Delta\theta = 0,14$  мрад), поглощение частиц, случайные антисовпадения и т.д.

## 6. Заключение

Авторы считают своим долгом поблагодарить дирекцию ИФВЭ за предоставленную возможность работы на ЭВМ ICL-1906 и дирекцию ЛВЭ ОИЯИ за постоянное внимание и поддержку.

Мы также пользуемся случаем выразить признательность В.Д.Апокину, А.А.Деревщикову, Ю.А.Матуленко и В.Л.Соловьянову за помощь и полезные обсуждения при проведении данной работы.

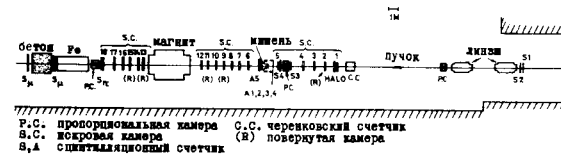


Рис.1. Схема экспериментальной установки.

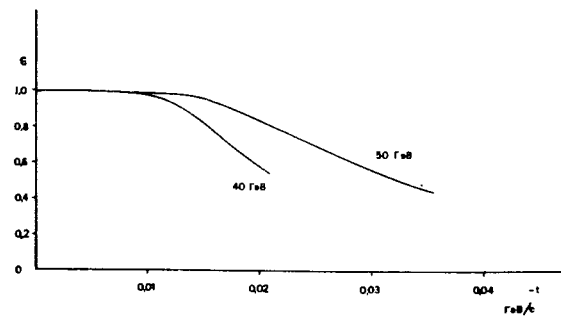


Рис.2. Геометрическая эффективность спектрометра.

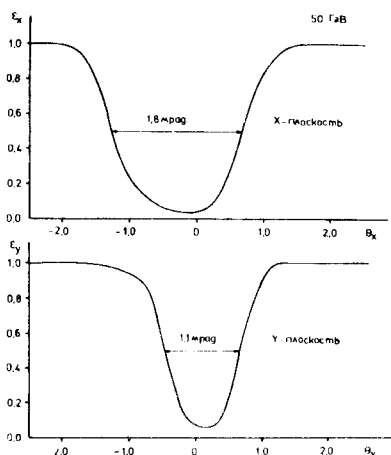


Рис.3. Эффективность регистрации событий процессором в каждой плоскости в зависимости от угла рассеяния.  
Суммарная эффективность  $\epsilon = 1 - (1 - \epsilon_x) \cdot (1 - \epsilon_y)$ .

### Литература

1. Г.Т.Адылов et al. JINR , Б1-7934, Dubna, 1974.
2. Г.Т.Адылов и др. Сообщение ОИЯИ, I-825I, Дубна, 1974.
3. Н.А.Бетхе . Phys. Rev., 89, 1256, 1953.
4. V. Fano .Phys. Rev., 52, 286, 1954.
5. А.М.Кормашк .Nucl. Phys., 52, 286, 1964.

Рукопись поступила в издательский отдел  
6 сентября 1974 г.