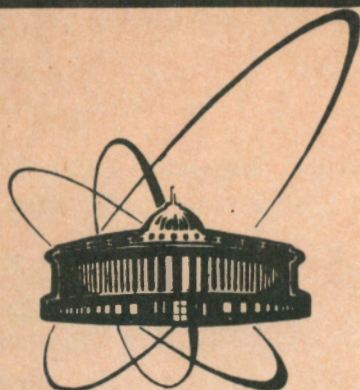


90-392



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

P10-90-392

Ю.А.Кульчицкий¹, В.Г.Одинцов,
С.Токар, Й.Ференцеи²

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
НЕЙТРАЛЬНЫХ КАОНОВ
НА УСТАНОВКЕ "ГИПЕРОН"

¹ Институт физики АН БССР, Минск

² Институт экспериментальной физики САН, Кошице,
ЧСФР

1990

В работе приведены результаты моделирования инклюзивного образования нейтральных каонов в процессах



где $h = \pi, K, p$. Эксперимент по исследованию реакций (1) проводился на установке "Гиперон" /1-4/. Расположение аппаратуры приведено на рис. 1а,б, ее состав и характеристики подробно описаны в работе /3/.

Задачей моделирования являлось решение следующих вопросов:

1. Определение разрешающих способностей спектрометра по кинематическим и энергетическим параметрам частиц.

2. Определение эффективности работы программ анализа экспериментальных данных.

3. Определение эффективности регистрации событий процессов (1) трековыми детекторами установки.

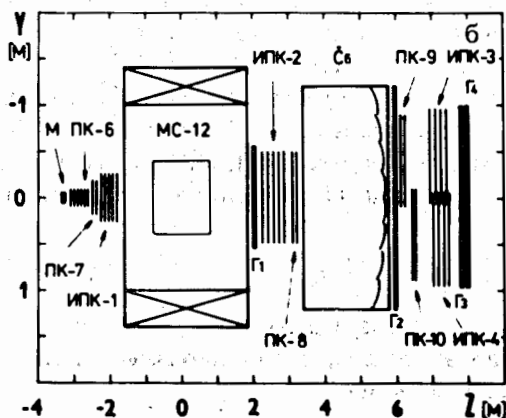
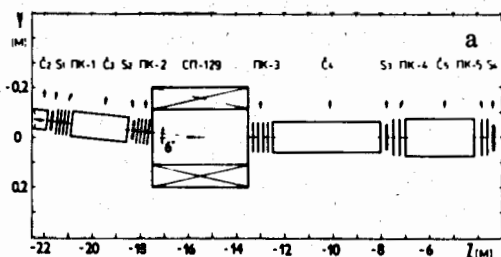


Рис. 1. Спектрометр "Гиперон": а — пучковый спектрометр, б — спектрометр вторичных частиц.

АЛГОРИТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Моделирование событий проводилось с помощью программы, созданной на основе методики, описанной в работе /5/. Программа позволяет моделировать события исследуемых реакций в рамках определенной геометрии установки и восстанавливать параметры частиц с учетом

следующих случайных факторов: многократного кулоновского рассеяния, геометрического разрешения детектора, фоновых условий.

В расчетах учитывались условия эксперимента. В программе были использованы: геометрические константы для трековых детекторов, наборы коэффициентов Чебышева, рассчитанные на основе карты магнитного поля; условия отбора событий.

В программе моделирования вещество установки представляется в виде набора промежуточных однородных сред, каждая из которых характеризуется линейными размерами и радиационной длиной.

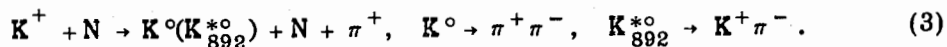
Наборы промежуточных сред, завершающиеся регистрирующей плоскостью трекового детектора (проволочная камера, сцинтилляционный годоскоп), объединяются в блоки. Для каждого блока предварительно задаются геометрические параметры: пространственное положение в системе координат установки, геометрическое разрешение — и вычисляется ковариационная матрица кулоновского рассеяния^{/5-7/}. Ковариационные матрицы имеют следующую структуру:

$$kS = \begin{bmatrix} k_{\sigma_y}^2 & k_{\rho} k_{\sigma_y} & k_{\sigma_{\theta}} \\ k_{\rho} k_{\sigma_y} & k_{\sigma_{\theta}}^2 & \\ & & \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где k_{σ_y} , $k_{\sigma_{\theta}}$ — дисперсии изменений координаты и угла наклона траектории частицы на выходе из k -го блока за счет многократного рассеяния на элементах этого блока, k_{ρ} — коэффициент корреляции между k_{σ_y} и $k_{\sigma_{\theta}}$. Матрицы kS полностью описывают процесс многократного кулоновского рассеяния частицы, проходящей через установку.

Генерирование событий изучаемого процесса производилось при помощи генератора GENEV программного пакета FOWL.

Реакция (1) имитировалась эксклюзивным процессом



Для учета динамики процесса (3) сгенерированным событиям приписывался вес, пропорциональный экспериментальному дифференциальному сечению

$$W_t = \frac{d\sigma}{dt} e^{-\alpha t}, \quad (4)$$

где $\alpha = 8$ — эмпирически определенный параметр.

При генерации событий использовался метод Каянти — Бюклинга, приводящий к статистическому обогащению разыгрываемых событий в соответствии с весом (4).

Для события рассчитывалась траектория движения первичной частицы в пучковом спектрометре. Отклонение частицы в поле пучкового магнита вычислялось по формуле

$$\Delta\theta = \frac{C_1}{P} + C_2, \quad (5)$$

где P — импульс частицы, C_1 и C_2 — константы, определяющиеся интегралом магнитного поля и расположением трековых детекторов^{/10/}.

Затем разыгрывалось взаимодействие пучковой частицы с веществом мишени и распад образовавшихся резонансов. Движение частиц трассировалось в объеме спектрометра вторичных частиц, причем траектория движения представлялась в виде координат точек пересечения трека с регистрирующими плоскостями детекторов. Координаты трека частицы и угол ее вылета из детектора для k -й плоскости вычислялись по формулам

$$Y_k = Y_{k-1} + \text{tg} \theta_{k-1} (Z_k - Z_{k-1}) + \Delta Y_k^{\text{куп}} + \Delta Y_k^{\text{геом}}, \quad (6)$$

$$\theta_k = \theta_{k-1} + \Delta\theta_k, \quad \Delta Y_k = k_{\sigma_y} (\xi - \tau) \sqrt{2}, \quad \Delta\theta_k = k_{\sigma_{\theta}} (\xi + \tau) \sqrt{2},$$

где ΔY_k и $\Delta\theta_k$ — некоррелированные значения изменений координаты и угла вылета частицы из детектора на k -й плоскости вследствие кулоновского рассеяния, ξ и τ — случайные числа, распределенные по нормальному закону с дисперсиями $k_{\sigma_{\xi}} = \sqrt{1 - k_{\rho}}$, $k_{\sigma_{\tau}} = \sqrt{1 + k_{\rho}}$, $\Delta Y_k^{\text{геом}}$ — ошибка, обусловленная геометрическим разрешением детектора. Полученные координаты превращались в номера сработавших проволок трековых детекторов. Отметим, что при этом учитывалась кластеризация, то есть возможность возникновения сигнала на более чем одной проволоке в области прохождения частицы.

Угол отклонения заряженных частиц в магнитном поле MC-12 определялся по формуле^{/8/}

$$\xi_6 = \sum_{ijklm} C_{ijklm} T_i(\xi_1) T_j(\xi_2) T_k(\xi_3) T_l(\xi_4) T_m(\xi_5). \quad (7)$$

Здесь $\xi_n = \frac{2x_n - A_n - B_n}{B_n - A_n}$, $n = 1, \dots, 6$ — переменные, изменяющиеся в ин-

тервале $[-1, 1]$; $[A_n, B_n]_{n=1}^6$ — границы изменения параметров x ; $\{x_n\}_{n=1}^4$ — входные параметры, координаты точек, принадлежащих траектории заряженной частицы: x_1, x_2 — (X,Y)-координаты точки

траектории, соответствующей середине мишени, x_3 - X-координата трека на выходе из магнита, x_4 - Y-координата трека в центре магнита, $x_5 = \frac{1}{P}$, $x_6 = \theta$ - медианная проекция угла отклонения частицы, прошедшей через магнит; $T_n(\xi)$ - полиномы Чебышева.

Наборы коэффициентов Чебышева (C_{ijklm}) рассчитывались ^{/9/} с использованием карты магнитного поля. В результате работы программы моделирования был сформирован банк данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Банк искусственных событий, в котором каждое событие представлено информацией о сработавших элементах трековых детекторов, использовался как входная информация для программ анализа данных ^{/6/}. В результате сравнения параметров искусственных событий и их реконструированных значений вычислялись разрешающие способности установки по угловым и импульсным характеристикам.

На рис. 2 представлено распределение величины ΔA , характеризующей точность определения параметра A треков вторичных частиц. Погрешность в определении параметра A составляет $\sigma_A = 0,8$ мрад. На рис. 3

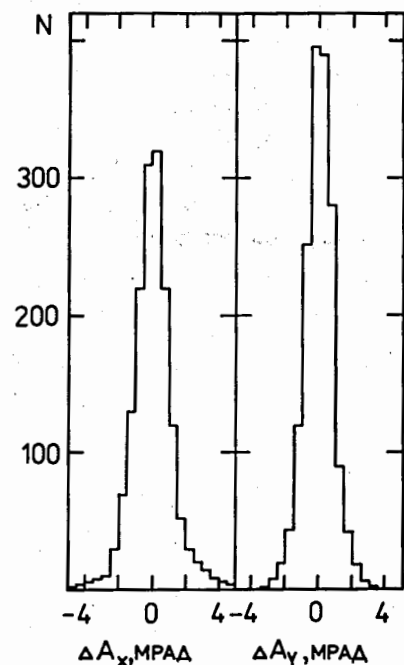


Рис. 2. Точность реконструкции параметра A треков вторичных частиц.

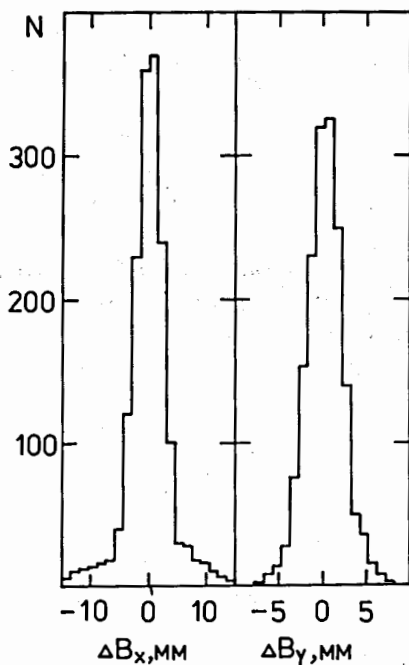


Рис. 3. Точность реконструкции параметра B треков вторичных частиц.

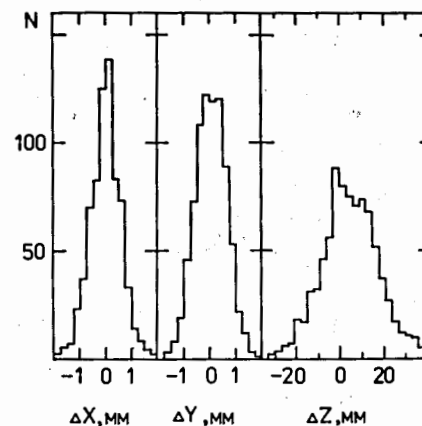


Рис. 4. Точность реконструкции координат точки распада K^0 -мезонов.

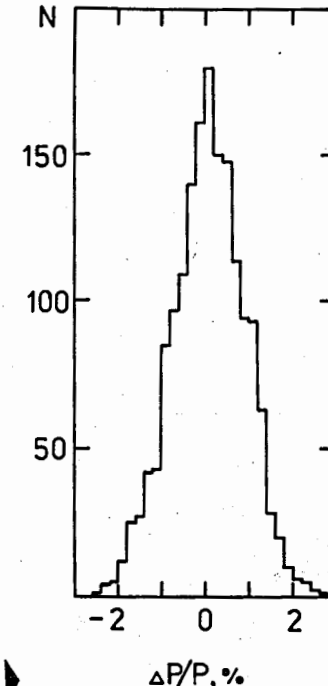


Рис. 5. Распределение по относительной ошибке в определении импульсов вторичных частиц.

представлено распределение величины ΔB , характеризующей точность определения параметра B треков вторичных частиц. Погрешность в определении параметра B составляет $\sigma_{B_x} = 2,5$ мм, $\sigma_{B_y} = 1,5$ мм. Точность реконструкции координат точки распада K^0 -мезонов представлена на рис. 4. Погрешности в определении X-, Y- и Z-координат составляют: $\sigma_x = 0,6$ мм, $\sigma_y = 0,6$ мм, $\sigma_z = 12$ мм. Полученные значения использовались при анализе реальных событий для поиска и отбора вершины многотрекового события. Точность определения импульса вторичных мезонов представлена на рис. 5. Относительная погрешность составляет 0,8%.

На рис. 6 представлена функция разрешения по эффективной массе ($K^+ \pi^-$)- и ($\pi^+ \pi^-$)-мезонов. Полученная погрешность $\sigma_{\pi^+ \pi^-} = 4,2 \pm 0,1$ МэВ согласуется с наблюдаемым в эксперименте ^{/3/} значением $\sigma_{\pi^+ \pi^-} = 3,9 \pm 0,1$ МэВ (рис. 7). Разрешение по эффективной массе ($K^+ \pi^-$)-мезонов составляет $2,9 \pm 0,1$ МэВ. На рис. 8 приведен спектр эффективных масс ($K^+ \pi^-$)-мезонов. Определенная при моделировании ширина K^{*0} (892)-мезона составляет 52 ± 2 МэВ и совпадает с экспериментальным значением $52,4 \pm 2,0$ МэВ (рис. 9) ^{/4/}.

Обработка искусственных событий с известными характеристиками показала, что в процессе реконструкции не происходит существенных

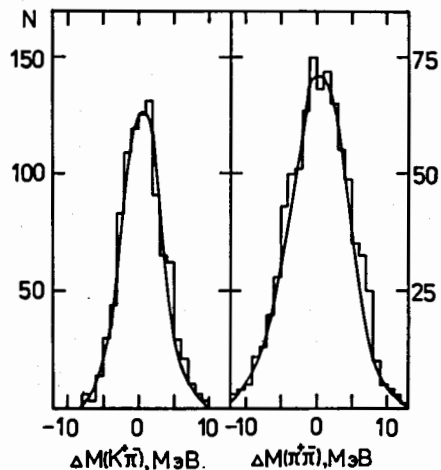


Рис. 6. Функция разрешения по эффективной массе для $(K^+ \pi^-)$ - и $(\pi^+ \pi^-)$ -мезонов.

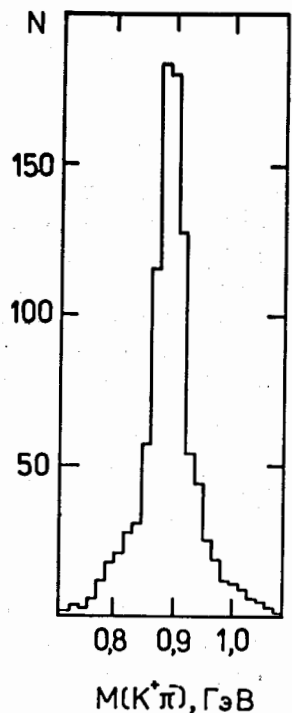


Рис. 8. Моделированное распределение по эффективной массе $(K^+ \pi^-)$ -мезонов.

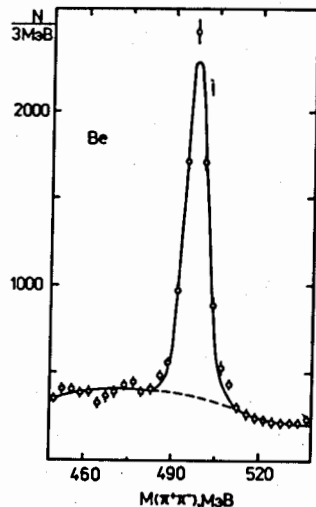


Рис. 7. Экспериментальный спектр эффективных масс системы $(\pi^+ \pi^-)$ -мезонов.

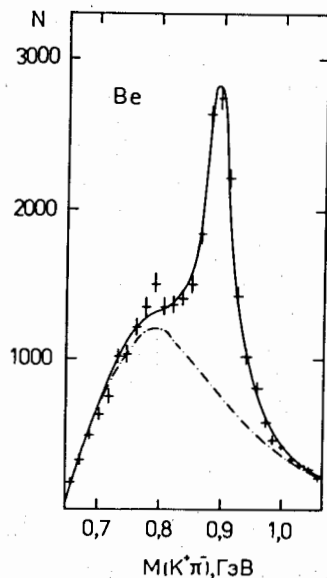


Рис. 9. Экспериментальный спектр эффективных масс системы $(K^+ \pi^-)$ -мезонов.

искажений и потерь событий. Определенная эффективность программ геометрической реконструкции и анализа событий равна $97 \pm 2\%$. Созданный с учетом реальных эффективностей трековых детекторов банк данных позволил определить эффективность спектрометра при регистрации процессов (1), которая составила $78 \pm 2\%$. Полученные значения эффективностей использовались при определении дифференциальных сечений процессов (1)^{3,4/}.

Авторы благодарны Ю.А.Будагову, В.М.Кутыну и В.Б.Флягину за советы, В.Б.Виноградову за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антюхов В.А. и др. — ПТЭ, 1985, №5, с.35.
2. Бицадзе Г.С. и др. — Сообщение ОИЯИ 1-83-895, Дубна, 1983.
3. Акименко С.А. и др. — Препринт ИФВЭ 90-10, Серпухов, 1990.
4. Акименко С.А. и др. — Препринт ИФВЭ 90-36, Серпухов, 1990.
5. Виноградов В.Б. и др. — Сообщение ОИЯИ 1-10997, Дубна, 1977.
6. Виноградов В.Б. и др. — Сообщение ОИЯИ P10-90-83, Дубна, 1990; Виноградов В.Б. и др. — Сообщение ОИЯИ P10-85-704, Дубна, 1985.
7. Виноградов В.Б. и др. — Сообщение ОИЯИ 1-13015, Дубна, 1980.
8. Lechalone C. et al. — NIM, 1969, 69, p.122.
9. Виноградов В.Б. и др. — Сообщение ОИЯИ P1-83-390, Дубна, 1983.
10. Виноградов В.Б. и др. — Сообщение ОИЯИ P12-85-761, Дубна, 1985.

Рукопись поступила в издательский отдел
8 июня 1990 года.

Кульчицкий Ю.А. и др.

P10-90-392

Моделирование процессов инклюзивного образования нейтральных каонов на установке "Гиперон"

Приведены результаты моделирования событий в эксперименте по исследованию инклюзивного образования K^0 - и $K^{*0}(892)$ -мезонов, выполненном с помощью установки "Гиперон", расположенной на серпуховском ускорителе. Рассчитаны точностные характеристики установки, эффективность работы программ анализа данных и эффективность спектрометра при регистрации исследуемых процессов. Дано описание программы моделирования событий.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1990

Перевод авторов

Kul'chicky Yu.A. et al.

P10-90-392

Simulation of the Inclusive Production of Neutral Kaons on the HYPERON Experimental Setup

The results of events simulation for the experiment on the study of the inclusive production of K^0 - and $K^{*0}(892)$ -mesons, using the HYPERON experimental setup are presented. The setup accuracy characteristics, the efficiency of the data reconstruction codes and the spectrometer efficiency for the investigated processes are established. The short description of the simulation code is also presented.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1990