

сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

СЗ44.1к

1-84-423

4483/84

В.М.Маниев\*, Н.А.Русакович

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
РЕГИСТРАЦИИ СОБЫТИЙ  
В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ РЕАКЦИЙ  
С ОБМЕНОМ ГИПЕРЗАРЯДОМ  
НА УСТАНОВКЕ ГИПЕРОН

---

\* Институт физики АН АзССР, Баку

При измерениях сечений рассеяния элементарных частиц большое значение имеет правильный учет возможных потерь событий, обусловленных неэффективностью используемой экспериментальной установки. Данная работа посвящена описанию методики расчета геометрической эффективности регистрации гиперзарядообменных реакций

$$\pi^+ p \rightarrow K^+ \Sigma^+ (1189) \quad /1/$$

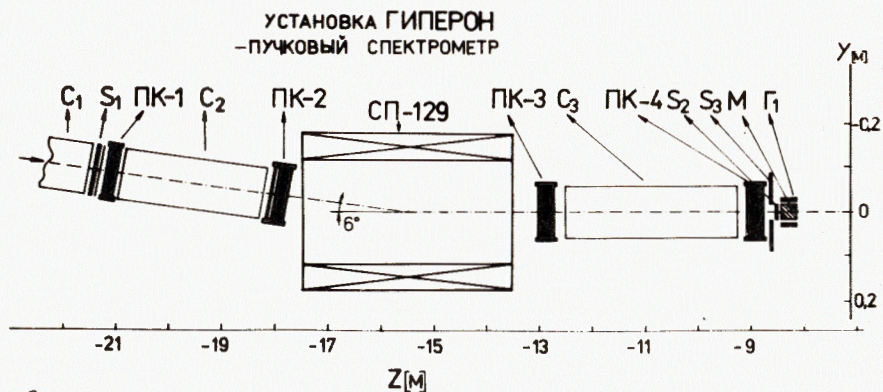
и

$$\pi^+ p \rightarrow K^+ \Sigma^+ (1385) \quad /2/$$

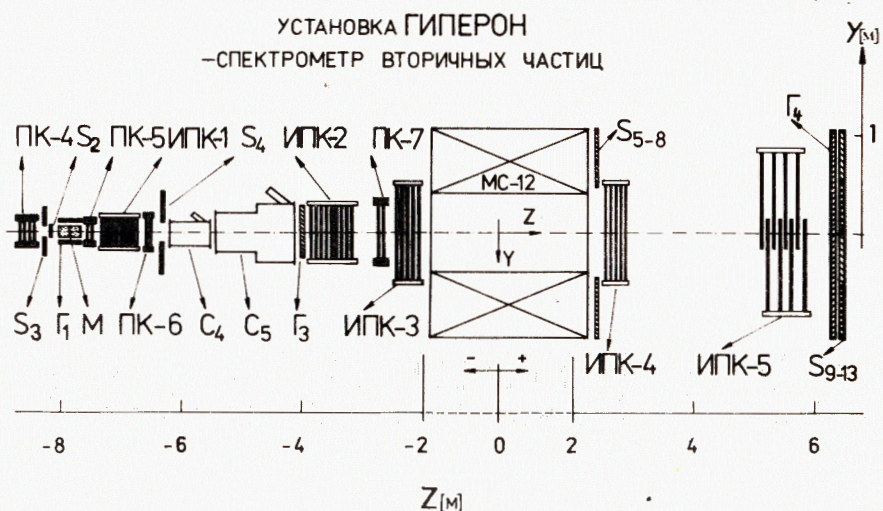
спектрометром ГИПЕРОН /1/ при энергии налетающей частицы 12 ГэВ в области переданных импульсов  $t_{\min} < |t| < 0,8$  (ГэВ/с)<sup>2</sup>.

Конфигурация детекторов, использовавшаяся при наборе статистики, показана на рис.1. Первичный  $\pi^+$ -мезон выделялся при помощи сцинтилляционных счетчиков  $S_1 - S_3$  и черенковских счетчиков  $C_1 - C_3$ . Импульс пучковой частицы определялся по отклонению в поле магнита СП-129 с использованием пропорциональных камер ПК1-ПК4. В спектрометре вторичных частиц триггер вырабатывался сцинтилляционными счетчиками  $S_4, S_{5-8}$  и  $S_{9-13}$ , а также пороговыми черенковскими счетчиками  $C_4$  и  $C_5$ , выделяющими быстрый  $K^+$ -мезон. Для большей части статистики /около 2/3 всех событий/ в условие триггера входило также требование срабатывания хотя бы одного из элементов цилиндрического сцинтилляционного годоскопа  $\Gamma_1$ , расположенных вокруг жидководородной мишени М. Импульс  $K^+$ -мезона определялся по отклонению в поле магнита МС-12. Выделение бинарных реакций /1/ и /2/ производилось путем анализа спектра недостающих масс. Все события со значениями квадрата недостающей массы  $MM^2 \leq 3$  ГэВ<sup>2</sup> для дальнейшей обработки были разбиты на 20 интервалов по переданному импульсу. Примеры распределений невзвешенных событий по квадрату недостающей массы в некоторых интервалах переданного импульса приведены на рис.2.

Весовые множители, связанные с эффективностью регистрации, вычислялись для каждого события, прошедшего этап геометрической реконструкции. В случае, когда в условие триггера не входило требование срабатывания элементов цилиндрического годоскопа  $\Gamma_1$ , эффективность регистрации полностью определялась вероятностью детектирования  $K^+$ -мезона в спектрометре вторичных частиц. При расчете этой вероятности существенно использовалось



а



б

Рис. 1

предположение об азимутальной симметрии изучаемых взаимодействий. Конкретно, для каждого реального события, задаваемого измеренными импульсами налетающего  $\pi^+$ -мезона и вторичного  $K^+$ -мезона, углом рассеяния и координатами вершины взаимодействия, генерировался набор из 500 "событий", отличающихся от исходного только значением азимутального угла вылета  $K^+$ -мезона, которое равномерно разгравалось в интервале от 0 до  $2\pi$ . Далее каждый сгенерированный трек прослеживался в спектрометре вторичных частиц, и проверялось, может ли данное сгенерированное "событие" вызвать срабатывание триггера. Отношение числа "событий",

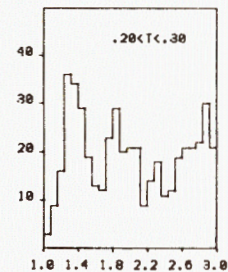
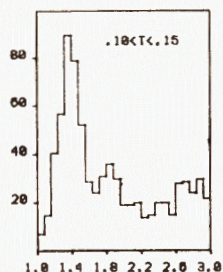
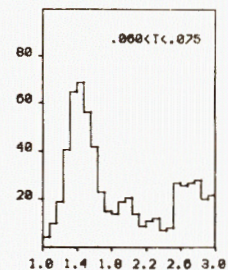
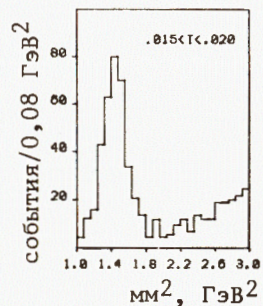


Рис. 2

удовлетворяющих условиям триггера, к полному числу генераций принималось за искомую геометрическую эффективность регистрации событий, подобных исходному реальному. В конечные распределения по недостающей массе каждое событие входило с весом, обратным вычисленной геометрической эффективности регистрации.

Для той части данных, при наборе которой в условие триггера входило требование срабатывания цилиндрического годоскопа  $\Gamma_1$ , кроме эффективности регистрации  $K^+$ -мезона в спектрометре вторичных частиц необходимо было учесть также и вероятность детектирования продуктов распада частицы отдачи этим годоскопом. Для этого процедура вычисления эффективности была дополнена так, что в случае, когда сгенерированный  $K^+$ -мезон мог быть зарегистрирован в спектрометре, производился расчет эффективности регистрации продуктов распада рожденного гиперона годоскопом  $\Gamma_1$ .

Как видно из рис. 2, в распределениях событий по квадрату недостающей массы  $MM^2$  имеется область перекрытия пиков, соответствующих реакциям /1/ и /2/, обусловленная разрешающей способностью установки. Некоторая часть событий в интересующем нас диапазоне недостающих масс соответствует бинарным реакциям с образованием более тяжелых гиперонов /в основном  $\Sigma^+/1670$ /.

Кроме того, при значениях  $MM^2 \geq 1,58 \text{ ГэВ}^2$  открываются пороги реакций с тремя и более частицами в конечном состоянии. Поэтому каждое событие рассматривалось в предположении его принадлежности к реакциям /1/, /2/ или к "фону". Вероятности этих гипотез вычислялись в результате аппроксимации невзвешенного спектра  $MM^2$  в соответствующем данному событию интервале разбиения по переданному импульсу. При выборе аппроксимирующей функции предполагалось, что форма пика от  $\Sigma^+ /1189/$ -гиперона соответствует нормальному распределению и полностью определяется разрешающей способностью установки, тогда как форма пиков от  $\Sigma^+ /1385/$  и  $\Sigma^+ /1670/$  обусловлена также естественными ширинами этих резонансов. Вклад фона порогового типа, связанного с нерезонансным образованием в конечном состоянии комбинаций частиц ( $\Lambda K\pi$ ), ( $\Sigma(1189)K\pi$ ) и ( $\Sigma(1385)K\pi$ ) был выбран в форме  $\alpha \sum_{i=1}^3 (MM^2 - M_{\text{пор}i}^2)^\beta$ , где  $MM_{\text{пор}i}^2$  - пороговые значения квадрата недостающих масс для соответствующих реакций,  $\alpha$  и  $\beta$  - параметры аппроксимации.

В предположении /1/ разыгрывался пробег  $\Sigma^+ /1189/$  в мишени с учетом ионизационных потерь, затем распад на  $p\pi^0$  или  $p\pi^+$  с заданными значениями вероятностей. Далее проверялось, обладают ли протон или  $\pi^+$ -мезон /в зависимости от моды распада/ достаточной энергией для того, чтобы выйти из мишени и быть зарегистрированными в годоскопе  $\Gamma_1$ . Отношение числа положительных исходов этой проверки к полному числу разыгранных распадов принималось за эффективность регистрации данного сгенерированного события в годоскопе  $\Gamma_1$ . Весовой множитель для реального события вычислялся как обратное к величине  $\epsilon = (\sum_{i=1}^m \epsilon_i) / n$ , где  $n$  - полное количество разыгранных событий,  $m$  - число разыгранных событий, в которых возможна регистрация  $K^+$ -мезона в спектрометре вторичных частиц, а  $\epsilon_i$  - эффективность регистрации  $i$ -го разыгранного события в цилиндрическом годоскопе.

Для определения ионизационных потерь заряженных частиц в веществе мишени и ее оболочки нами использовались приближенные формулы, аппроксимирующие известные /2/ зависимости в интересующей нас кинематической области и имеющие вид  $dp/d\ell = a\ell^{-b}$ , где  $p$  - импульс заряженной частицы (ГэВ/с),  $\ell$  - длина пробега /см/, а параметры  $a$  и  $b$  зависят от среды /жидкий водород, алюминий или майлар/ и от типа частицы. Значения параметров  $a$  и  $b$ , использовавшиеся нами в диапазоне импульсов протонов 100-500 МэВ/с и импульсов  $\pi^+$ -мезонов 30-200 МэВ/с приведены в таблице.

В предположении /2/ вычисление эффективности регистрации производилось аналогичным образом, с той разницей, что учитывались все моды распада  $\Sigma^+ /1385/$  и последующих распадов  $\Lambda^0$  и  $\Sigma /1189/$ -гиперонов.

На рис.3 показана зависимость средней эффективности регистрации от переданного импульса для части статистики, при наборе

Вещество	Параметры для протона		Параметры для $\pi^+$ -мезона	
	a	b	a	b
Жидкий водород	0,040	0,72	0,010	0,72
Майлар	0,088	0,67	0,025	0,65
Алюминий	0,11	0,67	0,030	0,65

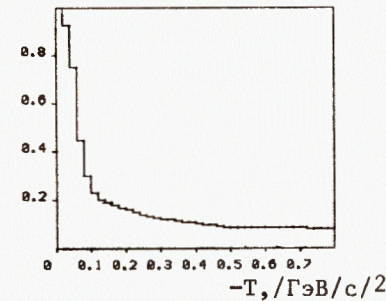


Рис.3

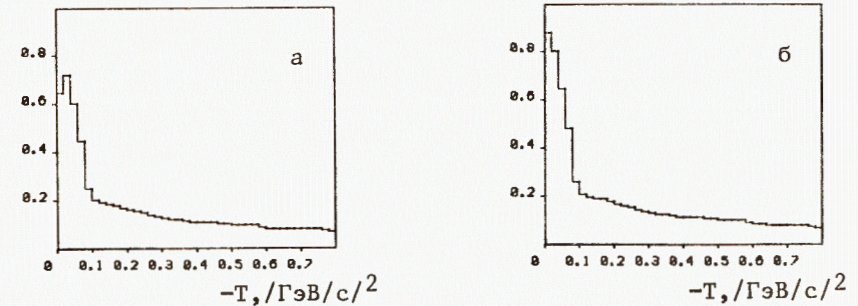


Рис.4

Из-за отсутствия точной информации о вероятностях различных мод распада  $\Sigma^+ /1670/$  мы предполагали, что геометрическая эффективность регистрации реакции  $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+ /1670/$  такая же, как и реакции /2/.

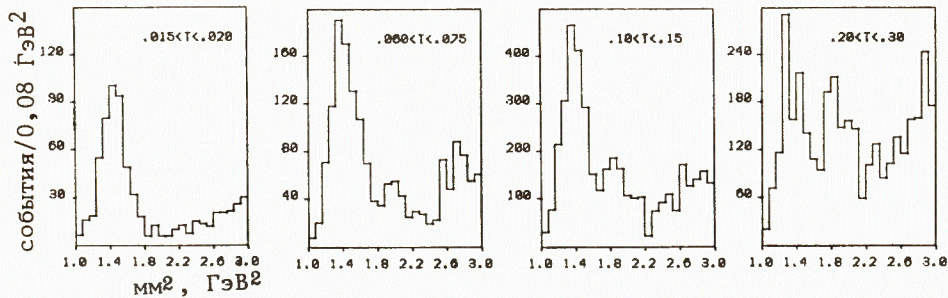


Рис. 5

Индивидуальный весовой фактор события вычислялся как сумма весов, соответствующих различным гипотезам, умноженных на вероятности этих гипотез. На рис. 5 приведены примеры распределений по квадрату недостающей массы, взвешенные с помощью описанной выше процедуры. По результатам аппроксимации взвешенных спектров недостающих масс в дальнейшем определялись дифференциальные сечения процессов /1/ и /2/.

Рассмотренный метод определения геометрической эффективности регистрации реализован в виде программы на языке Фортран. Время обработки одного события существенно зависит от требуемой точности вычислений. В случае, когда генерируется 500 событий на каждое реальное и анализируется по 10 возможных случаев распада гиперона для каждой гипотезы, среднее время счета составляет ~2 с/событие на ЭВМ ЕС-1060.

Авторы благодарны Ю.А.Будагову, В.М.Кутьину и В.Б.Флягину за постоянный интерес к работе, В.Б.Виноградову, А.С.Курилину, С.Н.Малюкову, А.А.Синебрюхову и Н.С.Русакович за помощь и полезные обсуждения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Акименко С.А. и др. ОИЯИ, 1-8948, Дубна, 1975.
2. Review of Particle Properties, Phys. Letters, vol. 111B, April 1982.

Рукопись поступила в издательский отдел  
20 июня 1984 года.

#### НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
	Труды УШ Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1982 /2 тома/	11 р. 40 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
Д3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
Д11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
Д7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
Д2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
Д13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Маниев В.М., Русакович Н.А. 1-84-423  
Геометрическая эффективность регистрации событий в эксперименте по изучению реакций с обменом гиперзарядом на установке ГИПЕРОН

Описана методика расчета геометрической эффективности регистрации событий в эксперименте по изучению процессов с обменом гиперзарядом  $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+$ ,  $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+ / 1385$  на спектрометре недостающих масс ГИПЕРОН. Величина геометрической эффективности регистрации обусловлена апертурой одноплечевого магнитного спектрометра длиной 15 м, а также вероятностью детектирования продуктов распада гиперонов в цилиндрическом сцинтилляционном годоскопе, внутри которого расположена жидководородная мишень. Интегрирование производилось методом Монте-Карло на основе банка реальных событий. Рассмотренная процедура реализована в виде программы на языке Фортран. Рассчитанные значения геометрической эффективности регистрации событий использовались при определении дифференциальных сечений указанных процессов.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Maniev V.M., Rusakovich N.A. 1-84-423  
Geometrical Efficiency of Event Registration in Experiment on the Study of Reactions with Hypercharge Exchange on HYPERON Facility

Methods of event registration geometrical efficiency in an experiment on the study of hypercharge exchange reactions  $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+$ ,  $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+(1385)$  on HYPERON missing mass spectrometer is described. The magnitude of event registration geometrical efficiency is specified by the aperture of single-arm magnetic spectrometer 15 m long, and by the probability to detect hyperon decay products in a cylindrical scintillation hodoscope, inside which a liquid hydrogen target is positioned. Integration was performed by the Monte-Carlo method on the base of real event bank. The considered procedure is realized as FORTRAN routine. The calculated values of event registration geometrical efficiency was used at determining differential cross sections of the mentioned processes.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984