

1 - 11467

ПОПОВА
Вера Михайловна

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНКЛЮЗИВНЫХ РЕАКЦИЙ
С ОБРАЗОВАНИЕМ НЕЙТРАЛЬНЫХ СТРАННЫХ ЧАСТИЦ
В π -p-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ ИМПУЛЬСАХ 4,9; 7,5
И 40 ГэВ/с

Специальность 01.04.01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель -

старший научный сотрудник, кандидат физико-математических наук Е.Н.КЛАДНИЦКАЯ (ОИЯИ)

Официальные оппоненты -

старший научный сотрудник, доктор физико-математических наук М.И.АДАМОВИЧ (ФИАН)

старший научный сотрудник, кандидат физико-математических наук Ю.Ф.ЛОМАКИН (ОИЯИ)

Ведущее предприятие - ИГЭФ, Москва

Автореферат разослан "___" _____ 1978 г.

Защита диссертации состоится "___" _____ 1978 г. в ___ час. на заседании Специализированного Ученого совета при Лаборатории высоких энергий Д-56/2 Объединенного института ядерных исследований, г. Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Лаборатории высоких энергий.

Ученый секретарь Совета

кандидат физико-математических наук

М.Ф.ЛИХАЧЕВ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Исследование энергетической зависимости сечений, структурных функций, средних множественностей вторичных частиц в адрон-адронных взаимодействиях позволяет получить важную информацию, необходимую для проверки существующих моделей взаимодействия элементарных частиц и создания общей теории элементарных частиц в будущем. Одной из проблем адрон-адронных взаимодействий, недостаточно хорошо изученных, является образование нейтральных странных частиц в $P\bar{P}$ -взаимодействиях. Исследуются инклюзивные реакции



и полунклюзивные реакции



Здесь и далее в данной работе K° обозначает K^{\pm} и \bar{K}° -мезоны, Λ - Λ - и Σ° -гипероны, а n_{\pm} - число заряженных частиц, образовавшихся в реакции.

Цель работы

I. Экспериментальное исследование $P\bar{P}$ -взаимодействий с образованием нейтральных странных частиц, а именно: изучение изменения с ростом энергии таких характеристик этих взаимодействий, как

- а) инклюзивные и полунклюзивные сечения рождения K^{\pm} и Λ -частиц,

- б) сечения образования пар частиц,

- в) структурные функции для инклюзивных реакций типа (1) и (2),

- г) структурные функции для полунклюзивных реакций типа (3) и (4),

- д) средние множественности нейтральных странных частиц и заряженных частиц, образующихся вместе с ними.

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Изучение этих характеристик важно для понимания механизмов рождения странных частиц. Также интересно установить наличие или отсутствие скейлинга в какой-либо кинематической области, и того, с каких энергий начинается предельное поведение инвариантных структурных функций и какой вклад в это поведение дают взаимодействия с различной множественностью заряженных частиц.

2. Оценка сечения образования резонанса K^{*+} (890).

Научная новизна и практическая ценность

В результате проделанной работы впервые получены инклюзивные и полудиинклюзивные распределения структурных функций по переменным x , y^* и p_1^2 нейтральных странных частиц при энергиях 4,9 и 7,5 ГэВ и полудиинклюзивные распределения при энергии 40 ГэВ.

Впервые исследованы в $\bar{p}p$ -взаимодействиях энергетическая зависимость средних множественностей нейтральных странных частиц и заряженных частиц, рождающихся совместно с ними.

Впервые в $\bar{p}p$ -взаимодействиях произведена оценка инклюзивного сечения образования резонансов K^{*+} (890) при 40 ГэВ. Полученные результаты, кроме сравнения с теоретическими моделями, могут быть использованы при планировании экспериментов по изучению образования очарованных частиц, с учетом возможной аналогии в образовании странных и очарованных частиц в сильных взаимодействиях.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались на совещаниях сотрудничества по изучению взаимодействий на снимках с 2-метровой пропановой камеры ОИЯИ, на сессиях отделения ядерной физики АН СССР в октябре 1976 г. и в феврале 1978 г. и на VIII Международной конференции по физике высоких энергий в Тбилиси (июль 1976 г.).

Публикации. Методические исследования и основные результаты настоящей диссертации изложены в 7 работах, опубликованных в журнале "Ядерная физика" и в виде препринтов ОИЯИ.

Объем диссертации. Текст состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 102 страницах, включая 23 рисунка и 12 таблиц. Библиография насчитывает III наименований.

Тезисы, представляемые к защите

1. Рост с увеличением энергии средних множественностей заряженных частиц, образовавшихся совместно с нейтральными странными частицами в $\bar{p}p$ -взаимодействиях, не противоречит логарифмическому закону в интервале импульсов 4,9-250 ГэВ/с.

2. Скорости роста $\langle n_{\pm} \rangle^{K^*}$, $\langle n_{\pm} \rangle^{\Lambda}$ и $\langle n_{\pm} \rangle$ совпадают в пределах ошибок, если рассматривать их зависимость от доступной энергии.

3. Дисперсия распределений по множественности в событиях с рождением странных частиц линейно растет с увеличением средней множественности заряженных частиц $\langle n_{\pm} \rangle^{K^*}$. Для множественностей $4 \leq \langle n_{\pm} \rangle \leq 9$ (интервал импульсов 20-250 ГэВ/с) эта зависимость одна и та же для $\bar{p}p$ взаимодействий с рождением V^0 -частиц и без него. Она аппроксимируется следующей прямой:

$$D_{\pm} = (-0,16 \pm 0,05) + (0,48 \pm 0,01) \langle n_{\pm} \rangle.$$

4. Интенсивный рост сечения образования K^0 -мезонов происходит главным образом в центральной области. Структурные функции для K^0 -мезонов не имеют скейлингового поведения в диапазоне $|x| \leq 0,3$ в интервале импульсов 4,9-250 ГэВ/с. Как рост сечения, так и рост структурных функций в центральной области происходят за счет многолучевых событий ($n_{\pm} \geq 4$).

5. Сечение образования Λ -гиперонов растет с увеличением энергии значительно медленнее, чем сечение образования K^0 -мезонов. Рост сечения происходит, в основном, в многолучевых ($n_{\pm} \geq 4$) событиях. Сечение возрастает, главным образом, в области фрагментации протона мишени.

Структурные функции для Λ -гиперонов в пределах ошибок, составляющих 15%, имеют скейлинговое поведение в широком интервале изменения переменной x ($-0,5 \leq x \leq 0,1$) для области импульсов первичной частицы 4,9-250 ГэВ/с.

Относительная доля Λ -гиперонов, рождающихся в центральной области, уменьшается с ростом энергии в событиях с малой множественностью ($n \leq 4$).

6. Средние поперечные импульсы K^0 -мезонов и Λ -гиперонов слабо зависят как от множественности заряженных частиц в событиях, так и от импульса первичной частицы.

7. Оценка инклюзивного сечения рождения K^{*+} мезонов при импульсе 40 ГэВ/с ($\sigma_{K^{*+}} = (1,5 \pm 0,3) \text{ мб}$) позволяет заключить, что $(21 \pm 5)\%$ $K^*(\bar{K}^*)$ -мезонов образуются в результате распада этих резонансов.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении дано обоснование темы, приводится краткий обзор работ по изучению образования нейтральных странных частиц в π^+p -взаимодействиях. Рассматриваются также гипотезы о масштабных-инвариантных свойствах процессов множественного рождения в инклюзивных реакциях при высоких энергиях, предложенные А.А.Логуновым с сотрудниками и, независимо, Р.Фейнманом, а также Бенеке, Янгом и др., и возможности применения анализа Миллера-Редже.

Затем формулируется цель данной диссертации и тезисы, представляемые к защите.

В первой главе описывается методика исследования образования нейтральных странных частиц. Работа производилась при помощи пузырьковых камер. Двухметровая пропановая пузырьковая камера облучалась в пучке π^- -мезонов с $p = (40,00 \pm 0,24) \text{ ГэВ/с}$ на Серпуховском ускорителе.

Двадцатичетырехлитровая пропановая пузырьковая камера экспонировалась в пучке отрицательных пионов синхрофазотрона ОИЯИ с импульсом $(7,5 \pm 0,6) \text{ ГэВ/с}$.

При импульсе π^- -мезонов, равном 4,9 ГэВ/с, исследование проводилось с помощью 100-сантиметровой водородной камеры ОИЯИ, облученной на синхротроне ЛВЭ ОИЯИ.

Для материала, полученного на пропановых камерах, применялись стандартные критерии отбора π^+p -событий.

Эффективность двойного просмотра для обнаружения π^+p -событий с образованием V^0 -частиц при 40 ГэВ была 99%, при 7,5 ГэВ - 86%, при 4,9 ГэВ 98,7%. Измерения следов частиц производились на ПУОСах (40 и 4,9 ГэВ) и на микроскопах УИМ-21 (7,5 ГэВ).

Обсчет измеренных событий производился на ЭВМ по программам расчета геометрических и кинематических параметров событий. Рассматривается идеология применявшихся программ.

Точность измерения импульсов и углов такова: при 40 ГэВ $\Delta p/p \sim (5 \pm 10)\%$, точность измерения углов 5-7 мрад, при 7,5 ГэВ

$\Delta p/p \sim (10-12)\%$, среднеквадратичная ошибка в измерении углов ~ 10 мрад. При 4,9 ГэВ/с $\Delta p/p \sim (1,8 \pm 0,2)\%$.

Описывается идентификация K_S^0 -мезонов и Λ -гиперонов и разделение неоднозначных ($K_S^0 \sim \Lambda$) гипотез, которые составляют при 4,9 ГэВ < 1%, при 7,5 ГэВ - 13%, а при 40 ГэВ/с уже 19%. Критерием правильности измерений и идентификации может служить сравнение величин средних масс K_S^0 -мезонов и Λ -гиперонов, полученных в данном эксперименте, со значениями, приведенными в последней колонке табл. I.

Таблица I

Импульс первичного π^- -мезона, ГэВ/с ²	4,9	7,5	40	Review of particle properties Particle Data Group (1976)
$\langle m_{K_S^0} \rangle$	0,4973 $\pm 0,0004$	0,4936 $\pm 0,0005$	0,498 $\pm 0,004$	0,4977 $\pm 0,00013$
$\langle m_\Lambda \rangle$	1,116 $\pm 0,003$	1,1161 $\pm 0,0008$	1,118 $\pm 0,003$	1,1156 $\pm 0,00005$

Обсуждается эффективная область регистрации звезд и V^0 -частиц в камерах.

Большой раздел отведен описанию метода определения сечений. В таблице II приводятся величины \mathcal{E} - миллибарн-эквивалента при трех исследуемых энергиях.

Таблица II

Начальный импульс, ГэВ/с	4,9	7,5	40
\mathcal{E} , мб/событ.	$5,2 \cdot 10^{-4}$ $\pm 0,1 \cdot 10^{-4}$	$2,32 \cdot 10^{-3}$ $\pm 4 \cdot 10^{-5}$	$3,35 \cdot 10^{-3}$ $\pm 5 \cdot 10^{-5}$

Рассматриваются поправки на эффективность регистрации событий в камере W_1 , на неравномерность освещенности в пропановых камерах W_2 , на эффективность просмотра и на потери вблизи звезды, а для материала, полученного при помощи пропановых камер, также и на примесь квази- π^+p -событий, среди отобранных по стандартным критериям π^+p -событий.

В таблице III даны числа наблюдаемых V^0 -частиц и величины геометрических поправок.

Таблица III

Р ГэВ/с	4,9		7,5		40	
	K_s^0	Λ	K_s^0	Λ	K_s^0	Λ
N	1082	952	567	398	504	291
W_1	$1,12 \pm 0,04$	$1,12 \pm 0,04$	$1,21 \pm 0,06$	$1,18 \pm 0,06$	$1,24 \pm 0,06$	$1,26 \pm 0,06$

Вторая глава посвящена изучению энергетической зависимости множественности заряженных частиц и нейтральных странных частиц. По определению, средняя множественность частиц c , образующихся в реакции $a + b \rightarrow c + \dots$, есть $\langle n_c \rangle = \sum n_c \sigma_{nc} / \sigma_{in}$, где σ_{nc} - топологическое сечение процессов с образованием частиц типа c , а σ_{in} - неупругое сечение реакции $a + b \rightarrow \dots$.

Энергетическая зависимость средних множественностей вторичных частиц в адронных соударениях, вид распределений по множественностям позволяет судить о применимости тех или иных теоретических моделей. Интересно знать, влияет ли рождение Λ -гиперонов и K^0 -мезонов на множественность рождающихся вместе с ними заряженных частиц, есть ли заметные корреляции в рождении странных и нестранных адронов при последующих энергиях.

При анализе энергетических зависимостей помимо наших данных используются опубликованные данные при энергиях 18,5; 20; 100; 200 и 250 ГэВ.

На рис. I приводится зависимость средней множественности заряженных частиц $\langle n_{\pm} \rangle$ от импульса налетающего пиона для реакций (3), (4) и



Прямая линия - результат аппроксимации данных для реакции (5) функцией вида

$$\langle n_{\pm} \rangle = A_1 + A_2 \ln \sqrt{s/s_0}, \quad \text{где } s_0 = 1 \text{ ГэВ}^2.$$

На том же рисунке даны отношения средних множественностей заряженных частиц, образующихся в реакциях (3) и (4) к $\langle n_{\pm} \rangle$ из реакции (5). Видно, что при малых импульсах первичных π^- -мезонов

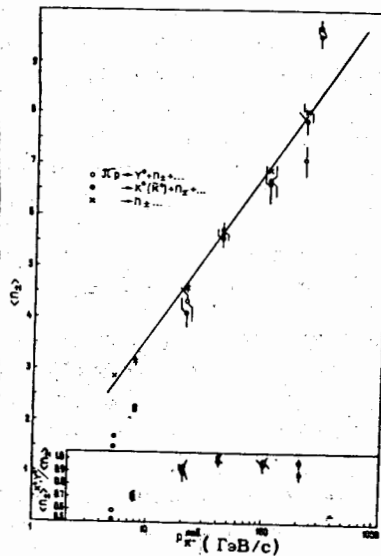


Рис. I

$(< 20 \text{ ГэВ/с}) < n_{\pm} \rangle^{K^0} / \langle n_{\pm} \rangle < 1$, а в интервале $20 \text{ ГэВ/с} \leq p_{\pi} \leq 205 \text{ ГэВ/с}$ это отношение близко к единице. Это связано с тем, что при $p_{\pi} < 20 \text{ ГэВ/с}$ энергия, которая может пойти на образование заряженных частиц в реакциях (3) и (4), заметно меньше, чем в реакции (5). Исключив эту неравноправность в условиях рождения частиц путем рассмотрения зависимости средних множественностей не от p_{π} или от \sqrt{s} , а от доступной энергии $E_g = \sqrt{s} - M$, где $M = 0$ для реакции (5), $M = 2 m_{K^0}$ для реакции (3), $M = m_{K^0} + m_{\Lambda}$ для реакции (4), мы произвели аппроксимации экспериментальных зависимостей $\langle n_{\pm} \rangle = f(E_g)$ функциями

$$\langle n_{\pm} \rangle = A_1 + A_2 \ln [(\sqrt{s} - M) / \sqrt{s_0}]$$

и

$$\langle n_{\pm} \rangle = A_3 + [(\sqrt{s} - M) / \sqrt{s_0}]^{A_4}$$

Получено, что в реакциях (3,4) рост средней множественности не противоречит логарифмическому закону зависимости от E_g , и в пределах ошибок скорость роста $\langle n_{\pm} \rangle^{K^0}$ и $\langle n_{\pm} \rangle^{\Lambda}$ та же, что и для $\langle n_{\pm} \rangle$ в реакции (5). Аппроксимация литературных

данных для $p\bar{p}$ -взаимодействий позволила сделать вывод, что в исследуемом интервале импульсов налетающей частицы изменение с энергией среднего числа заряженных частиц, образующихся в π^+p - и $p\bar{p}$ -соударениях вместе с нейтральными странными частицами и без них, практически не зависит от природы образующейся странной частицы и от природы налетающей частицы, если рассматривать зависимость $\langle n_{\pm} \rangle$ от "доступной" в данной реакции энергии.

$$\text{Рассмотрение зависимостей } \sigma_n^{K^*(\Lambda)} / \sigma^{K^*(\Lambda)} = f(n_{\pm}),$$

где $\sigma^{K^*(\Lambda)}$ — сечение рождения $K^*(\Lambda)$ -частиц в событиях с n заряженными частицами, а $\sigma_n^{K^*(\Lambda)} = \sum \sigma_n^{K^*(\Lambda)}$ — инклюзивное сечение рождения нейтральных странных частиц, показало, что при низких энергиях наблюдается максимум при малых множественностях как в событиях с Λ -гиперонами, так и в событиях с K^* -мезонами. При возрастании энергий он сдвигается в сторону больших множественностей и расширяется.

Изучалась зависимость дисперсии распределения по множественности D от $\langle n_{\pm} \rangle$ и отношения $\langle n_{\pm} \rangle / D$ от энергии.

$$D = (\langle n_{\pm}^2 \rangle - \langle n_{\pm} \rangle^2)^{1/2}$$

При $20 \leq p_{\pi^+} \leq 205$ ГэВ/с $\langle n_{\pm} \rangle / D$ близко к двум для реакций (3), (4) и (5). Зависимость $D = f(\langle n_{\pm} \rangle)$ хорошо аппроксимируется прямыми линиями для этих трех реакций.

Различие в коэффициентах наклона аппроксимирующих прямых для реакций (3), (4) и (5) обусловлено точками, лежащими при импульсах ≤ 20 ГэВ/с. При 20 ГэВ/с $< p_{\pi^+} \leq 205$ ГэВ/с данные для всех трех реакций ложатся на одну прямую, аппроксимирующую результаты для реакций (5): $D = (-0,16 \pm 0,05) + (0,48 \pm 0,01) \langle n_{\pm} \rangle$.

Ван Хов предложил объяснение линейной зависимости $\langle n_{\pm} \rangle / D$ от $\langle n_{\pm} \rangle$ с помощью двухкомпонентной модели. Применение этой модели к нашим результатам позволяет сделать вывод, что вклад процессов с малой множественностью заряженных частиц ($n_{\pm} \leq 4$) в реакции с рождением странных частиц меньше, чем в реакции без их образования.

Исследование зависимости средней множественности K^* -мезонов от средней множественности Λ -мезонов показало, что эта зависимость в пределах ошибок аппроксимируется прямой линией. Это говорит о том, что средняя множественность K^* -мезонов в π^+p -взаимодействиях в интервале $4,9$ ГэВ/с $\leq p_{\pi^+} \leq 205$ ГэВ/с

тоже не противоречит в пределах ошибок логарифмическому росту с увеличением энергии.

Исследование зависимостей $\langle n^+ \rangle$ и $\langle n^- \rangle$ от множественностей заряженных частиц показало, что в интервале 40 ГэВ/с $\leq p \leq 205$ ГэВ/с $\langle n^+ \rangle$ и $\langle n^- \rangle$ остаются в пределах ошибок постоянными при всех множественностях заряженных частиц. При меньших энергиях $\langle n^+ \rangle$ и $\langle n^- \rangle$ резко падают с ростом множественности, что обусловлено кинематикой реакции. При $p = 250$ ГэВ/с отмечен слабый рост $\langle n^+ \rangle$ с увеличением множественности заряженных частиц ($n_{\pm} = 2+12$). $\langle n^+ \rangle$ продолжает оставаться постоянной в пределах экспериментальных ошибок при всех множественностях.

В третьей главе рассматривается поведение сечений и структурных функций инклюзивных и полуйнклюзивных реакций (I)-(4) в зависимости от роста энергии.

Величины сечений инклюзивных и полуйнклюзивных реакций с образованием V^0 -частиц и их средние множественности приведены в таблице IV.

Таблица IV.

49 ГэВ/с				40 ГэВ/с			
n_{\pm}	$\sigma_{n_{\pm}}^{K^*(\Lambda)}$ (мб)	$\langle n_{\pm} \rangle$	$\sigma_{n_{\pm}}^{K^*(\Lambda)}$ (мб)	n_{\pm}	$\sigma_{n_{\pm}}^{K^*(\Lambda)}$ (мб)	$\langle n_{\pm} \rangle$	$\sigma_{n_{\pm}}^{K^*(\Lambda)}$ (мб)
0	0,53 ± 0,06	0,407 ± 0,008	0,222 ± 0,004	0	0,06 ± 0,06	0,46 ± 0,06	
2	0,99 ± 0,04	0,116 ± 0,005	0,535 ± 0,008	2	0,20 ± 0,16	0,24 ± 0,05	0,23 ± 0,06
4	0,13 ± 0,02	0,041 ± 0,001	0,098 ± 0,005	4	0,14 ± 0,22	0,23 ± 0,04	0,48 ± 0,08
все	1,65 ± 0,05	0,078 ± 0,002	0,852 ± 0,005	6	0,00 ± 0,17	0,18 ± 0,03	0,39 ± 0,09
			0,237 ± 0,001	8	0,28 ± 0,15	0,27 ± 0,05	0,30 ± 0,07
				10	0,31 ± 0,09	0,23 ± 0,06	0,26 ± 0,03
				12	0,4 ± 0,05	0,20 ± 0,09	0,24 ± 0,08
				14	0,08 ± 0,04	0,18 ± 0,04	0,19 ± 0,07
				16	0,03 ± 0,03	0,10 ± 0,03	0,11 ± 0,04
все	2,10 ± 0,08	0,089 ± 0,002	0,99 ± 0,05	все	1,67 ± 0,20	0,21 ± 0,04	1,19 ± 0,19

При расчете сечений предполагалось, что 1) $\sigma_{K^*} = \sigma_{K^*}$, 2) $\sigma_{K^*K^*} = 4\sigma_{K^*K^*}$, 3) пренебрегалось сечениями образования троек частиц $\Xi^+K^*K^*$ и $\Xi^0K^*K^*$, 4) пренебрегалось сечением рождения 4 странных частиц. По нашим оценкам, при 40 ГэВ/с $\sigma_{\Lambda^+K^*K^*K^*} = (0,016 \pm 0,011)$ мб, $\sigma_{\Lambda^+K^*K^*K^*} = (0,033 \pm 0,022)$ мб. Из таблиц видно, что инклюзивные сечения рождения K^* -мезонов и Λ -гиперонов возрастают с увеличением импульса первичных пионов, причем σ_{K^*} растет быстрее, чем σ_{Λ} , т.е. рост σ_{K^*} обусловлен при высоких энергиях, в основном,

ростом сечения пар K^+K^- . Средние величины $\langle n^+ \rangle$ и $\langle n^- \rangle$ тоже возрастают с увеличением энергии.

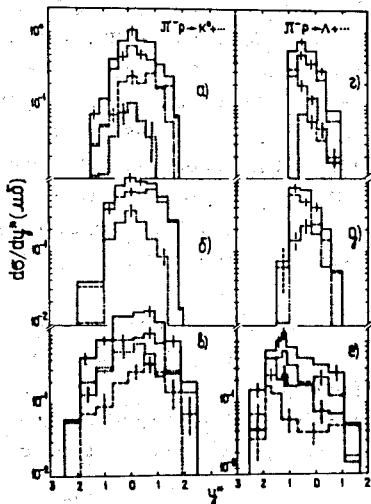


Рис. 2. Зависимость сечения рождения K^+ -мезонов и Λ -гиперонов от продольной быстроты y^* , а) и г) при 4,9 ГэВ/с, б) и д) при 7,5 ГэВ/с, в) и е) при 40 ГэВ/с. — все множественности, — — — 0-лучевые, — — — — 2-лучевые, — — — — — 4-лучевые события; б) и д) при 7,5 ГэВ/с, — — — — — все множественности, — — — — — 0+2-лучевые, — — — — — 4+6-лучевые события; в) и е) при 40 ГэВ/с — — — — — все множественности, — — — — — 0+2-лучевые, — — — — — 4+6-лучевые, — — — — — ≥ 8 лучей.

Рассмотрение распределений инклюзивных сечений по продольной скорости (рис. 2) $d\sigma/dy^* = f(y^*)$ (где $y^* = 1/2 \ln \frac{E^* + p_z^*}{E^* - p_z^*}$,

E^* , p_z^* — энергия и продольный импульс исследуемой частицы в системе центра масс) показывает, что K^+ -мезоны в реакциях с малыми n_{\pm} вылетают, в основном, вперед в системе ц.м. С ростом множественности распределения становятся более узкими и симметричными.

Λ -гипероны при всех энергиях вылетают преимущественно назад в системе ц.м. При 4,9 и 7,5 ГэВ/с распределения $d\sigma/dy^*$ резко асимметричны для событий с малыми n_{\pm} . При возрастании множественности асимметрия уменьшается. При 40 ГэВ/с распределения $d\sigma/dy^*$ отличаются друг от друга в событиях с разными n_{\pm} .

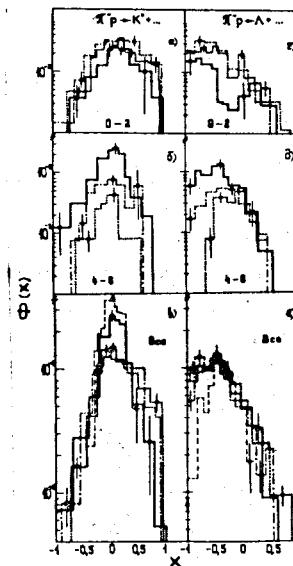


Рис. 3. Распределения $\Phi^*(x)$ и $\Phi^{\wedge}(x)$ по переменной x — — — — — 4,9 ГэВ/с, — — — — — 7,5 ГэВ/с, — — — — — 40 ГэВ/с, — — — — — 250 ГэВ/с, а) и г) для 0- и 2-лучевых событий, б) и д) для 4- и 6-лучевых, в) и е) для всех событий

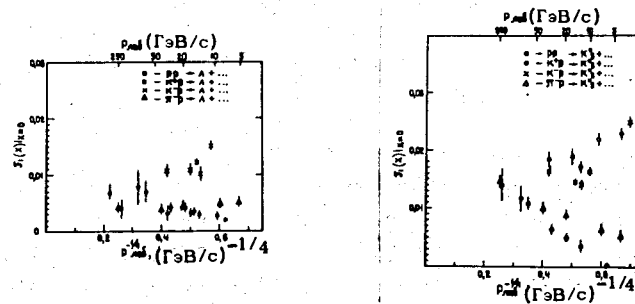


Рис. 4

Однако величины $\langle \gamma \cdot \rangle$ и $A^{\wedge} = N_f / N_b$ (N_f, N_b - числа Λ -гиперонов, вылетающих в переднюю и заднюю полусферы в системе ц.м.) в пределах ошибок от множественности n_{\pm} не зависят.

Исследуются в зависимости от $\gamma \cdot$ проинтегрированные по p_1^2 структурные функции:

$$\Phi^{\vee}(\gamma \cdot) = 1/\sigma_{in} \int \frac{d^2 \sigma^{\vee}}{d\gamma \cdot d p_1^2} d p_1^2.$$

Видно, что для $|\gamma \cdot| \leq 0,5$ значение $\Phi^{K^*}(\gamma \cdot)$ сильно растет с увеличением энергии. Этот рост обусловлен увеличением $\Phi^{K^*}(\gamma \cdot)$ в 4- и 6-лучевых событиях, а $\Phi^{K^*}(\gamma \cdot)$ близки между собой в интервале энергий 4,9-40 ГэВ.

Для Λ -гиперонов $\Phi^{\Lambda}(\gamma \cdot)$ не зависит от энергии в области $\gamma \cdot \approx 0$. Значение $\Phi_{0,2}^{\Lambda}(\gamma \cdot)$ в области $|\gamma \cdot| \leq 0,5$ падает с ростом энергии, а значения $\Phi_{4,6}^{\Lambda}(\gamma \cdot)$ возрастает в центральной области при переходе от 4,9 к 40 ГэВ. Относительная доля Λ -гиперонов, рождающихся в центральной области, падает с ростом энергии при всех множественностях n_{\pm} .

Распределения структурных функций

$$\Phi^{\vee}(x) = 1/\sigma_{in} \int \frac{E d^2 \sigma^{\vee}}{\pi p_{max}^2 dx d p_1^2} d p_1^2$$

даны на рис. 3. Кроме наших данных, здесь для сравнения приведены распределения $\Phi(x)$ для странных частиц, рождающихся в πp -взаимодействиях при $p_{\pi} = 250$ ГэВ/с - самом высоком импульсе первичного пions среди опубликованных данных. Для области $x \leq 0,3$ наблюдается рост структурных функций с энергией вплоть до 250 ГэВ. Распределения $\Phi^{K^*}(x)$ для подуинклевонных реакций показывают, что структурная функция реакции (I) растет в центральной области за счет многолучевых событий.

Распределения $\Phi^{\Lambda}(x)$ совпадают в пределах (10-15)% ошибок при всех энергиях от 4,9 до 250 ГэВ при $-0,5 < x < 0,1$, указывая на скейлинг в этой области. $\Phi^{\Lambda}(x)$ при разных энергиях существенно отличается, совпадение имеет место только в области $x > 0$. Значения $\Phi_{0,2}^{\Lambda}(x)$ совпадают при всех исследуемых энергиях в областях центральной и фрагментации налетающей частицы. В области фрагментации протона мишени наблюдается рост $\Phi_{4,6}^{\Lambda}(x)$ с увеличением энергии.

На рис. 4 приводятся зависимости

$$F_1(x) \Big|_{x=0} = 1/\sigma_{tot} \int \frac{2 E^* d^2 \sigma}{\pi \sqrt{s} dx d p_1^2} d p_1^2$$

от $p_{\Lambda \Lambda}^{-1/4}$ для πp -взаимодействий при 40 ГэВ/с вместе с опубликованными в литературе данными. Данные для реакций (I) и (2) соответствуют линейной зависимости от $p_{\Lambda \Lambda}^{-1/4}$ в согласии с Мюллер-Реджевским рассмотрением. Результаты, представленные на рис. 4 б, подтверждают наличие скейлинга, начиная с $p_{\pi} = 4,9$ ГэВ/с для реакции $\pi^- + p \rightarrow \Lambda + \dots$

Распределения сечений по квадрату поперечного импульса для K^* -мезонов с ростом множественности n_{\pm} становятся более крутыми, $\langle p_1^2 \rangle^{K^*}$ уменьшаются с ростом множественности. Величина $\langle p_1^2 \rangle^{\Lambda}$ в пределах ошибок от множественности не зависит. С ростом энергии $\langle p_1^2 \rangle^{K^*}$ и $\langle p_1^2 \rangle^{\Lambda}$ медленно возрастают.

Структурные функции, проинтегрированные по x

$$\Phi^{\vee}(p_1^2) = 1/\sigma_{in} \int \frac{E^* d^2 \sigma}{\pi p_{max}^2 dx d p_1^2} d p_1^2,$$

для реакций (I)-(4) удовлетворительно аппроксимируются экспонентой вида

$$\Phi(p_1^2) = \alpha \exp(\beta p_1^2).$$

Коэффициенты наклона $|\beta|$ имеют тенденцию к уменьшению как для реакции (I), так и для реакции (2).

В четвертой главе приводится оценка инклюзивного сечения рождения резонансов $K^{*+}(890)$ и $K^{*-}(890)$. В начале главы приведен обзор имеющихся в литературе работ по определению инклюзивного сечения рождения $K^*(890)$ в $p p$ -взаимодействиях.

В литературе нет данных по исследованию инклюзивного рождения $K^*(890)$ -мезона в πp -взаимодействиях при энергиях > 10 ГэВ.

Оценка сечения инклюзивного рождения $K^{*+}(890)$ -частицы в реакции $\pi^- + p \rightarrow K^{*+}(890) + \dots$ при 40 ГэВ/с производилась по спектру эффективных масс пар $K; \pi^+$. Фоном считалось распределение по эффективным массам комбинации $K; \pi^+$, когда вместо $K; -$ мезона из данного события берется $K; +$ из другого события. Ввиду малой статистики сечение оценивалось по величине разности между экспериментальными и фоновыми распределениями в области резонанса $0,8 \leq M_{\text{эф}} \leq 1,0$ ГэВ.

Получены следующие величины сечений:

$$\begin{aligned} \sigma_{\pi^+p} &\rightarrow K^{*+}(890) + \dots = (0,85 \pm 0,30) \text{ мб} \\ \sigma_{\pi^-p} &\rightarrow K^{*-}(890) + \dots = (0,63 \pm 0,23) \text{ мб} \end{aligned}$$

Ошибка статистическая.

Такая величина сечений образования $K^{*+}(890)$ -мезонов позволяет оценить долю $K^*(\bar{K}^*)$ -мезонов, образовавшихся в π^+p -взаимодействиях при 40 ГэВ/с в результате распада $K^{*+}(890)$ резонансов. Она составляет $(21 \pm 5)\%$. π^+ -мезоны от распада этих резонансов дают в инклюзивное сечение рождения π^+ -мезонов вклад порядка 1%.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Получен экспериментальный материал: при 4,9 ГэВ/с ~ 2000 событий со странными частицами, при 40 ГэВ/с ~ 800 событий со странными частицами. Составлены программы расчета эффективностей регистрации ν^- -частиц методом Монте-Карло в трех камерах. Составлена программа записи на магнитную ленту событий с ν^- -частицами при $p_{\pi^-} = 7,5$ ГэВ/с и ряд подпрограмм для получения методических распределений и распределений ν^- -частиц по кинематическим переменным.

Получены зависимости от энергии инклюзивных и полунклюзивных сечений рождения K^+ и Λ^- -частиц и их множественностей в π^+p -взаимодействиях, а также средних множественностей заряженных частиц, сопровождающих их образование. Впервые при трех энергиях получены зависимости полунклюзивных структурных функций K^+ -мезонов и Λ^- -гиперонов от кинематических переменных x , y^* и p_{\perp} . Сделана оценка сечения рождения $K^{*+}(890)$ мезонов при $p_{\pi^-} = 40$ ГэВ/с.

Это позволило сделать следующие выводы:

1. Рост с энергией средних множественностей заряженных частиц, образовавшихся совместно с нейтральными странными частицами в π^+p -взаимодействиях, не противоречит логарифмическому закону в интервале импульсов 4,9–250 ГэВ/с.

2. Зависимость скорости роста средней множественности заряженных частиц от доступной энергии в пределах ошибок одинакова в реакциях с образованием K^+ -мезонов и Λ^- -гиперонов и без их образования как в π^+p , так и в pp -взаимодействиях.

3. Дисперсия распределений по множественности в событиях с рождением странных частиц линейно растет с увеличением средней

множественности заряженных частиц $\langle n_{\pm} \rangle^{K^+, \Lambda^-}$. Для множественностей $4 \leq \langle n_{\pm} \rangle \leq 9$ эта зависимость одна и та же для π^+p -взаимодействий с рождением ν^- -частиц и без него. Этот линейный рост находит объяснение в двухкомпонентной модели Ван-Хова, которая предполагает разные механизмы рождения частиц в событиях с малой и большой множественностью.

4. Рост сечения σ_K происходит, главным образом, за счет увеличения с энергией сечения рождения $K^+\bar{K}^-$ пар, так как сечение рождения Λ^-K^+ -пар растет значительно медленнее. Этот рост происходит, в основном, в центральной области.

5. Структурная функция для K^+ -мезонов не имеет скейлингового поведения в области $-0,3 \leq x \leq 0,3$.

6. Сечение рождения Λ^- -гиперонов растет с энергией довольно медленно, причем наблюдается рост как в области фрагментации протона мишени, так и в центральной области.

7. Установлено в пределах 10–15% ошибок скейлинговое поведение структурной функции для Λ^- -гиперонов в широком диапазоне x ($-0,5 \leq x \leq 0,1$).

8. Сечение рождения K_{890}^{*+} -резонансов при 40 ГэВ/с равно

$$\sigma_{K_{890}^{*+}} = (1,5 \pm 0,3) \text{ мб.}$$

Это позволяет оценить долю K^+ - и π^+ -мезонов, которые появляются в результате распада векторных мезонов $K^{*+}(890)$. Она составляет $(21 \pm 5)\%$ для K^+ и примерно 1% для π^+ -мезонов.

Основные результаты диссертации и методические исследования изложены в следующих работах:

1. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, В.А.Беляков, ..., В.М.Попова и др. ОИЯИ, I-6967, Дубна (1973).
2. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, К.П.Вишневская, ..., В.М.Попова и др. ЯФ, 18, 1251 (1973); ОИЯИ, PI-7267, Дубна (1973).
3. В.В.Глаголев, Е.Н.Кладнишкая, А.А.Кузнецов, Р.М.Лебедев, Г.Д.Пестова, В.М.Попова, М.Сабзу, И.С.Сайтов. ОИЯИ, I-7884, Дубна (1974).
4. В.В.Глаголев, Н.К.Душутин, Е.Н.Кладнишкая, А.А.Кузнецов, Р.М.Лебедев, В.М.Мальцев, Г.Д.Пестова, В.М.Попова, М.Сабзу, И.С.Сайтов, ЯФ, 21, 1933 (1975). ОИЯИ, PI-8147, Дубна (1974).

5. Н.Ангелов, К.П.Вишневская, В.Г.Гришин,...., В.М.Попова и др.
ОИЯИ, РІ-9810, Дубна (1976).
6. С.В.Джмукадзе, Е.Н.Кладнишкая, В.М.Попова, ЯФ, 25, IO3 (1977),
ОИЯИ, РІ-9675, Дубна (1976).
7. С.В.Джмукадзе, Е.Н.Кладнишкая, В.М.Попова, Г.П.Тонеева,
ОИЯИ, РІ-10704, Дубна (1977).

**Рукопись поступила в издательский отдел
II апреля 1978 года.**