

Д-444

Л В Э

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1 - 11690

ДИДЕНКО

Лидия Александровна

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ ЛИДИРОВАНИЯ π^- -
И π^0 -МЕЗОНОВ В $\pi^- N$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 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 и в Научно-исследовательском институте ядерной физики Московского государственного университета.

Научные руководители:

доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник

Владимир Сергеевич
МУРЗИН,

доктор физико-математических наук
доцент

Людмила Ивановна
САРИЧЕВА.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник

Владимир Алексеевич
НИКИТИН,

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

Алексей Борисович
КАЙДАЛОВ.

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Ленинградский институт ядерной физики АН СССР им. Б.П.Константинова.

Автореферат разослан "___" _____ 1978 года.

Защита диссертации состоится "___" _____ 1978 года в _____ час. на заседании Специализированного совета Д-047.01.02 при Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований, г. Дубна, Московской области, Лаборатория высоких энергий ОИЯИ, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ ОИЯИ.

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук

М.Ф. Лихачев

М.Ф. Лихачев

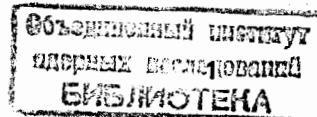
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Эффект лидирования относится к числу наиболее интересных закономерностей процессов множественного рождения, изучению которых в последние годы уделяется большое внимание. Интерес к этим процессам и их закономерностям вызван тем, что множественное рождение частиц является доминирующим каналом в адрон-адронных столкновениях при высоких энергиях и, следовательно, несет основную информацию относительно динамики взаимодействия частиц при высоких энергиях.

Эффект лидирования обычно связывается с частицей той же природы, что и налетающая. Однако возможность лидирования других частиц очень важна для выяснения природы этого явления. С такой точки зрения представляет большой интерес изучение процессов неупругой перезарядки $\bar{\pi}^- p \rightarrow \bar{\pi}^0 + X$ и сравнение их с процессами лидирования $\bar{\pi}^-$ - мезонов $\bar{\pi}^- p \rightarrow \bar{\pi}^- + X$. До сих пор в литературе нет прямых данных, касающихся исследования эффекта лидирования $\bar{\pi}^0$ - мезонов в пион-нуклонных взаимодействиях.

Описание поведения лидирующих частиц часто проводится в рамках трёхрежеонного подхода, так как это позволяет получить информацию относительно природы режеон-адронных столкновений, что является важной проблемой для современной теории сильных взаимодействий.

Исследование процессов $\bar{\pi}^- p \rightarrow \bar{\pi}^0 + X$ в этом смысле открывает новый канал для изучения свойств режеон-адронного рассеяния, а именно: даёт возможность исследовать свойства $p-p$ столкновений (под p^- подразумевается режеон).



Цель работы - установить возможность лидирования π^0 -мезонов в пион-нуклонных взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с, определить величину сечения неупругой перезарядки $\pi^-p \rightarrow \pi^0 + X$ в области фрагментации π^- -мезонов и энергетические характеристики эффектов лидирования, исследовать динамические особенности рождения вторичных частиц в системе X в реакциях $\pi^-p \rightarrow \pi^- + X$ и $\pi^-p \rightarrow \pi^0 + X$ с лидированием π^- - и π^0 -мезонов, выяснить роль различных механизмов в образовании лидирующих π^- и π^0 -мезонов в рамках реджевских представлений.

Новизна работы. В работе впервые определены парциальные коэффициенты неупругости в π^-p - и π^-n - взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с и изучена их топологическая зависимость.

Впервые получена оценка величины сечения неупругой перезарядки $\pi^-p \rightarrow \pi^0 + X$ в области фрагментации π^- -мезонов при $X \geq 0,7$.

Впервые показано, что в процессах с лидированием π^- - и π^0 -мезонов образуются асимметричные системы, в которых, в свою очередь, наблюдается энергетическая выделенность вторичных частиц определенного типа. Это позволило сделать вывод о качественном подобии одночастичных распределений заряженных пионов в реджеон-адронных и адрон-адронных столкновениях.

В работе определён вклад дваждыпомеронного механизма взаимодействия в двухчастичные инклюзивные реакции $\pi^-p \rightarrow \pi^- + p + X$ при импульсе 40 ГэВ/с и получены оценки трехреджеонных констант в реакциях $\pi^-p \rightarrow \pi^- + X$ и $\pi^-p \rightarrow \pi^0 + X$.

Научная ценность. Представленные результаты исследования в значительной мере обогащают представления о закономерностях множественного рождения частиц при высоких энергиях и могут быть использованы для проверки и разработки моделей множественного рождения.

Проведенный в работе анализ экспериментальных данных в рамках трехреджеонного описания открывает новые возможности для исследования природы реджеон-адронного рассеяния.

Полученная оценка величины вклада дваждыпомеронных процессов в двухчастичные инклюзивные реакции $\pi^-p \rightarrow \pi^- + p + X$, составляющая ~ 20 мкб., указывает на незначительную роль этих процессов во множественном рождении частиц при импульсе 40 ГэВ/с.

Практическая ценность. Предлагаемые методы исследования процессов множественного рождения в π^-p - взаимодействиях при энергии 40 ГэВ/с могут быть использованы для анализа аналогичных экспериментальных данных, получаемых с помощью пузырьковых камер и фотоэмульсий.

Представленные в работе экспериментальные данные используются при расчёте интенсивности и спектров различных компонент космического излучения в атмосфере.

Публикации. Диссертация написана на основании шести работ, опубликованных в виде препринтов, статей в журналах ЯФ и Изв. АН СССР, сер. физ., и докладов в трудах конференций. /I-6/

Апробации. Основные результаты работы докладывались на Ломоносовских чтениях в МГУ в 1975, 1976 годах, на сессиях Отделения ядерной физики АН СССР в 1974, 1975, 1976 г.г., на Международных конференциях по физике космических лучей в Мюнхене, 1975 г., и в Пловдиве, 1977 г., на Международной конференции по физике высоких энергий в Тбилиси, 1976 г.

Объём работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения и содержит 90 страниц машинописного текста, 37 страниц рисунков и библиографию, включающую 98 наименований.

Автор защищает

1. Результаты определения парциальных коэффициентов неупругости и исследования их топологической зависимости в π^-p - и π^-n - взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с.

2. Метод исследования процессов с лидированием π^- - и π^0 -мезонов.

3. Результаты определения величины сечения неупругой перезарядки $\pi^-p \rightarrow \pi^0 + X$ в области фрагментации π^- -мезонов при импульсе 40 ГэВ/с.

4. Результаты исследования асимметрии и основных характеристик вторичных частиц в процессах с лидированием π^- - и π^0 -мезонов в π^-p - взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с.

5. Результаты оценки вклада дваждыпомеронных процессов в двухчастичные инклюзивные реакции $\pi^-p \rightarrow \pi^- + p + X$ при 40 ГэВ/с в интервале импульсов протонов $200 \leq P_{л.с.} \leq 600$ МэВ/с.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении даётся краткое описание состояния исследуемого вопроса и формулируются задачи исследования.

В главе I описывается методика эксперимента. Изучение процессов множественного рождения частиц в пион-нуклонных столкновениях проводилось путём обработки фоновой информации, полученной с пропановой (C₂H₆) пузырьковой камеры ДТК-500 ЛВЭ ОИЯИ. Камера ДТК-500 имеет рабочую область размером 210 x 65 x 43 см³ и объёмом 5 0 0 л. Она экспонировалась в пучке отрицательных π^- - мезонов с импульсом $P = (40,00 \pm 0,24)$ ГэВ/с на серпуховском ускорителе (У-70). Во время сеансов облучения камера устанавливалась в магнитном поле со средней напряженностью $\langle H \rangle = 15$ кГс. За весь период облучения (1971 - 1972 г.г.) на этой установке было получено около 300 тысяч фотографий.

Просмотр снимков проводился на четырехобъективных столах БПС-1 и шестиобъективных столах БПС-2. В соответствии со стандартными критериями классификации событий для пропановых пузырьковых камер отбираемые взаимодействия относились к одной из групп: π^-p , π^-n или π^-C [7,8]. Эффективность двукратного просмотра для звезд составила 99,9%, [8] эффективность нахождения V^0 - частиц и γ - квантов - 99,0%. Измерение отобранных при просмотре событий проводилось на полуавтоматах типа ПУОС, работающих на линии с ЭВМ БЭСМ-4. Результаты измерений записывались на магнитную ленту ЭВМ СДС-1604 А, а затем обчитывались по программе геометрической и кинематической реконструкции событий ГЕОФИТ.

Средняя ошибка измерения импульсов π^- - мезонов оказалась равной 13,9% [9], а наиболее вероятное значение - 6%. Средняя ошибка измерения углов составила:

$$\langle \Delta \text{tg} \alpha \rangle = 0,0061 \pm 0,0001; \quad \langle \Delta \beta \rangle = (0,0037 \pm 0,0001) \text{ рад.}$$

Средние точности определения параметров γ - квантов [9] получились равными:

$$\langle \Delta P/P \rangle_{\gamma} = (12,4 \pm 0,1) \%,$$

$$\langle \Delta \text{tg} \alpha \rangle_{\gamma} = 0,00317 \pm 0,00003,$$

$$\langle \Delta \beta \rangle_{\gamma} = (0,0045 \pm 0,0001) \text{ рад.}$$

Число неизмеримых треков π^- - мезонов составило ~3% от их полного числа; доля неизмеримых γ - квантов - 5%.

В главе II изучается распределение средней доли энергии, переданной в результате π^-p - и π^-n -столкновений вторичным частицам различного типа. Эта величина, обычно называемая парциальным коэффициентом неупругости, даёт возможность изучить

относительную роль вторичных частиц различного вида в распределении первоначальной энергии и тем самым установить возможность лидирования π^0 - мезонов в π^-p - и π^-n - взаимодействиях. Парциальные коэффициенты неупругости вычислялись следующим образом:

$$\alpha_i = \frac{\sum E_i}{N_{\text{cos}} E_0} = \frac{\langle E_i \rangle \langle n_i \rangle}{E_0}, \quad (2.1)$$

где индекс i обозначает тип частицы; $\langle E_i \rangle$ и $\langle n_i \rangle$ - средняя энергия и множественность вторичных частиц данного типа;

$E_0 = E_{\pi^-} + m_p$ - полная энергия первичных частиц в лабораторной системе. Рассматривались следующие частицы: π^+ , π^- , π^0 - мезоны, протоны, нейтроны, K^0 - мезоны и Λ - гипероны.

Особое внимание в работе уделяется нахождению средней доли энергии, уносимой π^0 - мезонами, определяемой по распадным γ - квантам. Коэффициент неупругости α_{π^0} вычислялся по формуле

$$\alpha_{\pi^0} = \frac{\langle P_{\gamma} \rangle \langle n_{\gamma} \rangle}{E_0}. \quad (2.2)$$

величина среднего импульса $\langle P_{\gamma} \rangle$ измеренных γ - квантов была получена в работе [1]. Однако для правильного определения значений $\langle P_{\gamma} \rangle$ всех γ - квантов в π^-p - и π^-n - столкновениях необходимо было исследовать влияние неизмеримых γ - квантов и потерь γ - квантов волизи "звезды" на величину их среднего импульса. при нахождении средней множественности $\langle n_{\gamma} \rangle$ необходимые поправки были учтены ранее в работе [10]. Как показало исследование, наибольшее число неизмеримых γ - квантов возникало из-за недостаточной длины следов e^+e^- - пар при конверсии фотонов волизи края эффективной области. Уменьшение эффективной области регистрации γ - квантов привело к сокращению числа неизмеримых γ - квантов до ~ 1% и увеличению их среднего импульса на 8%.

Для определения потерь γ - квантов, конвертировавших волизи "звезды" (до ~ 3 см), анализировалось распределение γ - квантов по расстояниям L от вершины "звезды" до точки их конверсии. В среднем эти потери составили 2%, но, как показало исследование, они зависели от величины импульсов γ - квантов. С увеличением импульсов потери γ - квантов волизи "звезды" увеличивались от 0% до 6% при $P_{\text{лаб.}} \geq 8$ ГэВ/с. Введение этих поправок

в импульсный спектр δ - квантов привело к увеличению значения их среднего импульса на $\sim 1,5\%$.

В итоге средняя доля энергии, уносимая $\bar{\pi}^0$ - мезонами, составила $0,25 \pm 0,01$ и $0,28 \pm 0,02$ в $\bar{\pi}^-p$ - и $\bar{\pi}^-n$ - взаимодействиях соответственно /2/.

Значения парциальных коэффициентов неупругости для различных типов вторичных частиц в $\bar{\pi}^-p$ - и $\bar{\pi}^-n$ - взаимодействиях при разных топологиях, а также величина полного коэффициента неупругости $\alpha = \sum \alpha_i$ приведены в таблицах I и 2. Выполнение энергетического баланса в $\bar{\pi}^-p$ - и $\bar{\pi}^-n$ - столкновениях, как видно из таблиц, подтверждает правильность определения парциальных коэффициентов неупругости.

Сравнение средней доли энергии, уносимой вторичными частицами различного вида, а также изучение топологической зависимости этой величины указывает на существование следующих закономерностей в пион-нуклонных взаимодействиях:

1) наибольшая доля первичной энергии в $\bar{\pi}^-p$ - и $\bar{\pi}^-n$ - столкновениях передается отрицательным пионам; её величина увеличивается с уменьшением множественности заряженных частиц;

2) доля энергии, передаваемая налетающим $\bar{\pi}^-$ - мезоном нейтральным пионам, в среднем заметно больше, чем доля энергии, передаваемая $\bar{\pi}^+$ - мезоном. Величина $\alpha_{\bar{\pi}^0}$, так же как и $\alpha_{\bar{\pi}^-}$, увеличивается в событиях с малой множественностью заряженных частиц.

Эти закономерности указывают на существование эффекта лидирования $\bar{\pi}^0$ - мезонов в пион-нуклонных столкновениях.

Поскольку в нашем эксперименте $\bar{\pi}^0$ - мезоны не регистрируются, а импульсы быстрых $\bar{\pi}^-$ - мезонов измеряются в среднем с большой ошибкой ($\sim 25\%$), исследование поведения лидирующих частиц проводилось методом, основанным на явлении асимметричного рождения вторичных частиц в пион-нуклонных столкновениях при высоких энергиях /11,12/. Описанию этого метода, а также исследованию некоторых закономерностей эффектов лидирования и асимметрии посвящена III глава. Эффект асимметрии состоит в том, что в пион-нуклонных столкновениях наблюдается рождение систем заряженных частиц, которые имеют центр симметрии, не совпадающий с с.ц.м. сталкивающихся частиц. Степень отклонения от симметрии таких групп вторичных частиц можно характеризовать лоренц-фактором

Таблица I
 П-р - взаимодействия (40 ГэВ/с)

η_{\pm}	α_{π^-}	$\alpha_{\pi^+,p}^x$	α_{π^0}	α_n	$\alpha_{\Lambda^0, \Sigma^0}$	α
0			0,47±0,13		0,17±0,17	
2	0,49±0,02	0,07±0,01	0,28±0,03		0,07±0,01	
4	0,42±0,01	0,19±0,01	0,25±0,02		0,04±0,01	
6	0,39±0,01	0,26±0,01	0,25±0,02		0,03±0,01	
8	0,39±0,01	0,29±0,01	0,21±0,02		0,04±0,01	
≥ 10	0,41±0,01	0,34±0,01	0,20±0,02		0,03±0,01	
все	0,42±0,01	0,22±0,01	0,25±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01	0,98±0,02

х) Средняя доля энергии, переданная протонам, составляет $\alpha_p = 0,04$.
 В величину α включены доля энергии, уносимая парами Далицца, и потери первичного π^- - мезона на ионизацию до взаимодействия, дающие вместе вклад, равный 0,01.

Таблица 2
 π^-n - взаимодействия (40 ГэВ/с)

n_{\pm}	α_{π^-}	$\alpha_{\pi^+, p}$	α_{π^0}	α_n	$\alpha_{\Lambda^0, \Sigma^0}$	α
I ^{XX})	$0,33 \pm 0,03$	-	$0,60 \pm 0,08$		$0,06 \pm 0,02$	
3	$0,48 \pm 0,02$	$0,16 \pm 0,01$	$0,29 \pm 0,04$		$0,03 \pm 0,01$	
5	$0,42 \pm 0,02$	$0,21 \pm 0,01$	$0,22 \pm 0,02$		$0,04 \pm 0,01$	
≥ 7	$0,41 \pm 0,02$	$0,27 \pm 0,01$	$0,20 \pm 0,04$		$0,03 \pm 0,01$	
все	$0,43 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,01$	$0,28 \pm 0,02$	$0,04 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,01$	$0,99 \pm 0,03$

х) Средняя доля энергии, переданная протонам, составляет $\alpha_p = 0,04$.

х х) события с множественностью $n_{\pm} = 1$ регистрируются, если угол отклонения вторичного π^- мезона от направления движения налетающего пиона превышает 1° .

γ_{sc} симметричной системы, определенным относительно с.ц.м. Величина γ_{sc} вычислялась следующим образом^[3-5]:

$$\gamma_{sc} = \gamma_s \gamma_c - \sqrt{\gamma_s^2 - 1} \sqrt{\gamma_c^2 - 1} \cos \theta_{sc}, \quad (3.1)$$

где γ_s - лоренц-фактор симметричной для данной группы частиц системы; γ_c - лоренц-фактор с.ц.м.; θ_{sc} - угол относительно направления движения первичного π^- - мезона. Для экспериментального выделения из общего числа взаимодействий процессов лидирования с одновременным образованием асимметричных систем вторичных частиц было построено распределение событий по величине γ_{sc} , вычисленной для всех заряженных частиц в событии за исключением лидирующего π^- - мезона и протона.

Переменной γ_{sc} при этом приписывался знак "+", если $\gamma_s > \gamma_c$, и знак "-", если $\gamma_s < \gamma_c$. Это распределение приведено на рис.1. Видно, что в значительной доле π^-p - взаимодействий выделенные группы вторичных частиц коллимированы либо по направлению движения первичного π^- - мезона, либо в противоположном направлении. На этом же рисунке показано распределение по величине γ_{sc} , вычисленной при тех же условиях, для смоделированных по сферическому фазовому объёму событий. Из сравнения двух распределений следует, что наблюдаемая величина асимметрии при $|\gamma_{sc}| > 1,15$ не может быть объяснена случайным распределением вторичных частиц в событиях и обусловлена динамикой процессов, не заложенной в фазовый объём. В дальнейшем асимметричными считались события, выходящие за пределы фазовой кривой, т.е. события, для которых $|\gamma_{sc}| > 1,15$.

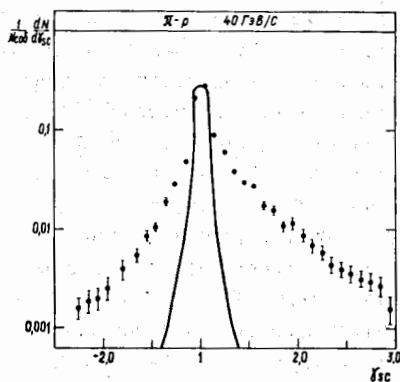


рис.1
Распределение по величине γ_{sc} π^-p взаимодействий при импульсе 40 ГэВ/с и множественности $n_{\pm} \geq 4$; сплошная кривая - расчёт по модели сферического фазового объёма.

Нейтральные частицы, принадлежащие асимметричным системам в $\bar{\pi}-p$ - взаимодействиях, но не участвующие в определении лоренц-фактора γ_{sc} , вносят некоторую погрешность в её величину. Ошибка, связанная со случайным распределением нейтральных частиц, была получена в модели сферического фазового объёма и составляет 6,8%. Вопрос о влиянии нейтральных частиц на величину асимметрии рассмотрен также в рамках мультипериферической модели множественных процессов, разработанной в ФИАНе [13]. В работе показано, что нейтральные частицы, принадлежащие асимметричным системам и не участвующие в вычислении параметра γ_{sc} , не изменяют характера распределения $dN/d\gamma_{sc}$ в области $|\gamma_{sc}| > 1,15$ и приводят к погрешности в определении его величины, равной в среднем 15%.

Из проведенного анализа был сделан вывод о том, что асимметричные системы вторичных частиц с величиной $\gamma_s < \gamma_c$ и $|\gamma_{sc}| > 1,15$ образуются в основном в процессах лидирования $\bar{\pi}^-$ и $\bar{\pi}^0$ - мезонов: $\bar{\pi}-p \rightarrow \bar{\pi}^{\pm} + X$.

Исходя из законов сохранения энергии-импульса, для асимметричных систем можно получить следующие зависимости между дифференциальными сечениями [15]:

$$\frac{d\delta}{d \operatorname{arctg} \gamma_{sc}} = 2M_X^2 \frac{d\delta}{dM_X^2}, \quad (3.2)$$

где M_X - масса асимметричной системы X . Отсюда следует, что в тех случаях, когда нельзя непосредственно измерить массу M_X , возможно провести анализ асимметричных взаимодействий, пользуясь переменной γ_{sc} .

В IV главе исследуется распределение асимметричных систем по величине γ_{sc} в процессах лидирования $\bar{\pi}^-$ и $\bar{\pi}^0$ - мезонов в рамках трехрежеонного описания, а также рассматриваются свойства заряженных и нейтральных частиц, образующих эти системы [4,5]. Для анализа отбирались две группы взаимодействий: 1) $\bar{\pi}-p$ - взаимодействия, в которых все заряженные частицы образуют асимметричную систему с величиной $\gamma_{sc} \leq -1,15$; 2) $\bar{\pi}-p$ - взаимодействия, в которых самой быстрой частицей является $\bar{\pi}^-$ - мезон и все остальные вторичные частицы также образуют асимметричную систему, имеющую лоренц-фактор $\gamma_{sc} \leq -1,15$ (с учётом лидирующего $\bar{\pi}^-$ - мезона эти события попадают в симметричную область $|\gamma_{sc}| < 1,15$). Выбранные таким образом события в большинстве случаев удовлетворяли реакциям:



в области $x \geq 0,7$ для двух условий отбора соответственно. Сечения этих процессов составляют: $1,17 \pm 0,06$ мб и $3,4 \pm 0,1$ мб. Исследование спектров χ - квантов в отобранных событиях дало возможность независимо определить сечение неупругой перезарядки $\bar{\pi}-p \rightarrow \bar{\pi}^0 + X$ при $x \geq 0,7$. Оно оказалось равным $0,93 \pm 0,15$ мб, что находится в хорошем согласии с вышеприведенной оценкой сечения этих процессов.

Анализ экспериментального распределения $d\delta/d \operatorname{arctg} \gamma_{sc}$ для двух групп взаимодействий в рамках трехрежеонного описания показал:

- а) в реакции $\bar{\pi}-p \rightarrow \bar{\pi}^0 + X$ доминирующий вклад даёт RRP - член, где R обозначает эффективную ρ - траекторию, а P - померонную траекторию;
- б) сечение реакций $\bar{\pi}-p \rightarrow \bar{\pi}^- + X$ в области $0,7 \leq x_p \leq 0,95$ в основном определяется вкладом RRP - и PPP - членов, где под R подразумевается эффективная ρ - и ρ' - траектория.

В таблице 3 представлены средние характеристики заряженных и нейтральных частиц в процессах с лидированием $\bar{\pi}^-$ и $\bar{\pi}^0$ - мезонов. Сравнение этих величин указывает на то, что основные характеристики $\bar{\pi}^0$ - мезонов в процессах неупругой перезарядки при $x \geq 0,7$ совпадают с характеристиками $\bar{\pi}^-$ - мезонов в реакциях $\bar{\pi}-p \rightarrow \bar{\pi}^- + X$ в области $0,7 \leq x_{\bar{\pi}^-} \leq 0,95$. Следует особо отметить энергетическую выделенность $\bar{\pi}^-$ - мезонов, рождающихся в реакциях (4.1), и $\bar{\pi}^0$ - мезонов, рождающихся в реакциях (4.2), по сравнению с другими частицами, образующими асимметричные системы X в этих процессах. В распределениях заряженных пионов по переменной Фейнмана x^s в системе покоя X , представленных на рис. 2, наглядно проявляется эффект лидирования $\bar{\pi}^-$ - мезонов, образующихся в системе X в процессах (4.1). В рамках реджевских представлений эти свойства вторичных частиц говорят о подобии одночастичных распределений заряженных пионов в реджеон-адронных и адрон-адронных столкновениях.

В главе V определяется вклад дваждыпомеронных процессов в двухчастичные инклюзивные реакции $\bar{\pi}^-p \rightarrow \bar{\pi}^-p + X$ при импульсе 40 ГэВ/с

ТАБЛИЦА 3

Средние характеристики	Реакция $\pi^- p \rightarrow \pi^0 + X$ $x_{\pi^0} \geq 0,7$	$\pi^- p \rightarrow \pi^- + X$ $0,7 \leq x_{\pi^-} \leq 0,95$
$\langle P_{\pi^0} \rangle$, ГэВ/с	$8,74 \pm 0,6$	$4,56 \pm 0,24$
$\langle n_{\pi^0} \rangle$	$2,50 \pm 0,14$	$1,83 \pm 0,05$
$\langle \alpha_{\pi^0} \rangle$	$0,53 \pm 0,05$	$0,20 \pm 0,01$
$\langle P_{\pi^-} \rangle$, ГэВ/с	$2,12 \pm 0,07$	$10,93 \pm 0,23$
$\langle P_{\pi^-} \rangle$ без лидирующих π^- - мезонов	-	$1,27 \pm 0,06$
$\langle n_{\pi^-} \rangle$	$1,73 \pm 0,03$	$2,10 \pm 0,02$
$\langle \alpha_{\pi^-} \rangle$	$0,090 \pm 0,003$	$0,56 \pm 0,01$
$\langle P_{\pi^+} \rangle$, ГэВ/с	$1,17 \pm 0,04$	$1,41 \pm 0,03$

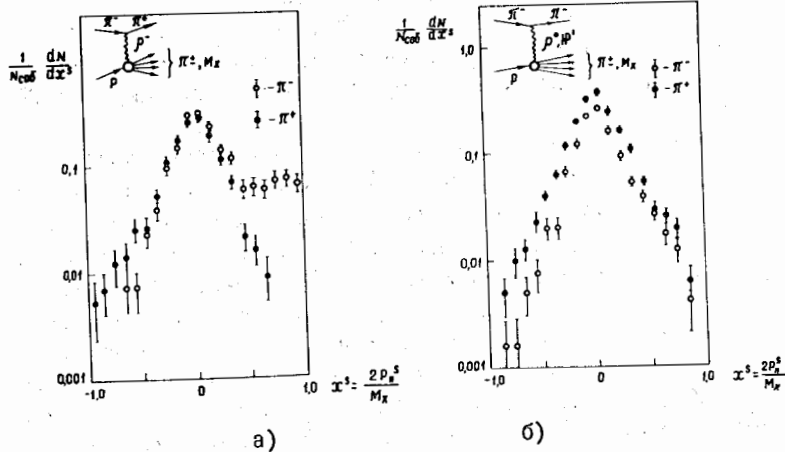


Рис. 2. распределения заряженных пионов, образующихся в системе X, по переменной x^2 в процессах:
 а) $\pi^- p \rightarrow \pi^0 + X$;
 б) $\pi^- p \rightarrow \pi^- + X$ при $0,7 \leq x_{\pi^-} \leq 0,95$.

Отбор дваждыпомеронных событий осуществлялся с помощью переменных F' и F'' , определяемых следующим образом:
 $F' \equiv \ln(S/M_{X\pi}^2)$, $F'' \equiv \ln(S/M_{Xp}^2)$, (5.1)

где $M_{X\pi}$ и M_{Xp} обозначают недостающие массы к π^- - мезону и протону соответственно. Так как померонный обмен преобладает при достаточно больших величинах $S/M_{X\pi}^2$ и $S/M_{Xp}^2 \gg 1$, отбирались те взаимодействия, для которых значения переменных F' и F'' были больше заданных:

$$F', F'' \geq \Delta, \quad (5.2)$$

где Δ принималось равным последовательно: $\Delta = 2,3 ; 2,0 ; 1,5$. События с числом заряженных лучей $N_{\pm} = 2$ отбирались только в том случае, если в них был зарегистрирован хотя бы один γ -квант. Полное число событий с множественностью $N_{\pm} = 2$, удовлетворяющих критериям отбора (5.2), определялось с учётом эффективности регистрации γ -квантов:

$$N_2 = \sum W_{\gamma} / \langle n_{\gamma} \rangle, \quad (5.3)$$

где $\sum W_{\gamma}$ - суммарный вес γ -квантов в отобранных взаимодействиях, $\langle n_{\gamma} \rangle$ - средняя множественность. Полное количество отобранных событий и соответствующие им сечения в интервале импульсов протонов $200 \leq P_{л.с.} \leq 600$ МэВ/с приведены в таблице 4.^{6/}

ТАБЛИЦА 4

Δ	N соб.	σ_{12} , мкб	σ_{12}^{pp} , мкб
1,5 ($\langle n_{\gamma} \rangle = 4$)	$42 \pm 6,5$	122 ± 19	32 ± 6
1,5 ($\langle n_{\gamma} \rangle = 2$)	$63 \pm 8,0$	184 ± 23	48 ± 8
2,0	$18 \pm 4,2$	52 ± 12	21 ± 5
2,3	$14 \pm 3,7$	41 ± 11	20 ± 6

В выделенные таким образом события могут давать вклад фоновые процессы, какими в данном случае являются однодифракционные взаимодействия и взаимодействия с обменом непомеронными траекториями. Для учёта фоновых процессов было сделано предположение о факторизуемости вкладов померонных обменов в двухчастичные инклюзивные реакции:

$$\frac{d^2 \sigma_{12}^{pp}}{dF' dF''} = \frac{1}{\sigma_{pp}^{tot}} \frac{d\sigma_1^p}{dF'} \frac{d\sigma_2^p}{dF''}. \quad (5.4)$$

Здесь $d\sigma_1^p$ и $d\sigma_2^p$ обозначают вклад взаимодействий с обменом померонной траекторией в одночастичные инклюзивные реакции

$$\pi^- p \rightarrow \pi^- + X \quad (5.5)$$

и $\pi^- p \rightarrow p + X$, (5.6)
 $\alpha_{26}^{26, PP}$ - в двухчастичные инклюзивные реакции
 $\pi^- p \rightarrow \pi^- + p + X$. Вклад взаимодействий с померонным обменом в одночастичные инклюзивные реакции (5.5) и (5.6) был получен на основе трехрежеонного анализа этих реакций. Пользуясь терминологией трехрежеонного подхода, можно сказать, что вклад померонного обмена в сечение процессов (5.5) и (5.6) определяется суммой членов $PPP + PPR$, а RRP и RRR по отношению к ним являются фоновыми процессами. Учет RRP - и RRR - членов в одночастичных инклюзивных реакциях (для реакции (5.5) $\alpha_R(t) = 0,5 + t$; для реакции (5.6) $\alpha_R(t) = 0,2 + t$) позволил получить оценку величины вклада дваждыпомеронных процессов в двухчастичные инклюзивные реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^- + p + X$ в интервале импульсов протонов $200 \leq P \text{ л.с.} \leq 600 \text{ МэВ/с}$. Эти оценки также представлены в таблице 4.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. С участием автора получен экспериментальный материал: $\sim 10000 \pi^- p$ - и $3500 \pi^- n$ - взаимодействия при импульсе 40 ГэВ/с.

2. Впервые найдены значения средней доли энергии, передаваемой вторичным частицам различного типа в $\pi^- p$ - и $\pi^- n$ - столкновениях при импульсе 40 ГэВ/с в лабораторной системе координат; величина α_{π^0} составляет $0,25 \pm 0,01$ и $0,28 \pm 0,02$ в каждом из взаимодействий соответственно. Исследование топологической зависимости парциальных коэффициентов неупругости указывает на существование при малой множественности заряженных частиц энергетически выделенных π^- - и π^0 - мезонов.

3. Развита метод анализа асимметричных взаимодействий, основанный на использовании лоренц-фактора асимметричной системы относительно с.ц.м.; даны оценки точности этого метода и указаны возможные области его применения.

4. Определены сечение лидирования π^- -мезонов в реакциях $\pi^- p \rightarrow \pi^- + X$ и сечение неупругой перезарядки $\pi^- p \rightarrow \pi^0 + X$ в области фрагментации π^- -мезонов при $x \geq 0,7$; они составляют соответственно $3,4 \pm 0,1$ мб и $1,17 \pm 0,06$ мб (исходя из анализа спектров δ - квантов сечение неупругой перезарядки $\pi^- \rightarrow \pi^0$ получилось равным $0,93 \pm 0,15$ мб). Сечение процессов $\pi^- p \rightarrow \pi^0 + X$ в области $x \geq 0,7$ получено впервые.

5. Впервые показано, что в процессах с лидированием π^- - и π^0 - мезонов образуются асимметричные системы, в которых, в свою очередь, наблюдается энергетическая выделенность частиц определенного типа. Это позволило сделать вывод о качественном подобии одночастичных распределений заряженных пионов в режеон-адронных и адрон-адронных столкновениях.

6. Анализ процессов $\pi^- p \rightarrow \pi^0 + X$ и $\pi^- p \rightarrow \pi^- + X$ в области $x \geq 0,7$ в рамках трехрежеонного описания показал:

а) в реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^0 + X$ доминирующий вклад дает RRP -член, где R обозначает эффективную ρ - траекторию;

б) сечение реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^- + X$ в области $0,7 \leq x \leq 0,95$ в основном определяется вкладом RRP - и RRR - членов, где под R подразумеваются эффективные ρ - и ρ' -траектории.

7. Получена оценка вклада дваждыпомеронных процессов в двухчастичные инклюзивные реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^- + p + X$ при $p=40$ ГэВ/с в интервале импульсов протонов $200 \leq P \text{ л.с.} \leq 600 \text{ МэВ/с}$; она составляет 20 ± 6 мкб при условии $\xi', \xi'' \geq 2,3$.

Материалы диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Н. Ангелов, К. П. Вишневан, в. Г. Гришин, Л. А. Диденко и др. Препринт ОИЯИ, I-8064, Дубна, 1974; ЯФ, т. 21, 328, 1975.
2. Н. Ангелов, В. Г. Гришин, Л. А. Диденко и др. Препринт ОИЯИ, PI-8718, Дубна, 1975, нФ, т. 23, 365, 1976.
3. Л. А. Диденко, В. С. Мурзин, Л. И. Сарычева и др. Изв. АН СССР, сер. физ., 38, 962, 1974.
4. L. A. Didenko, V. S. Murzin, L. I. Sarycheva. 14th Int. Conf. on Cosmic Rays, v. 2, p. 2241, Munchen, 1975.
5. L. A. Didenko, V. S. Murzin, L. I. Sarycheva. 15th Int. Conf. on Cosmic Rays, v. 7, p. 332, Plovdiv, 1977.
6. Л. А. Диденко, В. С. Мурзин, Л. И. Сарычева и др. ЯФ, т. 24, 1058, 1976.

Цитированные работы

7. А. У. Абдурахимов, Н. Ангелов, В. А. Беляков и др. Препринт ОИЯИ, PI-6277, Дубна (1972).

8. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, В.А.Беляков и др. Препринт ОИЯИ, PI-6326, Дубна (1972).
9. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, В.А.Беляков и др. Препринт ОИЯИ, I-6967, Дубна (1973).
10. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, К.П.Вишневская и др. ЯФ, т.17, 6, I235 (1973).
11. В.С.Мурзин, Л.И.Сарычева. Изв. АН СССР, сер.физ., 33, I454, 1969.
12. I.N.Erofeeva, L.G.Mishchenko, V.S.Murzin et al. Canadian Journal of Physics, v.46, 5681 (1968).
13. Е.И.Волков, Т.И.Канарек. Препринт ОИЯИ, I-8035, Дубна (1974).

Рукопись поступила в издательский отдел
22 июня 1978 года.