

Щ-334
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1 - 11719

ЩЕГЛОВА
Лидия Михайловна

РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ
В ПИОН-НУКЛОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ 40 ГэВ/с
И КВАРКОВАЯ МОДЕЛЬ

Специальность: 01.04.01 - экспериментальная физика
Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Дубна 1978

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединённого института ядерных исследований и в Научно-исследовательском институте ядерной физики МГУ.

Научные руководители:

доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Владимир Сергеевич
Мурзин,

доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Владимир Михайлович
Шехтер

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Игорь Михайлович
Граменицкий,

кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Алексей Борисович
Говорков

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Институт теоретической и экспериментальной физики (ИТЭФ),
Москва

Автореферат разослан "___" _____ 1978 г.

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

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ ОИЯИ.

Учёный секретарь Совета

кандидат физико-математических наук

М. Ф. Лихачёв

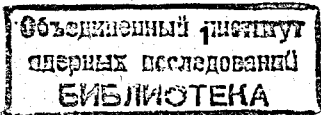
М. Ф. ЛИХАЧЁВ

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы. В настоящее время большое внимание в изучении взаимодействий частиц при высоких энергиях уделяется процессам множественного рождения. Исследование этих процессов, интенсивно ведущееся на крупнейших ускорителях мира, даёт важную информацию, необходимую для понимания природы сильных взаимодействий. Поток экспериментальных данных стимулировал создание ряда приближённых теоретических подходов, кварковых, партонных, мультипериферических и других феноменологических моделей, в рамках которых удаётся объяснить различные свойства многочастичных реакций.

Особую популярность в последние годы завоевала кварковая модель. Несомненным её успехом, в частности, явилось экспериментальное подтверждение предсказания о рождении большого числа резонансных состояний в столкновениях при высоких энергиях. Соотношения между средними множественностями частиц, асимметрия инклюзивных спектров в P_r -взаимодействиях и другие следствия модели также подтверждаются на опыте, что свидетельствует, по-видимому, о проявлении кварковой структуры адронов в многочастичных процессах. Поэтому дальнейшая экспериментальная проверка кварково-модельных представлений в сильных взаимодействиях при высоких энергиях весьма актуальна и является необходимым этапом на пути к построению будущей динамической теории.

Цель работы состояла в исследовании распределений заряженных частиц в P_r - и P_n - взаимодействиях при 40 ГэВ/с и сравнении полученных результатов с предсказаниями кварковой модели для процессов множественного рождения.



Новизна работы заключается в том, что впервые при энергии 40 ГэВ произведен анализ распределения заряда сталкивающихся частиц в областях фрагментации и центральной области, определено значение коэффициента перезарядки $p \rightarrow n$ на новом методическом уровне. Показано, что асимметрия спектров вторичных пионов и асимметрия средних множественностей между передней и задней полусферами — явления одной природы. В рамках модели кварков с учётом рождения P -волновых тяжёлых мезонных резонансов вычислены выходы различных мезонов в множественных процессах.

Научная ценность работы. Получен и проанализирован большой экспериментальный материал по Π^+p - и Π^-n -взаимодействиям.

Данные по Π^+p -взаимодействиям при $P=40$ ГэВ/с имеют важное значение для выявления закономерностей этих реакций в преасимптотической области, т.к. в интервале энергий от 25 ГэВ до 147 ГэВ других экспериментов по Π^+p -соударениям не имеется. Информация по Π^-n -столкновениям при энергиях выше 40 ГэВ/с отсутствует.

Результаты исследования распределения заряда исходных частиц, асимметрии Π^+p -взаимодействий и данные по коэффициенту перезарядки при 40 ГэВ/с согласуются с представлениями о кварковой структуре адронов. Эти результаты важны для дальнейшей разработки моделей множественного рождения.

Для анализа ряда свойств взаимодействий предложен эффективный метод определения параметров зарядовой асимметрии вместо значительно более трудоёмкого метода вычисления асимметрии спектров.

Выполненные расчёты по модели кварков показывают существенный вклад P -волновых резонансов в множественность векторных и псевдоскалярных мезонов, что является стимулом для постановки экспериментов по исследованию рождения тяжёлых мезонных резонансов при высоких энергиях.

Практическая ценность работы. Результаты, полученные в данной работе, могут быть использованы при планировании новых экспериментов по адрон-адронным взаимодействиям на ускорителях и для развития модели кварков.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались на международных конференциях в Палермо (1975), Тбилиси (1976) и на сессиях Отделения ядерной физики АН СССР в 1975-1976 г.г.

Публикация. Основное содержание работы опубликовано в 5 статьях в журнале "Ядерная физика" и в виде препринтов ОИЯИ и ЛЯЭ.

Объём диссертации. Текст состоит из введения, пяти глав и заключения. Диссертация содержит 126 страниц, включая 13 таблиц и 23 рисунка. Список литературы насчитывает 97 наименований.

Автор защищает

1. Участие в получении экспериментального материала, составившего 10 000 Π^+p - и 3500 Π^-n -взаимодействий при 40 ГэВ/с.

2. Результаты исследования распределения электрического заряда в Π^+p - и Π^-n -взаимодействиях при 40 ГэВ/с.

3. Результаты анализа асимметрии спектров вторичных пионов и асимметрии заряженных частиц между передней и задней полусферами в Π^+p -взаимодействиях при 40 ГэВ/с.

4. Результаты методического исследования систематических погрешностей в пропановой камере и определение коэффициента перезарядки $p \rightarrow n$ при 40 ГэВ/с.

5. Результаты расчёта по кварковой модели выхода мезонов с учётом рождения P -волновых тяжёлых мезонных резонансов.

Содержание диссертации

Во введении подчёркивается актуальность изучения процессов множественного рождения, излагаются основные положения модели кварков для многочастичных реакций и перечисляются наиболее важные аспекты её применения к этим процессам. Сформулирована основная цель работы: исследование распределений заряженных частиц в Π^+p - и Π^-n -взаимодействиях при 40 ГэВ/с и сравнение полученных результатов с кварковой моделью для множественного рождения. Из целого ряда предсказаний модели кварков симметричного и полудинамического характера выбраны те вопросы, которые достаточно легко могут быть проверены в данном эксперименте, учитывают его особенности и представляют определённый интерес в свете существующей на данный момент экспериментальной и теоретической ситуации.

В первой главе излагаются методические особенности процесса получения и обработки данных.

Экспериментальный материал получен с помощью двухметровой пропановой пузырьковой камеры ДТМК-500 ЛВЭ ОИЯИ, облучённой в пучке Π^- -мезонов с импульсом 40 ГэВ/с на серпуховском ускорителе. Даны основные характеристики камеры, системы фотографирования, магнитного поля и пучка.

Просмотр стереофотоснимков производился на четырёхобъективных столах БПС-1, шестиобъективных столах БПС-2 и столах САМЕТ в ЛВТА ОИЯИ. Всего было просмотрено $\approx 90\ 000$ кадров. Эффективность двойного просмотра для нахождения взаимодействий с числом лучей ≥ 3 составила 99,7%. Зарегистрированные в эффективной области события классифицировались как Π^-p^- , Π^+n^- и Π^+p^- -взаимодействия по стандартным критериям.

Отобранные и зарисованные во время просмотра события измерялись на полуавтоматах типа "ПУОС", работающих на линии с ЭВМ БЭСМ-4. Последующий подсчёт результатов измерений и формирование ленты суммарных результатов (ЛСР) производились на ОДС I604A с помощью системы программ, созданных в ЛВЭ ОИЯИ. На заключительном этапе получения ЛСР производился отбор событий, а также V^0 -частиц и χ - квантов с учётом эффективной области их регистрации и качества измерений. Средняя относительная ошибка измерения импульсов вторичных Π^\pm -мезонов составила $13,9 \pm 0,3\%$.

Окончательно на магнитную ленту суммарных результатов было записано $\approx 10\ 000$ Π^-p^- и $3\ 500$ Π^+n^- - взаимодействий. Этот экспериментальный материал был использован для получения физических результатов, вошедших в данную работу.

Во второй главе основной целью исследования является изучение вопроса, насколько далеко передаётся в центральную область заряд налетающего пиона или протона мишени и как этот заряд распределён в областях фрагментации и центральной области.

Рассматривались распределения электрического заряда в с.ц.м. по переменным $X = \frac{P_{\Pi}}{P_{\max}}$ и $Y = \frac{1}{2} \ln \frac{E + P_{\Pi}}{E - P_{\Pi}}$:

$$\frac{dQ}{d\xi} = \frac{1}{\sigma_{inel}} \left[\frac{d\sigma^+}{d\xi} - \frac{d\sigma^-}{d\xi} \right], \quad (1)$$

где $\xi = X$ или Y . Распределения $dQ/d\xi$ для Π^+n^- и Π^-p^- -взаимодействий (dQ_n/dx и dQ_p/dx) показали наличие значительной концентрации электрического заряда при малых значениях X . Аналогичный эффект был обнаружен и в распределении

$$\frac{dQ_{p-n}}{dX} = \frac{dQ_p}{dX} - \frac{dQ_n}{dX}, \quad (2)$$

представляющем собой разность одинаково нормированных распределений заряда в Π^-p^- и Π^+n^- -взаимодействиях. Величину $dQ_{p-n}/d\xi$ приближённо можно принять за распределение заряда, приносимого протоном, подобно тому как $dQ_n/d\xi$ характеризует распределение заряда, приносимого Π^- .

Так как, несмотря на своё "фрагментационное" происхождение, существенная часть электрического заряда сосредоточена в области малых значений $|X|$, были построены распределения по переменной Y . Распределение dQ_n/dy оказалось довольно широким и весьма сходным по форме со спектром всех отрицательных частиц в Π^+n^- -реакции. В связи с этим был исследован средний заряд, приходящийся на одну произвольно заряженную частицу с данным Y , т.е. отношение

$$R_n(y) = \frac{\sigma_{inel}^n \frac{dQ_n}{dy}}{\left(\frac{d\sigma^+}{dy} + \frac{d\sigma^-}{dy} \right)}. \quad (3)$$

Зависимость $R_n(y)$ показана на рис.1; простейшим образом она аппроксимируется ломаной линией:

$$R_n(y) = \begin{cases} (-0,125 \pm 0,018) & -1,5 < y < 0 \\ (-0,127 \pm 0,023) + (-0,119 \pm 0,017)y & 0 < y < 3,5 \end{cases} \quad (4)$$

Тот факт, что $R_n(y)$ можно представить в виде (4), свидетельствует о наличии двух компонент в распределении отрицательного заряда, приносимого пионом. Часть этого заряда сосредоточена в области фрагментации пиона, спадая (в расчёте на один адрон) по мере приближения к центральной области. Другая часть попадает в центральную область, где при 40 ГэВ/с распределяется между всеми адронами практически равномерно.

Для исследования распределения положительного заряда начального протона было построено распределение среднего заряда от фрагментации системы "p-n", приходящегося на один заряженный адрон при определённом значении y :

$$R_{p-n}(y) = \frac{\sigma_{inel}^p \frac{dQ_{p-n}}{dy}}{\left(\frac{d\sigma_p^+}{dy} + \frac{d\sigma_p^-}{dy} \right)}. \quad (5)$$

Распределение $R_{p-n}(y)$, показанное на рис.2, аппроксимировалось зависимостью вида:

$$R_{p-n}(y) = \begin{cases} (0,139 \pm 0,029) - (0,120 \pm 0,028)y & -2 < y < 0 \\ (0,113 \pm 0,016) & 0 < y < 2 \end{cases} \quad (6)$$

Таким образом, и заряд протона содержит компоненту, равномерно распределённую среди адронов центральной области.

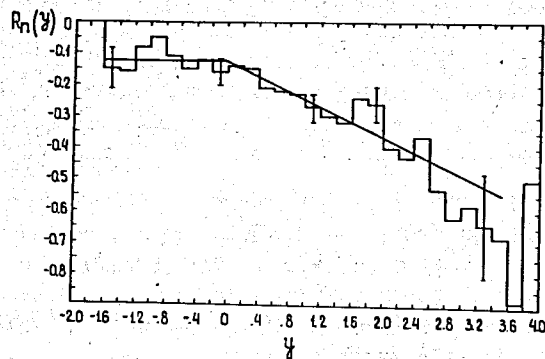


Рис.1 Распределение $R_n(Y)$. Прямые линии соответствуют аппроксимации (4).

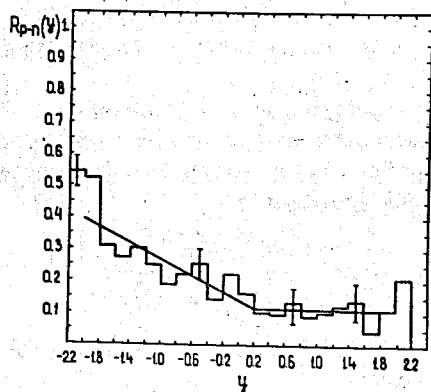


Рис.2 Распределение $R_{p-n}(Y)$. Прямые линии соответствуют аппроксимации (6).

В этой же главе рассматривается вопрос о том, какая доля заряда, приносимого Π^- -мезоном или протоном, приходится на лидирующие частицы, и какая его часть распределена между всеми остальными адронами. Совокупность распределений заряда лидирующих и нелидирующих частиц показала, что заряд, попадающий в интервал

$$\begin{aligned} & -0,1 < X < 0,2 \\ \text{или} & -1,0 < Y < 2,0, \end{aligned} \quad (7)$$

уносится, в основном, нелидирующими адронами. Условия (7) естественно считать границами центральной области при 40 ГэВ/с. Эти ограничения близки к интервалам, где $R_n(Y)$ и $R_{p-n}(Y)$ практически постоянны (рис.1 и 2). Средняя доля заряда сталкивающихся частиц на один заряженный адрон в этой области равна $\approx 0,12$, что согласуется с величиной, которую можно получить в модели кварков.

В третьей главе приведены результаты экспериментального исследования асимметрии распределений заряженных частиц.

Анализ Π^-p -взаимодействий при 40 ГэВ/с показал наличие значительной асимметрии средних множественностей заряженных частиц между передней и задней полусферами с.ц.и., которая существенно уменьшается при переходе в систему центра инерции сталкивающихся кварков (с.ц.к.). Ранее подобный эффект был обнаружен при исследовании наклона спектров вторичных пионов в Π^-p -столкновениях при 25 ГэВ/с; асимметрия спектров также практически исчезает в с.ц.к.

Для сравнения обоих эффектов была исследована зависимость асимметрии инклюзивных спектров и зарядовой асимметрии от множественности и поперечного импульса вторичных частиц. С этой целью была получена зависимость параметра R от этих переменных. Параметр R определялся как отношение абсолютных значений импульсов начального пиона и протона в такой системе отсчёта, где имеет место либо симметрия пионных спектров $d\sigma_\pi/dP_\parallel$ в интервале $-1 \leq P_\parallel \leq 1$ (R_{spectral}), либо равенство средних множественностей заряженных адронов в передней и задней полусферах (R_{F-B}).

Зависимость параметра R от n_{ch} приведена в табл.1. Как видно из табл.1, для всех множественностей значения R_{F-B} и R_{spectral} одинаковы в пределах ошибок. Таким образом, можно думать, что спектральная асимметрия и асимметрия заряда вперёд-назад - явления одной природы. Важно отметить, что значения R_{F-B} определяются с существенно лучшей точностью, чем R_{spectral} ; в

последнем случае имеется дополнительная неоднозначность, связанная с выбором интервала по P_{\perp} .

Таблица I Зависимость R_{F-B} и $R_{spectral}$ от множественности заряженных частиц.

n_{ch}	R_{F-B}	$R_{spectral}$
2	$2,61 \pm 0,45$	$2,60 \pm \begin{matrix} 2,5 \\ -1,5 \end{matrix}$
4	$1,91 \pm 0,10$	$1,98 \pm 0,35$
6	$1,51 \pm 0,05$	$1,56 \pm 0,14$
8	$1,29 \pm 0,04$	$1,32 \pm 0,13$
10	$1,04 \pm 0,04$	$1,08 \pm 0,13$
≥ 12	$0,83 \pm 0,04$	$0,79 \pm 0,15$
Все	$1,35 \pm 0,03$	$1,34 \pm 0,06$

Исследование зависимости обоих типов асимметрии от поперечного импульса вторичных заряженных частиц показало, что в каждом интервале P_{\perp} R_{F-B} и $R_{spectral}$ также совпадают, однако, в данном случае ошибки параметра R весьма велики. Рис.3 иллюстрирует поведение R_{F-B} в зависимости от P_{\perp} . Видно, что R_{F-B} растёт с увеличением P_{\perp} и для частиц с $P_{\perp} > 1$ ГэВ/с значение R_{F-B} приближается к величине $\approx 3/2$, характерной для системы центра инерции сталкивающихся кварков. Это согласуется с представлением о том, что адроны с большими P_{\perp} происходят в результате жёстких прямых соударений кварков начальных частиц.

На основании проведенного исследования по асимметрии спектров и зарядовой асимметрии вперёд-назад можно заключить, что полученные результаты обнаруживают одинаковую зависимость обоих эффектов от n_{ch} и P_{\perp} , демонстрируя тем самым их общее происхождение.

В четвёртой главе рассматривается вопрос о влиянии систематических погрешностей на значения средней множественности и коэффициента перезарядки в пропановой пузырьковой камере.

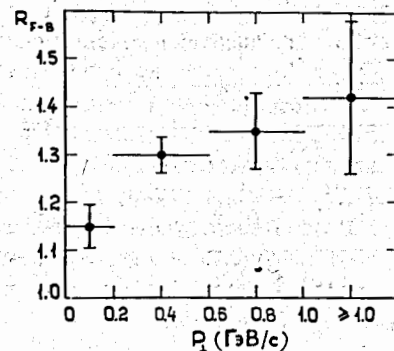


Рис. 3' R_{F-B} в зависимости от поперечного импульса вторичных заряженных частиц.

При исследовании $\pi\pi$ - и πp - взаимодействий в нашем эксперименте необходимо иметь в виду, что результаты измерений в пропановой камере содержат не только статистические, но и систематические ошибки. Во-первых, в пропановой камере протоны хорошо идентифицируются лишь в случае, если их импульс (P_{lab}) находится в интервале (150+700 МэВ/с). Если лабораторный импульс вторичного протона очень мал (≤ 150 МэВ/с), то он вообще не регистрируется, и πp -событие неправильно идентифицируется как $\pi\pi$. Во-вторых, необходимо учитывать, что среди пион-нуклонных и квазинуклонных столкновений имеется примесь и чисто ядерных столкновений, когда пион взаимодействует сразу с двумя или большим числом нуклонов. В части таких событий медленные протоны не видны, либо регистрируется только один протон. В результате события этого типа неправильно идентифицируются как $\pi\pi$ - или πp -взаимодействия. С учётом указанных выше эффектов были получены соотношения между коэффициентом перезарядки α , множественностью заряженных частиц и другими экспериментальными величинами. При выводе этих соотношений обмен зарядом между π^- и p при 40 ГэВ/с полагался пренебрежимо малым, фрагментация π и p считалась зарядово симметричной, и предполагалось также, что отношение числа быстрых и медленных протонов в $\pi\pi$ - и πp -взаимодействиях (за вычетом

последнем случае имеется дополнительная неоднозначность, связанная с выбором интервала по P_{\perp} .

Таблица I Зависимость R_{F-B} и $R_{spectral}$ от множественности заряженных частиц.

N_{ch}	R_{F-B}	$R_{spectral}$
2	$2,61 \pm 0,45$	$2,60 \pm \frac{2,5}{1,5}$
4	$1,91 \pm 0,10$	$1,98 \pm 0,35$
6	$1,51 \pm 0,05$	$1,56 \pm 0,14$
8	$1,29 \pm 0,04$	$1,32 \pm 0,13$
10	$1,04 \pm 0,04$	$1,08 \pm 0,13$
≥ 12	$0,83 \pm 0,04$	$0,79 \pm 0,15$
Все	$1,35 \pm 0,03$	$1,34 \pm 0,06$

Исследование зависимости обоих типов асимметрии от поперечного импульса вторичных заряженных частиц показало, что в каждом интервале P_{\perp} R_{F-B} и $R_{spectral}$ также совпадают, однако, в данном случае ошибки параметра R весьма велики. Рис.3 иллюстрирует поведение R_{F-B} в зависимости от P_{\perp} . Видно, что R_{F-B} растёт с увеличением P_{\perp} и для частиц с $P_{\perp} > 1$ ГэВ/с значение R_{F-B} приближается к величине $\approx 3/2$, характерной для системы центра инерции сталкивающихся кварков. Это согласуется с представлением о том, что адроны с большими P_{\perp} происходят в результате жёстких прямых соударений кварков начальных частиц.

На основании проведенного исследования по асимметрии спектров и зарядовой асимметрии вперёд-назад можно заключить, что полученные результаты обнаруживают одинаковую зависимость обоих эффектов от N_{ch} и P_{\perp} , демонстрируя тем самым их общее происхождение.

В четвёртой главе рассматривается вопрос о влиянии систематических погрешностей на значения средней множественности и коэффициента перезарядки в пропановой пузырьковой камере.

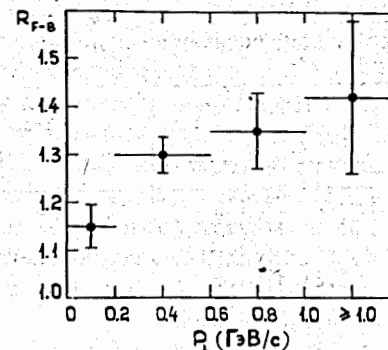


Рис. 3 R_{F-B} в зависимости от поперечного импульса вторичных заряженных частиц.

При исследовании Π^+p - и Π^-p - взаимодействий в нашем эксперименте необходимо иметь в виду, что результаты измерений в пропановой камере содержат не только статистические, но и систематические ошибки. Во-первых, в пропановой камере протоны хорошо идентифицируются лишь в случае, если их импульс (P_{lab}) находится в интервале (150+700 МэВ/с). Если лабораторный импульс вторичного протона очень мал (≤ 150 МэВ/с), то он вообще не регистрируется, и Π^-p -событие неправильно идентифицируется как Π^+p . Во-вторых, необходимо учитывать, что среди пион-нуклонных и квазинуклонных столкновений имеется примесь и чисто ядерных столкновений, когда пион взаимодействует сразу с двумя или большим числом нуклонов. В части таких событий медленные протоны не видны, либо регистрируется только один протон. В результате события этого типа неправильно идентифицируются как Π^+p - или Π^-p -взаимодействия. С учётом указанных выше эффектов были получены соотношения между коэффициентом перезарядки α , множественностью заряженных частиц и другими экспериментальными величинами. При выводе этих соотношений обмен зарядом между Π^- и p при 40 ГэВ/с полагался пренебрежимо малым, фрагментация p и π считалась зарядово симметричной, и предполагалось также, что отношение числа быстрых и медленных протонов в Π^+p - и Π^-p -взаимодействиях (за вычетом

дифракционных протонов) одинаково. Подстановка данных эксперимента при 40 ГэВ/с в найденные соотношения позволила оценить влияние систематических погрешностей в камере. Полученные результаты показали, что учёт "перекачки" событий с очень медленными (невидимыми) протонами из $\bar{P}p$ в $\bar{P}n$ особенно существен для правильного определения величины коэффициента перезарядки α . Эти результаты приведены в табл.2, где X-число событий $\bar{P}p$ с невидимым протоном, неправильно идентифицируемых как $\bar{P}n$, а N_n - полное число зарегистрированных $\bar{P}n$ -событий. Согласно табл.2, минимальному значению $X_{\min} = 150$, соответствующему нулевому вкладу ядерных взаимодействий, отвечает минимальная величина коэффициента перезарядки

$$\alpha_{\min} = 0,30 \pm 0,03. \quad (8)$$

Импульсный спектр медленных протонов в $\bar{P}p$ -столкновениях при 40 ГэВ/с был использован для оценки максимальной "перекачки" из $\bar{P}p$ в $\bar{P}n$, которая оказалась равной $X_{\max} = 350$, чему отвечает

$$\alpha_{\max} = 0,38 \pm 0,03. \quad (9)$$

Таким образом, истинное значение коэффициента перезарядки ограничено довольно жесткими оценками (8) и (9). Среднему между $X_{\min} = 150$ и $X_{\max} = 350$ значению $X = 250$ отвечает коэффициент перезарядки

$$\alpha = 0,34 \pm 0,03. \quad (10)$$

Эта величина указана в 5-м столбце табл.2. Её разумно рассматривать как исправленное значение коэффициента перезарядки для нашего эксперимента. Полученное значение α согласуется с данными p-p экспериментов при разных энергиях. Расчёт множественности нейтронов от фрагментации протона в рамках модели кварков даёт довольно близкое значение α , приблизительно равное 0,33.

Проведенный анализ систематических погрешностей в камере показал, что $\approx 3\%$ вторичных протонов в $\bar{P}p$ -столкновениях имеют малые лабораторные импульсы и потому не детектируются. По отношению к числу медленных протонов ($P_{\text{лаб.}} < 700+800$ МэВ/с) потери составляют $\sim 10\%$.

В пятой главе рассматривается рождение тяжёлых мезонных резонансов в модели кварков. Из экспериментальных данных по отношению f/ρ^0 и $K^*(1420)/K^*(890)$ делается вывод, что P-волновые мезонные состояния составляют не менее $\sim 25\%$ от всех мезонов, непосредственно образуемых в многочастичных реакциях. Для оценки

Таблица 2

Множественность ограниченных частиц и коэффициент перезарядки при 40 ГэВ/с

	По результатам двукратного просмотра	По результатам просмотра и измерений	Результаты этой работы	
			$X=150 (\chi/N_n = 0,042)$	$X=250 (\chi/N_n = 0,071)$
$\langle n \rangle_{\bar{P}p}$	$2,81 \pm 0,02$	$2,81 \pm 0,02$	$2,79 \pm 0,015$	$2,76 \pm 0,015$
$\langle n \rangle_{\bar{P}n}$	$3,11 \pm 0,03$	$3,04 \pm 0,03$	$3,09 \pm 0,02$	$3,10 \pm 0,03$
$\alpha(n \rightarrow p\bar{p}) = \langle n \rangle_{\bar{P}n} - \langle n \rangle_{\bar{P}p}$	$0,30 \pm 0,04$	$0,23 \pm 0,04$	$0,30 \pm 0,03$	$0,34 \pm 0,03$
				$2,73 \pm 0,015$
				$3,12 \pm 0,03$
				$0,38 \pm 0,03$

отношения P - и S -волн наряду с данными других экспериментов было использовано отношение $f/\rho^0 = 0,18 \pm 0,11$, полученное в Pp -взаимодействиях при 40 ГэВ/с. Приводятся предсказания кварковой модели для рождения тензорных, аксиально-векторных, векторных и псевдоскалярных мезонов. Проведенные расчёты показали, что распады P -волновых резонансов дают существенный вклад в множественность векторных и особенно псевдоскалярных мезонов. Согласно расчётам, такие распады отвечают за 25-30% всех ρ и ω и за ~15% $K^{*+}(890)$. В случае псевдоскалярных частиц распады P -волновых состояний дают, в среднем, ~40% пионов, ~30% каонов и даже ~75% η -мезонов. Учёт присутствия P -волновых состояний и продуктов их распада при расчётах по модели кварков существенно улучшает согласие с экспериментом, особенно в случае η -мезона. Оценки, основанные на результатах расчёта, согласуются с данными эксперимента по рождению ρ^0 , ω , f , P^0 и K^0 -мезонов в Pp -столкновениях при 40 ГэВ/с (табл.3).

Таблица 3

Значения множественности мезонов и инклюзивных сечений в Pp -взаимодействиях при 40 ГэВ/с

Частица	Множественность		Инклюзивное сечение (мб)	
	Расчёт	Эксперимент	Расчёт	Эксперимент
ρ^0	0,45	$0,63 \pm 0,07$	9,6	$13,3 \pm 1,4$
ω	0,50	$0,48 \pm 0,05$	10,7	$10,0 \pm 1,1$
f	0,073	$0,11 \pm 0,07$	1,6	$2,4 \pm 1,5$
A_2^-	0,10	-	2,1	-
A_2^+	0,05	-	1,0	-
$K^{*+}(890)$	0,095	$0,066 \pm 0,038$	2,0	$1,4 \pm 0,8$
$K^{*-}(890)$	0,13	-	2,8	-
$K^{*+}(1420)$	0,017	-	0,35	-
$K^{*-}(1420)$	0,025	-	0,53	-
η	0,025	-	0,54	-
η	0,17	-	3,6	-
P^0	2,26	$2,52 \pm 0,03$	47,8	$53,4 \pm 0,6$
$K^0 + \bar{K}^0$	0,40	$0,24 \pm 0,03$	8,4	$5,5 \pm 0,9$

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы:

I. При непосредственном участии автора получен экспериментальный материал по Pp (~10 тыс.) и по Pn (~3,5 тыс.)

взаимодействиям. На основе данного экспериментального материала изучены распределения заряженных частиц в этих взаимодействиях и проведено сравнение полученных результатов с предсказаниями модели кварков для множественного рождения.

2. Установлено, что в распределении отрицательного заряда, приносимого P , и положительного заряда протона содержится две компоненты, одна из которых сосредоточена в области фрагментации, а другая почти равномерно распределена среди адронов центральной области. Средний отрицательный заряд от начального P или положительный заряд от протона мишени на один заряженный адрон в центральной области равен $\approx 0,12$.

3. Показано, что заряд начальных частиц, попадающих в интервал $-0,1 < X < 0,2$ или $-1,0 < Y < 2,0$, уносится, в основном, нейтральными частицами. В том же интервале значений Y средний заряд от исходных частиц на один заряженный адрон остаётся постоянным. Поэтому $Y = -1,0$ и $Y = 2,0$ можно принять в качестве границ центральной области при 40 ГэВ/с.

4. Обнаружено, что асимметрия спектров вторичных заряженных пионов $d\sigma_{\pi}/dP_{\parallel}^*$ и асимметрия между средними множественностями заряженных частиц в передней и задней полусферах имеют практически одинаковую зависимость от N_{ch} . По мере увеличения поперечного импульса отношение $R = P_p/P_{\pi}$, характеризующее систему, где асимметрия заряженных частиц вперёд-назад отсутствует, приближается к величине $R = 3/2$, что соответствует системе центра инерции сталкивающихся кварков.

5. Определено значение коэффициента перезарядки $p \rightarrow n$ с учётом "перекачки" событий с очень медленными протонами из Pp в Pn . Полученная величина этого коэффициента $\alpha = 0,34 \pm 0,03$ согласуется с данными pp -экспериментов при разных энергиях и предсказаниями модели кварков.

6. В рамках модели кварков с учётом рождения P -волновых тяжёлых мезонных резонансов произведён расчёт выходов тензорных, аксиально векторных, векторных и псевдоскалярных мезонов для многочастичных процессов. Показано, что присутствие продуктов распада P -волновых состояний существенно улучшает согласие рассчитанных по модели отношений множественности векторных и псевдоскалярных мезонов с экспериментом.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Е.Н.Кладницкая, Н.Н.Мельникова, А.Михул, В.М.Шехтер, Л.М.Щеглова. Препринт ОИАИ, ДІ-8859, Дубна, 1975; ЯФ, 23, 809, 1976.
2. В.Г.Гришин, Е.Н.Кладницкая, ..., Л.М.Щеглова. Препринт ОИАИ, РІ-9208, Дубна, 1975; ЯФ, 24, 595, 1976.
3. С.Бацкович, В.С.Мурзин, В.М.Шехтер, Л.М.Щеглова. Препринт ОИАИ, РІ-11008, Дубна, 1977; ЯФ, 27, 1225, 1978.
4. Н.Ангелов, К.П.Вишневская, ..., Л.М.Щеглова. Препринт ОИАИ, І-9536, Дубна, 1976; ЯФ, 25, 117, 1977.
5. В.М.Шехтер, Л.М.Щеглова. Препринт ЛИЯФ, № 381, 1977; ЯФ, 27, 1070, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 июня 1978 года.