

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

К - 324

1-82-33

КВАТАДЗЕ
Рамази Александрович

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
МНОГОПИОННЫХ СИСТЕМ И РЕЗОНАНСОВ
В ПИОН-НУКЛОННЫХ И ПИОН-УГЛЕРОДНЫХ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ $P = 40$ ГэВ/с**

Специальность: 01.04.01 - экспериментальная физика

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук**

Дубна 1982

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований

Научные руководители:

доктор физико-математических наук
профессор

Валентин Григорьевич
ГРИШИН,

доктор физико-математических наук
профессор

Михаил Исаакович
ПОДГОРЕЦКИЙ.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук
младший научный сотрудник

Владимир Алексеевич
НИКИТИН,

доктор физико-математических наук
профессор

Феликс Григорьевич
ТКВЕУЧАВА.

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Ленинградский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова.

Защита диссертации состоится " " _____ 1982 г. 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.

Автореферат разослан " " _____ 1982 г.

Ученый секретарь Специализированного
Совета

Ученый секретарь

ЛИХАЧЕВ М.Ф.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Исследование процессов множественной генерации частиц в соударениях адронов с нуклонами и ядрами при высоких энергиях дает важную информацию, необходимую для выяснения природы и динамики сильных взаимодействий.

В результате экспериментального изучения процессов множественного рождения в адронных соударениях показано, что большую долю наблюдаемых в конечном состоянии частиц составляют продукты распада резонансов. Поэтому характеристики резонансов лучше отражают динамику взаимодействия, чем частицы, на которые они распадаются. Исследование образования резонансов в адрон-ядерных соударениях позволяет получить сведения о характере взаимодействия кварков с ядерным веществом.

Изучение свойств многопиконных систем ($m\pi$), образованных в адронных взаимодействиях, интересно по нескольким причинам. Например, важно знать, какие характеристики ($m\pi$)-систем обусловлены рождением резонансов, а какие - отражают более общие закономерности процесса множественной генерации частиц. Исследование характеристик резонансов и многопиконных систем необходимо для проверки различных теоретических моделей сильных взаимодействий.

Цель работы:

- исследование образования многопиконных систем и мезонных резонансов в пион-нуклонных и пион-углеродных взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с;

- изучение механизма рождения лидирующих пионов в π^+p - и π^-p -соударениях при 16 и 40 ГэВ/с соответственно;

- сравнение экспериментальных результатов с предсказаниями теоретических моделей.

Новизна работы заключается в том, что впервые в адронных соударениях наблюдаются интерференционные корреляции трех тождественных пионов, которые невозможно объяснить только вкладом двухчастичных корреляций. Получены первые экспериментальные данные по инклюзивному рождению мезонных резонансов в пион-нейтронных и пион-углеродных взаимодействиях при высоких энергиях. Установлено, что в пион-нуклонных соударениях значительную долю лидирующих пионов составляют продукты распада ρ^0 , f_0 и ω -резонансов, образованных во фрагментационной области налетающей частицы.

Научная и практическая ценность работы. Полученные в диссертации результаты представляют значительный по объему и содержанию экспериментальный материал о закономерностях процессов множественного рождения частиц в π^+p -, π^-n - и $\pi^-^{22}C$ -соударениях при высоких

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

энергиях. Подтвержден ряд предсказаний кварковой модели. Результаты работы важны для дальнейшей разработки моделей множественной генерации частиц.

Предлагаемые методы исследования процессов множественного рождения частиц могут быть использованы для анализа аналогичных экспериментальных данных при более высоких энергиях и в реакциях с другими начальными частицами.

Данные диссертации могут найти применение при планировании новых экспериментов по взаимодействиям адронов с нуклонами и ядрами.

Апробация работ. Основные результаты работы докладывались на международных конференциях по физике высоких энергий в Токио (1978), Лиссабоне (1981), на сессиях Отделения ядерной физики АН СССР в 1979-1981 г.г., на семинарах ЛВЭ ОИЯИ, ИФВЭ ТГУ и совещаниях Международного сотрудничества по исследованиям множественных процессов на двухметровой пропановой камере ЛВЭ ОИЯИ.

Публикации. Основное содержание диссертации опубликовано в восьми статьях в журнале "Ядерная физика" и в виде препринтов ОИЯИ.

Объем диссертации. Работа состоит из введения, четырех глав и заключения. Текст содержит III страниц, включая 19 таблиц и 36 рисунков. Список литературы насчитывает 101 наименование.

Автор защищает следующие результаты:

1. Данные исследования $17000 \pi^+ p$, $6000 \pi^- n$ и $15000 \pi^-^{12}C$ -взаимодействий при импульсе 40 ГэВ/с, полученные с помощью единой методики при участии автора.

2. Результаты анализа свойств многопиконных систем, образованных в пион-нуклонных взаимодействиях при $P = 40$ ГэВ/с.

3. Результаты по исследованиям характеристик мезонных резонансов (ρ^0, ω, f), рожденных в $\pi^- N$ - и $\pi^-^{12}C$ -соударениях при $P = 40$ ГэВ/с.

4. Данные, полученные при изучении механизма образования лидирующих пионов в $\pi^+ p$ - и $\pi^- p$ - взаимодействиях при 16 и 40 ГэВ/с.

5. Выводы, сделанные при сравнении полученных экспериментальных данных с теоретическими моделями.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении отмечается актуальность исследования характеристик резонансов и многопиконных систем, образованных в адрон-нуклонных и адрон-ядерных взаимодействиях при высоких энергиях. Сформулирована основная цель диссертации.

В первой главе рассматриваются методические особенности процесса получения и обработки экспериментальных данных.

Экспериментальный материал получен с помощью двухметровой пропановой пузырьковой камеры ДТПК-500 ЛВЭ ОИЯИ. Приводятся основные характеристики камеры и системы фотографирования. Среднее значение напряженности магнитного поля в рабочем объеме ДТПК-500 составляет $H \approx 15$ кГо. Камера экспонировалась в пучке π^- -мезонов с импульсом $P = (40,00 \pm 0,24)$ ГэВ/с на серпуховском ускорителе.

Просмотр стереофотоснимков проводился на просмотрных столах БПС-1, БПС-2 и САМЕТ. Всего было просмотрено около 100 тыс. кадров. Эффективность двойного просмотра для нахождения взаимодействий с числом вторичных заряженных частиц $n_{\pm} \geq 3$ составляет 99,7%, а для V^0 -частиц и δ -квантов эффективность равна 99%. Зарегистрированные события идентифицировались по стандартным для пропановых камер критериям как $\pi^+ p$, $\pi^- n$ и $\pi^- C$ -взаимодействия.

Отобранные при просмотре события измерялись на полуавтоматах типа ПУОС, работающих на линии с ЭВМ БЭСМ-4. Последующий обсчет результатов измерений и формирование ленты суммарных результатов (ΣST) производились на ЭВМ СДС-1604А. На заключительном этапе получения ΣST проводился отбор событий, а также V^0 -частиц и δ -квантов с учетом эффективной области их регистрации и качества измерений. В результате точность определения параметров вторичных пионов оказалась равной:

$$\begin{aligned} \frac{\langle \Delta p \rangle}{\langle p \rangle} &= 0,1076 \pm 0,0005, \\ \langle \Delta t_{\delta} \rangle &= 0,00557 \pm 0,00003, \\ \langle \Delta \beta \rangle &= 0,00338 \pm 0,00002 \text{ рад.} \end{aligned}$$

где P - импульс частицы; δ - глубинный угол, а β - азимутальный угол.

Описан метод получения функции разрешения установки по эффективной массе для системы вторичных частиц. Функция разрешения линейно зависит от эффективной массы для $(\delta\delta)$ -, (2π) - и (3π) -систем.

Рассмотрены вопросы, связанные с выделением тормозных δ -квантов, упругих и когерентных событий. Показано, что неупругие взаимодействия π^- -мезонов с ядрами углерода ($\pi^-^{12}C$) состоят из 49,3% $\pi^- C$ -, 26,4% $\pi^- p$ - и 24,3% $\pi^- n$ -событий.

Суммарная статистика составляет 17000 $\pi^+ p$ -, 6000 $\pi^- n$ - и 15000 $\pi^-^{12}C$ - взаимодействий при импульсе 40 ГэВ/с. Этот экспери-

ментальный материал анализировался для получения физических результатов, вошедших в данную работу. В четвертой главе диссертации были также использованы экспериментальные данные по 500 тыс. π^+p -соударений при $P = 16$ ГэВ/с, полученные на двухметровой водородной камере ЦЕРНа.

Вторая глава посвящена изучению свойств многопионных систем, образованных в пион-нуклонных взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с. Исследовались инклюзивные реакции следующих типов:

$$\pi^- p \rightarrow m\pi + X, \quad (1)$$

$$\pi^- n \rightarrow m\pi + X, \quad (2)$$

где m - число пионов ($m = 2, 3, 4$). Анализировались распределения многопионных систем по эффективной массе, поперечному импульсу и продольной быстрой. Оказалось, что характеристики $(m\pi)$ -систем в основном определяются эффективной массой и числом пионов в системе и практически не зависят от ее заряда и типа мишени (p, n).

Поперечный импульс многопионных систем растет с увеличением их эффективной массы. На рис. 1 представлена зависимость поперечного импульса от эффективной массы для (2π) -, (3π) - и (4π) -систем с любым зарядом, образованных в π^+p -взаимодействиях при $P = 40$ ГэВ/с. Отметим, что примерно такая же зависимость поперечного импульса от масс наблюдается для частиц $(\pi^\pm, K^0, \rho^0, \Sigma^0)$ и μ^\pm -пар, образованных в соударениях адронов.

Исследовалась зависимость инвариантного дифференциального сечения образования пионов, двух- и трехпионных систем от поперечной

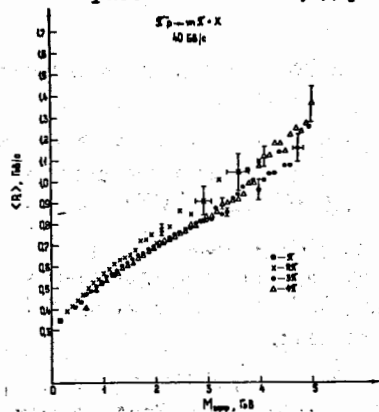


Рис. 1.

Зависимость среднего поперечного импульса от эффективной массы для $(m\pi)$ -систем.

энергии. Для центральной области эта зависимость удовлетворительно описывается простой экспоненциальной формулой

$$\frac{1}{\pi E^2} \frac{d\sigma}{dE_1^2} = A e^{-(E_1 - M)/T}, \quad (3)$$

в которой значение параметра T слабо зависит от числа частиц и эффективной массы системы ($T \approx 130$ МэВ).

Показано, что такая универсальная форма зависимости инвариантного дифференциального сечения образования $(m\pi)$ -систем от поперечной энергии обусловлена главным образом характером одночастичных инклюзивных спектров пионов.

Таким образом, хотя во множественных процессах происходит обильное рождение резонансов, они мало влияют на свойства многопионных систем. Характеристики $(m\pi)$ -систем определяются в основном случайными комбинациями пионов, что связано с большим числом пионов, образованных в этих процессах.

Изучались эффекты интерференции, связанные с проявлением бозесимметрии, для двухпионных систем в зависимости от их эффективной массы. В этом случае эффект интерференции должен проявляться как превышение экспериментального распределения над фоновым (без учета интерференции) при малых значениях эффективной массы. В качестве фоновых кривых использовались распределения по эффективной массе заряженных пионов из разных событий с учетом их топологии. Далее фоновые спектры нормировались на экспериментальные, начиная с некоторого значения эффективной массы ($M_{\text{н.}}$), и строились величины отношений $R(M) = \frac{N_{\text{эксп.}}(M)}{N_{\text{фон.}}(M)}$.

На рис. 2 показано распределение $R(M)$ для $(\pi^+\pi^-)$ -систем, образованных в π^-p -взаимодействиях при $P = 40$ ГэВ/с. При $M \leq 0,4$ ГэВ

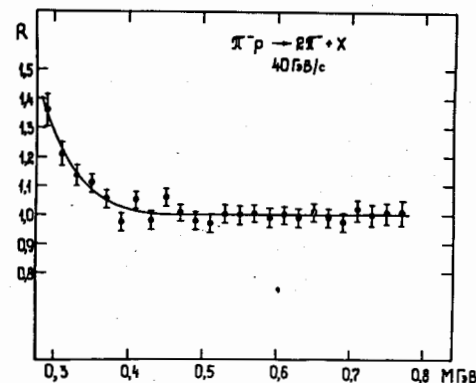


Рис. 2.

Распределение $R(M)$ для $(\pi^+\pi^-)$ -систем. Кривая - результат аппроксимации.

значения $R(M) > 1$, т.е. наблюдается превышение экспериментального распределения над фоновым. Распределения $R(M)$ аппроксимировались следующим выражением:

$$R(M) = \mathcal{A}_1 (1 + \mathcal{A}_2 e^{-B(M^2 - 4M_{\pi}^2)}) \quad (4)$$

где \mathcal{A}_1 - нормировочный коэффициент, \mathcal{A}_2 - определяет вклад интерференционного члена, а B - параметр наклона, зависящий от пространственно-временных характеристик области излучения пионов.

В таблице I представлены значения параметров аппроксимации для $(\pi^-\pi^-\pi^-)$ - и $(\pi^+\pi^+\pi^-)$ -систем. Величины \mathcal{A}_2 и B для $(\pi^-\pi^-\pi^-)$ -систем больше, чем для $(\pi^+\pi^+\pi^-)$, что указывает на разные механизмы образования π^- и π^+ -мезонов. Отметим, что для $(\pi^+\pi^-)$ -систем подобных корреляций не наблюдается.

Таблица I. Значения параметров аппроксимации экспериментальных данных по формуле (4) при $M_{\pi} = 2M_{\pi}$

Тип системы	\mathcal{A}_1	\mathcal{A}_2	$B, (\text{GeV})^2$	$\chi^2/\text{с.д.}$
$\pi^-\pi^-\pi^-$	$0,974 \pm 0,006$	$0,45 \pm 0,06$	$1,4 \pm 0,2$	$30,6/27$
$\pi^+\pi^+\pi^-$	$0,977 \pm 0,008$	$0,20 \pm 0,04$	$0,8 \pm 0,2$	$30,2/27$

Исследовались также эффекты интерференции в трехпионных системах путем анализа спектров эффективных масс. Фоновые распределения строились двумя способами. В первом случае все π^- -мезоны брались из разных событий, а во втором - использовались два π^- -мезона из одного события и к ним добавлялся третий из другого, чтобы учесть двухчастичные корреляции. На рис. 3 представлены величины отношений $R(M)$ для $(\pi^-\pi^-\pi^-)$ -систем при использовании двух разных фо-

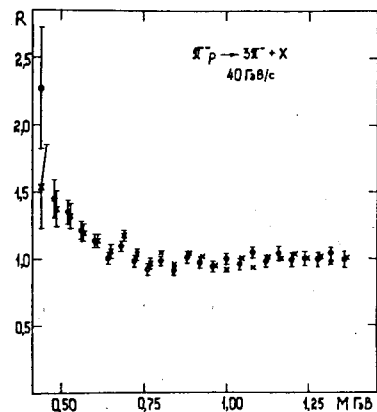


Рис. 3. Величины отношений $R(M)$ для $(\pi^-\pi^-\pi^-)$ -систем при разных фоновых распределениях (\bullet - без учета и \times - с учетом двухчастичной интерференции).

новых распределений. Видно, что при $M \leq 0,6$ ГэВ значения $R(M) > 1$ в обоих случаях, т.е. эффект интерференции в трехпионных системах невозможно объяснить только вкладом двухчастичных корреляций. Аналогичный результат получается для $(\pi^+\pi^+\pi^-)$ -систем. В $(\pi^+\pi^-\pi^-)$ -системах наблюдаемые корреляции полностью объясняются двухчастичной $(\pi^-\pi^-)$ -интерференцией.

Следует отметить, что при выбранной процедуре построения фоновых распределений возможно нарушение законов сохранения энергии-импульса или других динамических корреляций, не связанных с интерференцией пионов. Для выяснения роли подобных нарушений строились величины отношения $R(M)$ для искусственных событий, полученных методом Монте-Карло по мультипериферической модели. Оказалось, что для двух- и трехпионных систем в исследуемом интервале эффективных масс роль указанных выше факторов незначительна.

Таким образом, при анализе спектров эффективных масс двух- и трехпионных систем тождественных пионов, образованных в π^-p -взаимодействиях при $P = 40$ ГэВ/с, наблюдаются интерференционные корреляции. При этом эффект для $(3\pi^-)$ -систем невозможно объяснить с помощью двухчастичных корреляций.

В третьей главе приведены результаты исследования образования мезонных резонансов в пион-нуклонных и пион-углеродных взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с.

Изучалось инклюзивное рождение мезонных резонансов в π^-p - и π^-n -соударениях. Для этой цели анализировались спектры эффективных масс $(\pi^+\pi^-)$ -систем. В этих спектрах, кроме сигналов от ρ^0 и f_0 -мезонов, следует учитывать также возможность отражения распадов ω -мезона ($\omega \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$). Поэтому экспериментальные распределения по эффективной массе $M(\pi^+\pi^-)$ аппроксимировались в следующем виде:

$$\frac{dN}{dM(\pi^+\pi^-)} = \Phi(M) [1 + d_1 BW_{\rho^0}(M) + d_2 BW_{f_0}(M) + d_3 F_{\omega}(M)], \quad (5)$$

где коэффициенты d_i определяют сечения рождения резонансов (ρ^0 , f_0, ω), $BW(M)$ - релятивистские функции Брейта-Витнера, $F_{\omega}(M)$ - функция отражения ω -мезона и $\Phi(M)$ - фоновое распределение. Массы и ширины резонансов были зафиксированы в соответствии с их табличными значениями с учетом экспериментального разрешения. В качестве фона $\Phi(M)$ использовались распределения эффективных масс одиночно заряженных пионов и аналитическая кривая. Сечения образования резонансов, полученные с разными фоновыми распределениями, в пределах ошибок совпадают. Подробно проанализирована методика выделения резонансов при высоких энергиях. Получена оценка сечений образования ω -мез-

зона в π^+p - взаимодействиях на основе анализа спектров $M(\pi^+\pi^-\pi^+)$. Сечение рождения ω -мезона оказалось равным (6 ± 2) мб, что не противоречит результатам, полученным из спектров $M(\pi^+\pi^-)$.

В таблице 2 представлены инклюзивные сечения и средние множественности ρ^0 , ω - и f -мезонов, образованных в π^+p - и π^+n -соударениях при $P = 40$ ГэВ/с. Там же даны величины отношения средних множественностей резонансов и π^+ -мезонов $n(R)/n(\pi^+)$. Из этих данных следует, что сечения рождения ρ^0 и ω -мезонов примерно одинаковы, что согласуется с предсказанием аддитивной кварковой модели.

Таблица 2. Сечения и средние множественности резонансов (ρ^0 , ω , f) в π^+p - и π^+n - взаимодействиях при $P = 40$ ГэВ/с

Взаимодействие	Резонанс	n	$\sigma, \text{ мб}$	$\frac{n(R)}{n(\pi^+)}$
π^+p	ρ^0	$0,43 \pm 0,04$	$7,9 \pm 0,7$	$0,14 \pm 0,01$
	ω	$0,40 \pm 0,04$	$7,2 \pm 0,8$	$0,13 \pm 0,01$
	f	$0,07 \pm 0,03$	$1,3 \pm 0,5$	$0,02 \pm 0,01$
π^+n	ρ^0	$0,40 \pm 0,06$	$7,1 \pm 1,0$	$0,12 \pm 0,02$
	ω	$0,36 \pm 0,07$	$6,5 \pm 1,2$	$0,11 \pm 0,02$
	f	$0,07 \pm 0,03$	$1,2 \pm 0,5$	$0,02 \pm 0,01$

Образование ρ^0 , ω - и f -мезонов слабо зависит от типа мишени (протон или нейтрон). Аналогичный результат получается при анализе дифференциальных сечений рождения ρ^0 -мезонов по квадрату поперечного импульса, продольной скорости и переменной Фейнмана (x). Примерно 25% π^+ -мезонов в π^+N - взаимодействиях при $P = 40$ ГэВ/с образуется от распадов ρ^0 , ω - и f -резонансов. В работе показано, что средние числа ρ^0 и ω -мезонов растут с увеличением множественности вторичных заряженных частиц.

Распределения ρ^0 -мезонов по продольной скорости показывают, что в области фрагментации нуклона сечения образования ρ^0 -мезонов малы ($\sigma_p^{\rho^0} \approx \sigma_n^{\rho^0} \approx 0,6$ мб). Основной вклад в сечения дают центральная область и область фрагментации π^+ -мезона. При этом отношение сечений для этих областей $\sigma_{\pi^+}^{\rho^0} / \sigma_{\pi^+}^{\pi^+} \approx 2$.

Проведено сравнение полученных данных с предсказаниями аддитивной кварковой модели при учете рождения тяжелых мезонных резонансов. Показано, что модель в основном описывает экспериментальные данные. Проанализированы данные по рождению ρ^0 и f -мезонов, имеющиеся к настоящему времени в π^+p - и pp - взаимодействиях.

В этой же главе приведены результаты исследования образования резонансов (ρ^0 , ω , f) в $\pi^+{}^{12}\text{C}$ -соударениях при $P = 40$ ГэВ/с. Отдельно выделялся класс событий, в которых произошло взаимодействие первичного π^+ -мезона с несколькими протонами ядра углерода ($\pi^+{}^{12}\text{C}$), и изучалось рождение ρ^0 , ω и f в этих событиях. Многонуклонные взаимодействия $\pi^+{}^{12}\text{C}$ выделялись по величине электрического заряда Q , переносимого от нуклонов ядра в систему вторичных релятивистских частиц. Для $\pi^+{}^{12}\text{C}$ -взаимодействий $Q \geq 1$, и их вклад относительно всех $\pi^+{}^{12}\text{C}$ -соударений составляет $(18,4 \pm 0,4)\%$.

Для $\pi^+{}^{12}\text{C}$ -соударений при $P = 40$ ГэВ/с

Таблица 3. Сечения и средние множественности ρ^0 , ω - и f -мезонов, образованных в $\pi^+{}^{12}\text{C}$ - и $\pi^+{}^{12}\text{C}$ -соударениях при $P = 40$ ГэВ/с

Взаимодействие	Резонанс	n	$\sigma, \text{ мб}$
$\pi^+{}^{12}\text{C}$	ρ^0	$0,53 \pm 0,05$	$79,5 \pm 7,5$
	ω	$0,52 \pm 0,06$	$78,0 \pm 9,0$
	f	$0,05 \pm 0,04$	$7,5 \pm 8,0$
$\pi^+{}^{12}\text{C}$	ρ^0	$0,66 \pm 0,14$	$21,7 \pm 4,6$
	ω	$0,60 \pm 0,18$	$19,7 \pm 5,6$
	f	$0,22 \pm 0,09$	$7,2 \pm 3,0$

В таблице 3 представлены инклюзивные сечения и средние множественности ρ^0 , ω - и f -мезонов, образованных в $\pi^+{}^{12}\text{C}$ - и $\pi^+{}^{12}\text{C}$ -взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с. Видно, что инклюзивные сечения рождения ρ^0 и ω -мезонов примерно одинаковы в $\pi^+{}^{12}\text{C}$ - и $\pi^+{}^{12}\text{C}$ -соударениях, как это имеет место для пион-нуклонных взаимодействий. Если для ω - и f -мезонов учесть только те моды распадов, при которых происходит образование π^+ -мезонов, то оказывается, что в $\pi^+{}^{12}\text{C}$ - и $\pi^+{}^{12}\text{C}$ -соударениях $(32 \pm 3)\%$ и $(36 \pm 6)\%$ π^+ -мезонов рождается от распадов ρ^0 , ω - и f -мезонов. Эти данные указывают на доминирующее образование резонансов в адрон-ядерных процессах при высоких энергиях.

Исследовалась зависимость дифференциального сечения образования ρ^0 -мезонов от квадрата поперечного импульса. Экспериментальные данные хорошо описываются формулой

$$\frac{1}{\sigma_{\pi^+}} \frac{d\sigma(\rho^0)}{dP_{\perp}^2} = A e^{-BP_{\perp}^2}, \quad (6)$$

в которой значение параметра B равно: $B = 2,7 \pm 0,3$ (ГэВ/с) $^{-2}$; $B = 3,0 \pm 0,4$ (ГэВ/с) $^{-2}$ и $B = 2,7 \pm 0,4$ (ГэВ/с) $^{-2}$ для π^+p , π^+n - и $\pi^+{}^{12}\text{C}$ -взаимодействий соответственно. Эти значения совпадают с данными, полученными при других энергиях.

На рис. 4 показаны распределения ρ^0 -мезонов по квадрату поперечного импульса для π^-p -, $\pi^-^{12}C$ - и π^-V_p -соударений. Видно, что сечение образования ρ^0 -мезонов в многонуклонных соударениях падает с увеличением P_{\perp}^2 .

Таким образом, распределения ρ^0 -мезонов по квадрату поперечного импульса примерно одинаковы в пион-нуклонных и пион-углеродных взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с.

Зависимость дифференциального сечения образования ρ^0 -мезонов в π^-p -, $\pi^-^{12}C$ - и π^-V_p -соударениях от продольной скорости приведена на рис. 5. В области фрагментации мишени ($y_{\text{мед}} \leq 1,2$) сечения ρ^0 -мезонов в $\pi^-^{12}C$ - и π^-V_p -взаимодействиях больше, чем в π^-p -соударениях, а в области фрагментации π^- -мезона ($y_{\text{мед}} \geq 3,2$) сечение ρ^0 -мезонов в многонуклонных соударениях существенно меньше.

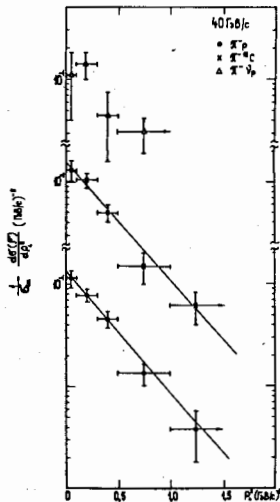


Рис. 4.

Распределение ρ^0 -мезонов по квадрату поперечного импульса. Прямые линии - результат аппроксимации.

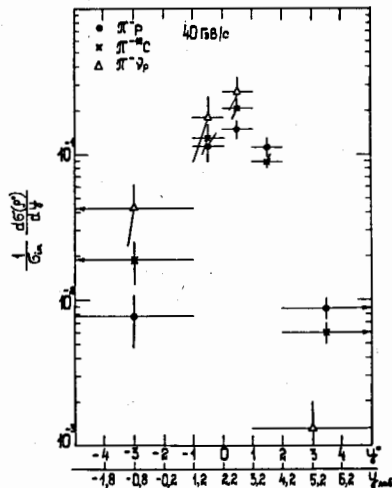


Рис. 5.

Распределение ρ^0 -мезонов по продольной скорости.

Анализ данных по средней множественности ρ^0 -мезонов в рамках основных диаграмм кварковой модели показывает, что в $\pi^-^{12}C$ - и π^-V_p -соударениях вероятности взаимодействия двух кварков налетающего π^- -мезона равны $0,21 \pm 0,13$ и $0,64 \pm 0,22$ соответственно.

В четвертой главе изучается механизм образования лидирующих пионов в пион-нуклонных взаимодействиях. Как было показано, в области

фрагментации налетающего пиона рождается много резонансов, поэтому они могут быть источниками лидирующих пионов. В качестве лидирующих принимаются пионы с $x > 0,4$.

Для выяснения вопроса о том, являются ли мезонные резонансы (ρ^0 , f , g) источниками лидирующих пионов, были изучены спектры эффективных масс $M(\pi^{\pm}_L \pi^{\mp})$ в реакциях:

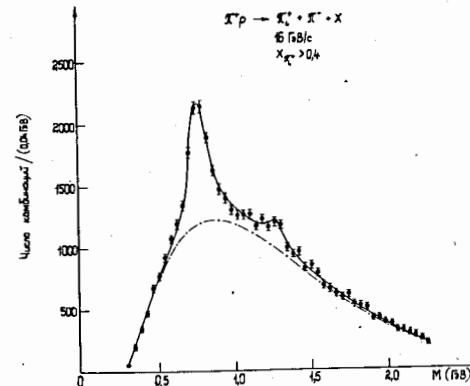
$$\pi^- p \rightarrow \pi^{\pm}_L + \pi^{\mp} + X \quad (40 \text{ ГэВ/с}), \quad (7)$$

$$\pi^+ p \rightarrow \pi^{\pm}_L + \pi^{\mp} + X \quad (16 \text{ ГэВ/с}), \quad (8)$$

На рис. 6 показано распределение по эффективной массе $M(\pi^{\pm}_L \pi^{\mp})$ для π^+p -взаимодействий с $n_{\pm} \geq 6$ при 16 ГэВ/с. Видно, что в этом случае отчетливо проявляются сигналы от ρ^0 и f -мезонов. Аналогичная картина наблюдается для распределений по эффективной массе $M(\pi^{\pm}_L \pi^{\mp})$.

Рис. 6.

Распределение по эффективной массе $M(\pi^{\pm}_L \pi^{\mp})$.



Отметим, что при определении средних множественностей резонансов учитывались искажения функций, описывающих резонансы $BW(M)$, связанные с выбором лидирующих пионов в событии. При такой процедуре малые массы в распределении $BW(M)$ должны быть подавлены.

Экспериментальные распределения по $M(\pi^{\pm}_L \pi^{\mp})$ аппроксимировались с учетом образования ρ^0 , f - и g -резонансов. Полученные при этом результаты приведены в таблице 4. Там же представлены величины отношения числа π^{\pm}_L -мезонов, образованных при распадах резонансов (ρ^0 , f , g), к их полному числу (ϵ). Видно, что в π^+p - и π^-p -соударениях при 16 и 40 ГэВ/с примерно (50-60)% лидирующих пионов с зарядом, противоположным заряду налетающего пиона, образуются при распадах ρ^0 , f - и g -мезонов. Лидирующие пионы того же заряда, как и у налетающего пиона, в (15-20)% случаев рождаются от распадов этих резонансов.

Следует отметить, что с увеличением $x(\pi^{\pm}_L)$ доля лидирующих пионов, образованных от распадов резонансов, растет. В π^+p -соударениях при $x(\pi^{\pm}_L) > 0,6$ около 80% π^{\pm}_L -мезонов и 30% π^{\pm}_L -мезонов рождаются при распаде ρ^0 , f - и g -мезонов. Поэтому при определении

структурных функций кварков в адронах. Из распределений пионов по x следует учитывать, что существенная часть этих пионов образуется при распаде резонансов.

Таблица 4. Средние множественности резонансов, образованных в π^+p - и π^-p - взаимодействиях при импульсе 16 и 40 ГэВ/с

Резонанс	$\pi^+p \rightarrow \pi^+ + X$	$\pi^-p \rightarrow \pi^- + X$
ρ^0	$0,19 \pm 0,02$	$0,51 \pm 0,05$
f	$0,05 \pm 0,02$	$0,13 \pm 0,05$
δ	$0,01 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,03$
ϵ	$0,22 \pm 0,02$	$0,59 \pm 0,06$
	$\pi^-p \rightarrow \pi^- + X$	$\pi^-p \rightarrow \pi^+ + X$
ρ^0	$0,13 \pm 0,03$	$0,44 \pm 0,11$
f	$0,04 \pm 0,02$	$0,12 \pm 0,06$
ϵ	$0,15 \pm 0,03$	$0,50 \pm 0,11$

Были получены коэффициенты двойной неупругой перезарядки для пион-нуклонных и пион-углеродных взаимодействий. Они определялись как доля событий, в которых электрический заряд самой энергичной вторичной частицы отличается от заряда первичного адрона на две единицы. Оказалось, что значение коэффициентов двойной неупругой перезарядки уменьшается с ростом x и слабо зависит от типа мишени (протон или ядро углерода).

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы:

1. С участием автора был получен и проанализирован большой экспериментальный материал, состоящий из ~ 35 тыс. взаимодействий π^- -мезонов при импульсе 40 ГэВ/с с протонами, нейтронами и ядрами углерода.

2. Показано, что свойства многопионных систем ($n\pi$) определяются эффективной массой и числом пионов в системе и слабо зависят от ее заряда и типа мишени (p, n), на которой они родились. Универсальная форма зависимости неинвариантного дифференциального сечения образования ($n\pi$)-систем от поперечной энергии обусловлена главным образом характером одночастичных инклюзивных спектров пионов.

3. При анализе распределений по эффективным массам ($\pi^+\pi^+$)-о-о-тем обнаружены эффекты интерференции, которые более значительны для ($\pi^+\pi^-$)-, чем для ($\pi^-\pi^+$)-систем, что можно связать с разными механизмами образования π^+ - и π^- - мезонов. Наблюдены интерферен-

ционные корреляции трех тождественных пионов, которые невозможно объяснить только вкладом двухчастичных корреляций.

4. Определены инклюзивные сечения образования мезонных резонансов (ρ^0, ω, f) в пион-нуклонных и пион-углеродных взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с. Показано, что сечения рождения ρ^0 и ω -мезонов примерно одинаковы, что согласуется с предсказанием аддитивной кварковой модели. В пион-нуклонных и пион-углеродных соударениях существенная доля π^- -мезонов (25-35)% является продуктами распада ρ^0, ω - и f -резонансов.

5. Изучены дифференциальные сечения ρ^0 -мезонов, образованных в $\pi^-N, \pi^-^{12}C$ и π^-p - взаимодействиях при $P = 40$ ГэВ/с. Распределения ρ^0 -мезонов по квадрату поперечного импульса слабо зависят от типа мишени. Обнаружена разная зависимость от продольной скорости сечения образования ρ^0 -мезонов в $\pi^-p, \pi^-^{12}C$ и π^-p -соударениях.

6. Установлено, что в пион-нуклонных соударениях большая часть лидирующих пионов является продуктами распада ρ^0, f - и δ -резонансов. Примерно (50-60)% лидирующих пионов ($x > 0,4$) с зарядом, противоположным заряду налетающего пиона, и (15-20)% лидирующих пионов с тем же зарядом образуется при распаде ρ^0, f - и δ -мезонов.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Ангелов Н.С., Гришин В.Г., Кватадзе Р.А. Исследование образования многопионных систем в зависимости от их поперечных импульсов в π^-p - взаимодействиях при $P = 40$ ГэВ/с. Препринт ОИЯИ, РИ-12110, Дубна, 1979; ЯФ, 30, 1527, 1979.
2. Ангелов Н.С., Гришин В.Г., Кватадзе Р.А. Изучение свойств многопионных систем, образованных в π^-p - и π^-n - взаимодействиях при $P = 40$ ГэВ/с. Препринт ОИЯИ, РИ-12619, Дубна, 1979; ЯФ, 31, 640, 1980.
3. Ангелов Н.С., Гришин В.Г., Кватадзе Р.А. Образование многопионных систем в пион-нуклонных соударениях при $P = 40$ ГэВ/с. Препринт ОИЯИ, РИ-80-141, Дубна, 1980; ЯФ, 32, 1342, 1980.
4. Ангелов Н.С., Гришин В.Г., Кватадзе Р.А. Исследование образования ρ^0 и ω -мезонов в пион-нуклонных взаимодействиях при $P \approx 40$ ГэВ/с. Препринт ОИЯИ, РИ-80-377, Дубна, 1980; ЯФ, 33, 1539, 1981.
5. Ангелов Н.С., Болеа О., Болдеа В., ..., Кватадзе Р.А., ..., Клда-

- шев Б.С. Исследование рождения мезонных резонансов в пион-углеродных взаимодействиях при $P = 40$ ГэВ/с.
Препринт ОИЯИ, PI-80-537, Дубна, 1980; ЯФ, 33, 1546, 1981.
6. Гришин В.Г., Кватадзе Р.А., Симич Л.
Инклюзивное рождение мезонных резонансов в многоуклонных взаимодействиях π^- -мезонов с ядрами углерода при $P = 40$ ГэВ/с. Препринт ОИЯИ, PI-81-59, Дубна, 1981. ЯФ, 34, 1265, 1981.
7. Беккер Л., Гришин В.Г., Кватадзе Р.А.
Источники лидирующих пионов в π^+ - и π^- - взаимодействиях при 16 и 40 ГэВ/с. Препринт ОИЯИ, PI-81-429, Дубна, 1981.
8. Ангелов Н.С., Ахабабян Н.О., Гришин В.Г., Кватадзе Р.А.
Исследование эффектов тождественности пионов, образованных в π^- - взаимодействиях при $P = 40$ ГэВ/с.
Препринт ОИЯИ, PI-81-471, Дубна, 1981.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 января 1982 года.