

0-927

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



1607/2-77

25/4-77

P1 - 10389

Л.С.Охрименко, Б.Словинский, Б.Среднява,
З.Стругальский

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИЙ
В ХАРАКТЕРИСТИКАХ π^0 - МЕЗОНОВ,
ОБРАЗОВАННЫХ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ
 π^- - МЕЗОНОВ С ЯДРАМИ КСЕНОНА ПРИ 3,5 ГЭВ/С

1977

P1 - 10389

Л.С.Охрименко, Б.Словинский, Б.Среднява,
З.Стругальский

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИЙ
В ХАРАКТЕРИСТИКАХ π^0 - МЕЗОНОВ,
ОБРАЗОВАННЫХ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ
 π^- -МЕЗОНОВ С ЯДРАМИ КСЕНОНА ПРИ 3,5 ГЭВ/С

Направлено в "Acta Physica Polonica"

Исследование корреляций в характеристиках π^0 -мезонов, образованных во взаимодействии π^- -мезонов с ядрами ксенона при 3,5 ГэВ/с

Приведены результаты исследования угловых и энергетических распределений π^0 -мезонов, образованных в реакции $\pi^- + \text{Xe} \rightarrow \pi^0 + \pi^0 + \text{N}_3 + \text{A}$; $\text{N}_3 = 0, 1$, при 3,5 ГэВ/с. Обнаружено, что корреляция между углами эмиссии π^0 -мезонов и их энергией кинематически соответствует эмиссии изучаемых пионов в столкновениях с внутриядерной эффективной мишенью, масса которой, по порядку величины, совпадает с массой π^- -мезона. Делается вывод о возможном влиянии вторичных внутриядерных процессов на характеристики наблюдаемых π^0 -мезонов.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Okhrimenko L.S. et al.

P1 - 10389

Study of Correlations in the Characteristics of π^0 Mesons Produced in π^- Meson-Xe Nuclei Interactions at 3.5 GeV/c

The results are presented of investigations of the angular and energy distributions of π^0 mesons produced in the reaction $\pi^- + \text{Xe} \rightarrow \pi^0 + \pi^0 + \text{N}_3 + \text{A}$ at 3.5 GeV/c. It was observed that the correlation between the emission angles of π^0 mesons and their energy corresponds kinematically to the emission of the pions under investigation in the collisions with intranucleus effective target which mass, by the order of magnitude, does not contradict the assumption that this is the π^- meson mass. A conclusion is drawn about a possible influence of the secondary intranucleus processes on the characteristics of π^0 mesons observed.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1977

© 1977 Объединенный институт ядерных исследований Дубна

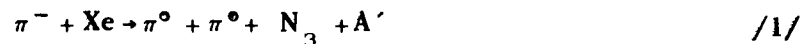
I. ВВЕДЕНИЕ

Исследование корреляций между различными характеристиками частиц, образованных в столкновениях адронов высоких энергий, является существенным источником информации о динамике сильных взаимодействий /напр., /1/ /. Интенсивно изучаются и сравниваются с соответствующими теоретическими предсказаниями корреляционные эффекты между различными параметрами одной частицы, а также корреляции в распределениях двух и более частиц. Однако относительно слабо исследованы корреляционные явления при столкновении быстрых частиц со сложными ядерными структурами. Эти явления могут содержать сведения не только о динамике процесса, но и о строении ядра-мишени. Нами выполнен цикл экспериментальных работ по изучению корреляций между углами эмиссии и энергией π^0 -мезонов и протонов, испускаемых в столкновениях π^- -мезонов с ядрами ксенона /2-4/.

При исследовании реакции перезарядки π^+ -мезона с импульсом 2,34 ГэВ/с на ядрах ксенона нами была обнаружена значительная коллимация эмиссии π^0 -мезонов в интервале небольших ее углов /2/. Коллимация кинематически соответствует столкновению падающего π^+ -мезона с внутриядерной мишенью, масса которой приблизительно совпадает с массой пиона. Оказалось, что аналогичная корреляция между углами эмиссии и энергией π^0 -мезонов имеет место также в случае эмиссии одиночных π^0 -мезонов в реакции $\pi^- - \text{Xe}$ при 3,5 ГэВ/с³. Среди возможных объяснений наблюдаемого

явления нами отмечалось проявление механизма одно-пионного обмена, особенно в случае реакции образования двух π -мезонов в конечном состоянии ^{3/}, а также возможное существование π -мезонов как структурных элементов периферической области атомных ядер ^{4/}.

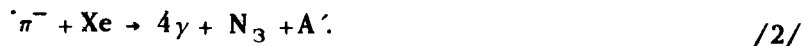
В настоящей работе приведены результаты анализа угловых и энергетических распределений π^0 -мезонов, рожденных в реакции



при 3,5 ГэВ/с. N_3 - число вторичных заряженных частиц, $N_3 = 0; 1, A'$ - остаточное ядро. Эксперимент выполнен при помощи 180-литровой ксеноновой пузырьковой камеры ИТЭФ /далее в тексте КПК/.

II. ЭКСПЕРИМЕНТ

В результате просмотра 200 тыс. снимков КПК было отобрано 1067 случаев π^- -Xe взаимодействий, в которых наблюдалась не более чем одна вторичная заряженная частица и 4 гамма-кванта. Эти случаи обозначены следующим образом:



В событиях измерялись энергии и углы эмиссии гамма-квантов. Методика определения энергии гамма-квантов в КПК описана ранее ^{5/}.

Затем с использованием алгоритмов выбора оптимальных пар гамма-квантов и коррекции их энергий ^{6/} были восстановлены каналы реакции /2/ с эмиссией $\pi^0\pi^0$ и $\pi^0\eta^0$. На рис. 1 дано распределение по эффективным массам оптимальных пар гамма-квантов для 915 событий типа /2/, вычисленных по измеренным значениям энергий гамма-квантов. В дальнейшем можно принять, что вторичные заряженные частицы, останавливающиеся в камере, относятся в преобладающем большинстве к протонам. Это означает, что значения кинетических энергий таких протонов заключены в интервале

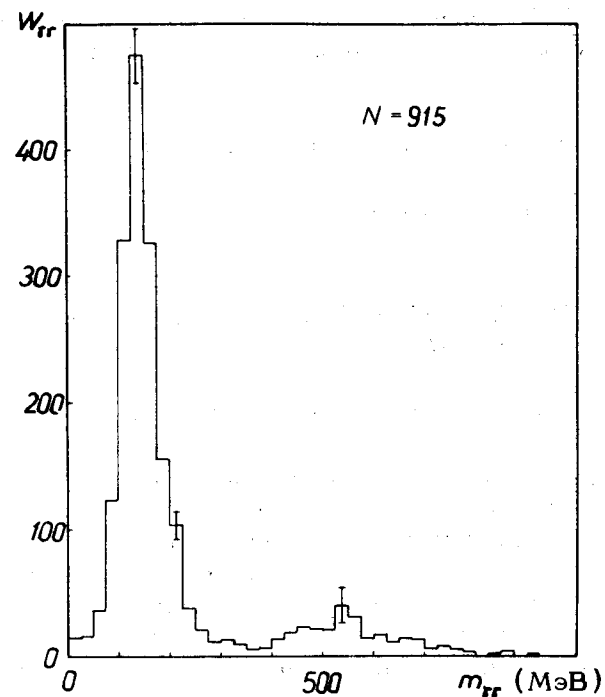


Рис. 1. Распределение случаев взаимодействий $\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 4\gamma + N_3 + A'$ при 3,5 ГэВ/с по эффективным массам оптимальных пар гамма-квантов.

Таблица

Числа N , выделенных каналов π^- -Xe взаимодействий при 3,5 ГэВ/с и соответствующие им значения эффективных сечений σ

	N	σ
$\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 4\gamma + N_3 + A'$	1067	$29,8 \pm 3,0$
$\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 2\pi^0 + A'$	146	$4,1 \pm 0,5$
$\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 2\pi^0 + p + A'$	122	$3,4 \pm 0,5$
$\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 2\pi^0 + \pi^- + A'$	322	$6,1 \pm 0,4$
$\pi^- + \text{Xe} \rightarrow \pi^0 + \eta^0 + N_3 + A'$	175	$4,9 \pm 0,5$

Здесь $N_3 = 0; 1$, A' означает остаточное ядро.

$E_k = 30 \div 350$ МэВ. Следы вторичных заряженных частиц, уходящих из камеры или испытавших вторичные взаимодействия, приписаны π^- -мезонам. Более подробно методические вопросы изложены ранее ^{2,3/}.

В таблице приведены числа событий выделенных каналов взаимодействий и соответствующие им значения эффективных сечений.

III. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

III.1. Распределения по эффективным массам

На рис. 2 представлены распределения по эффективным массам систем, состоящих из $2\pi^0$, $\pi^0\eta^0(+2\gamma)$, а также 4γ , которые не удовлетворяли условиям коррекции ^{6/}. Там же для сравнения изображено аналогичное распределение для двух π^0 -мезонов из реакции $\pi^-p \rightarrow \pi^-p\pi^0\pi^0$ при $3,5$ ГэВ/с ^{7/}. Все гистограммы отнормированы на одинаковое число случаев. Распределения по эффективным массам $m_{\pi^0\pi^0}$ пар π^0 -мезонов в исследуемых π^- -Xe взаимодействиях и в реакции π^-p при $3,5$ ГэВ/с не различаются между собой в пределах ошибок, почти во всем интервале значений $m_{\pi^0\pi^0}$. Расхождение при $m_{\pi^0\pi^0} \geq 1300$ МэВ может быть вызвано влиянием фермиевского движения внутриядерных нуклонов, в столкновении с которыми произошло образование двух π^0 -мезонов. Не наблюдается, при достигнутой точности эксперимента, рождения резонансных состояний, распадающихся на $2\pi^0$ или $\pi^0\eta^0(+2\gamma)$.

III.2. Энергетические распределения

На рис. 3 приведены распределения событий π^- -Xe взаимодействий при $3,5$ ГэВ/с типа /1/ по полной энергии двух π^0 -мезонов $E_{2\pi^0}$ в событиях с $N_3=0, N_3=1$ stop, т.е. когда вторичная заряженная частица останавливается в камере /это, в основном, протоны/ и $N_3=1$ esc,

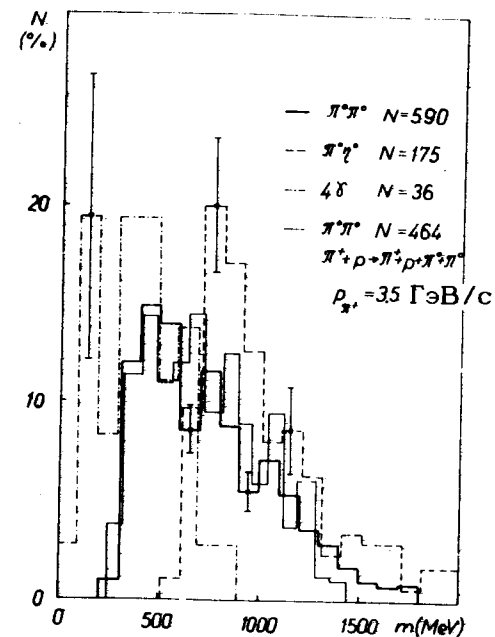
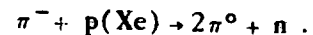


Рис. 2. Распределение случаев взаимодействий $\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 4\gamma + N_3 + A'$ по эффективным массам; — — — двух π^0 -мезонов, -- π^0 и η^0 -мезонов ($\eta^0 \rightarrow 2\gamma$), -.-.- четырех гамма-квантов, не удовлетворяющих условиям коррекции ^{6/} /фоновые случаи/. Приведено также распределение по эффективным массам пар π^0 -мезонов из реакции $\pi^- + p \rightarrow \pi^- p \pi^0 \pi^0$ при $3,5$ ГэВ/с. Гистограммы взаимно отнормированы.

т.е. когда вторичная заряженная частица уходит из камеры или испытывает взаимодействие /в $\geq 80\%$ случаев это π^- -мезоны/. Гистограммы взаимно отнормированы. Можно заметить, что максимум в распределении существенно смещается в сторону меньших значений энергий, по мере увеличения числа частиц и их энергии. Видно также, что в случае взаимодействий типа $\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 2\pi^0 + N_3 + A'$ ($N_3=0$) выделяется максимум в районе $E_{2\pi^0} \sim 3000$ МэВ, указывающий на значительное преобладание реакции на квазисвободном протоне ядра ксенона:



/3/

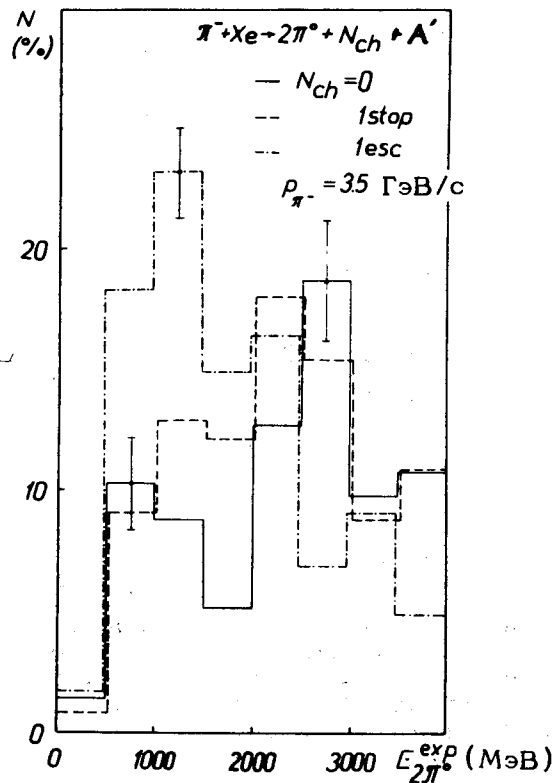


Рис. 3. Распределение случаев взаимодействий $\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 2\pi^0 + N_{ch} + A'$ при 3,5 ГэВ/с по суммарной энергии двух π^0 -мезонов. Обозначения на рисунке. Гистограммы взаимно отнормированы.

Аналогичный вывод был нами сделан при изучении реакции перезарядки π^+ -мезонов на ядрах ксенона при 2,34 ГэВ/с.^{12/}

III.3. Двумерные распределения π^0 -мезонов по углам эмиссии и энергиям

На рис. 4 приведены двумерные распределения π^0 -мезонов из реакции /1/ по энергиям и углам их эмиссии.

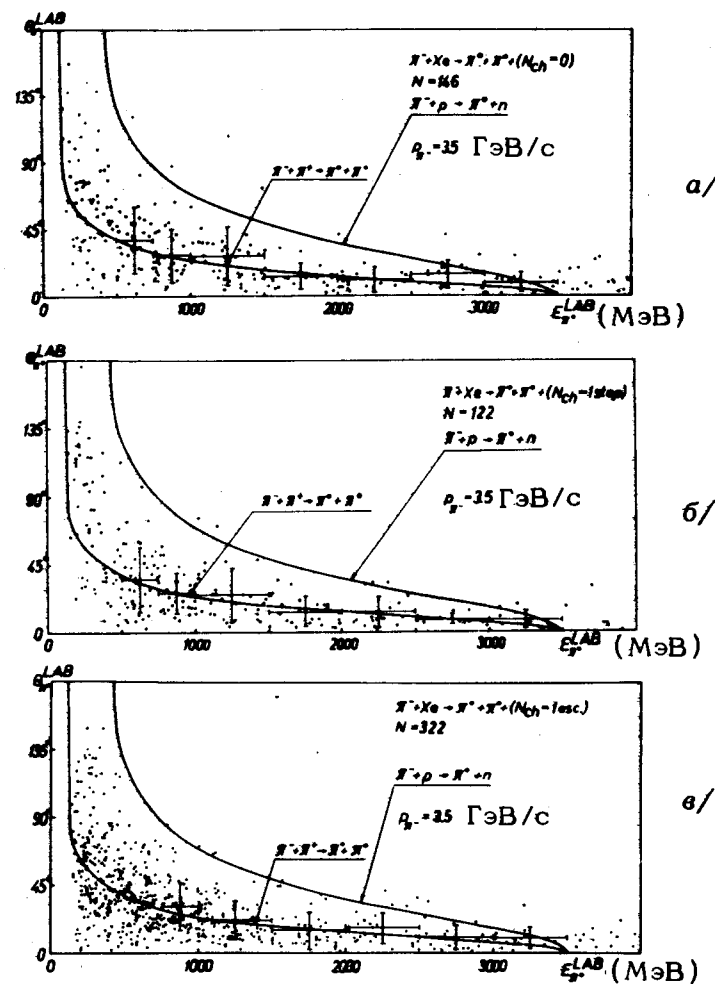


Рис. 4 /а,б,в/. Двухмерные распределения π^0 -мезонов из реакции $\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 2\pi^0 + N_3 + A'$ ($N_3 = 0; 1$) при 3,5 ГэВ/с по углу эмиссии Θ_{π^0} и полной энергии E_{π^0} . Распределения на рисунках относятся к различным числам N_3 вторичных заряженных частиц. Указаны кинематические кривые, соответствующие реакции перезарядки $\pi^- + p \rightarrow \pi^0 + p$ и $\pi^- + \pi^+ \rightarrow \pi^0 + \pi^0$ при 3,5 ГэВ/с. Крестами обозначены средние значения углов эмиссии π^0 -мезонов для интервалов энергии, отмеченных по оси E_{π^0} . По оси Θ_{π^0} изображены у крестов значения дисперсии угловых распределений π^0 -мезонов в данном интервале значений E_{π^0} .

Распределения даны отдельно в классах событий с $N_3=0$ /4а/, $N_3=1$ stop /4б/ и $N_3=1$ esc /4в/. На рисунках нанесены кинематические кривые, соответствующие реакции перезарядки $\pi^- + p \rightarrow \pi^0 + p$, а также рассеянию $\pi^- + \pi^+ \rightarrow \pi^0 + \pi^0$ при 3,5 ГэВ/с. Оценены средние значения и дисперсии распределений углов эмиссии π^0 -мезонов для указанных энергетических интервалов. Данная информация представлена на рисунках в виде больших крестов. Можно заметить, что средние значения углов эмиссии π^0 -мезонов удивительным образом располагаются вдоль кинематической кривой, соответствующей реакции $\pi^- + \pi^+ \rightarrow \pi^0 + \pi^0$, в широком интервале значений энергий π^0 -мезонов, $E_{\pi^0} = 500 \div 3500$ МэВ. Аналогичная картина наблюдалась нами при исследовании квазисвободных π -He взаимодействий, сопровождавшихся эмиссией одиночных π^0 -мезонов при 2,34 и 3,5 ГэВ/с^{1/2-4/}. Следует, однако, отметить, что один и тот же характер корреляций между углами эмиссии и энергией π^0 -мезонов, образованных в π -He взаимодействиях, в которых в конечном состоянии наблюдается одна, две или же три частицы, может указывать на существенную роль вторичных внутриядерных процессов, даже в случае квазисвободных столкновений, происходящих в периферической области ядра-мишени^{18/}. Этот вывод подтверждает также наличие в изучаемых событиях протонов со значениями энергий и углов эмиссии, недопустимыми с точки зрения кинематики свободных пион-нуклонных столкновений. Более определенный вывод о количественной оценке влияния вторичного внутриядерного рассеяния и поглощения можно сделать, используя, например, соответствующие расчеты по модели многократного дифракционного рассеяния Глаубера^{19/}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мурзин В.С., Сарычева Л.И. Множественные процессы при высоких энергиях. М., Атомиздат, 1974; Гришин В.Г. ЭЧАЯ, 1976, 7, вып. 3, 595.
2. Stowiński B., Strugalski Z., Sredniawa B. JINR, E1-9084, Dubna, 1975.

3. Охрименко Л.С., Словинский Б., Среднява Б., Стругальский З. ОИЯИ, P1-9691, Дубна, 1975.
4. Охрименко Л.С., Словинский Б., Среднява Б., Стругальский З. ОИЯИ, P1-9807, Дубна, 1975.
5. Стругальский З. ОИЯИ, P-796, Дубна, 1961; Czyzewski O., Danysz Z., Strugalski Z. Acta Phys. Polonica, 1963, 24, 509.
6. Словинский Б. ОИЯИ, P10-768, Дубна, 1974.
7. Grivaz J.F., Davis P., Fournier D., Grandjean J.Y., Veillet J.J. Phys.Lett., 1976, 61B, No.4, 400.
8. Словинский Б., ЯФ, 1974, 19, вып. 3595.
9. Тарасов А.В. ЭЧАЯ, 1976, 7, вып. 3.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 января 1977 года.