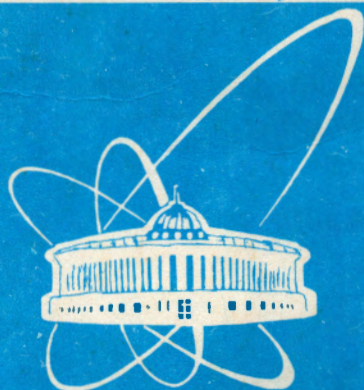


97-400



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P1-97-400

Ю.А.Троян, В.Н.Печенов, Е.Б.Плеханов, А.Ю.Троян,
С.Г.Аракелян

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РОЖДЕНИЯ $\Delta^{++}(\Delta^-)$ -ИЗОБАР
НА РАЗМЕРЫ ОБЛАСТИ ИСПУСКАНИЯ ПИОНОВ
В np -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ $P_n = 5,2 \pm 0,16$ ГэВ/с
С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ
КОРРЕЛЯЦИЙ ТОЖДЕСТВЕННЫХ ЧАСТИЦ

1997

1. Введение

Первая статья об интерференции тождественных пионов в рамках статистической модели была опубликована Г. Гольдхабером и др. в 1960г. [1]. Метод определения размеров области испускания пионов, основанный на исследовании интерференционных корреляций тождественных частиц и получивший в последние годы широкое распространение, был разработан Г.И. Копыловым и М.И. Подгорецким [2, 3] и затем развит в ряде работ (см.; например, [4, 5, 6, 7, 8]).

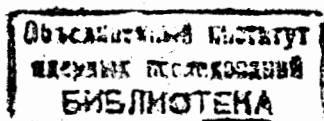
Проблеме определения пространственно-временных параметров области множественной генерации частиц посвящено огромное число экспериментов (см. обзоры [9, 10, 11, 12]). Однако исследований, относящихся к взаимодействию элементарных частиц в области энергий несколько ГэВ, сравнительно немного.

В работе [15], используя метод интерференционных корреляций тождественных частиц, определены размеры области испускания пионов в np -взаимодействиях при импульсе нейтрона $P_n = 5,2 \pm 0,16$ ГэВ/с. В параметризации Гольдхабера эффективный радиус оказался равным $R = 1,30 \pm 0,16$ фм для суммы всех возможных реакций np -взаимодействий. При обработке использовались два типа фонов: комбинации нетождественных пар $\pi^+\pi^-$ и фон, построенный с помощью предложенного нами способа "перемешивания с минимальным нарушением кинематических корреляций" (ПМНКК). В обоих случаях получились совпадающие результаты.

Цель настоящей работы: определение размеров области испускания тождественных пионов в np -взаимодействиях для отдельных каналов реакций и изучение влияния рождения изобар $\Delta^{++}(\Delta^-)$ на размеры области испускания тождественных пионов.

2. Материал

Мы представляем данные с 1-метровой водородной пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ, облученной пучком квазимонохроматических нейтронов с импульсом $P_n = 5,2$ ГэВ/с ($\Delta P_n/P_n \approx 2,5\%$). Угловой разброс пучка $\Delta\Omega \approx 10^{-7}$ стеррад. Средняя точность измерения суммарных импульсов треков в камере $\Delta P_\Sigma/P_\Sigma \approx 1\%$, углов $\Delta\theta \approx 20'$. Такие условия эксперимента дают возможность выделить и изучать в условиях 4π -геометрии отдельные каналы реакций np -взаимодействий [13].



Статистический материал содержит 24 тыс. 5-лучевых звезд, в которых выделены следующие каналы реакций:

$$np \rightarrow pp\pi^+\pi^-\pi^- \quad (10723 \text{ события}), \quad (1)$$

$$np \rightarrow pp\pi^+\pi^-\pi^-\pi^0 \quad (5110 \text{ события}), \quad (2)$$

$$np \rightarrow pn\pi^+\pi^+\pi^-\pi^- \quad (8666 \text{ события}). \quad (3)$$

Примесь одного канала в другой не превышает 5%. В результате получено для анализа 33165 пар $\pi^-\pi^-$ и $\pi^+\pi^+$. Отметим, что в наших реакциях отсутствует комбинаторный фон для пар тождественных пионов.

3. Методика

При обработке экспериментальных данных с учетом небольшой статистики применяется простая релятивистски-инвариантная параметризация Гольдхабера для корреляционной функции 2-х тождественных пионов в следующем виде:

$$C(Q^2) = \gamma(1 + \lambda e^{-\beta^2 Q^2})(1 + \sigma Q^2), \quad (4)$$

где $Q^2 = -(P_1 - P_2)^2 = M_{\pi\pi}^2 - 4m_\pi^2$. Здесь P_1, P_2 - 4-импульсы пионов; множитель $(1 + \sigma Q^2)$ введен для компенсации возможного отклонения экспериментального значения $C(Q^2)$ от единицы из-за несовершенства фона в области больших Q^2 ; β - радиус области испускания тождественных пионов; λ - параметр, характеризующий долю эффекта при $Q^2 = 0$. Интерференционные корреляции исследуются путем изучения изменения отношения числа тождественных пар к фоновым парам в зависимости от Q^2 . Разрешение по Q^2 в области эффекта $\sqrt{\sigma_p^2} \approx 0,0025 \text{ (ГэВ/с}^2\text{)}^2$ значительно меньше ширины интерференционного пика и не влияет на результаты аппроксимации.

4. Результаты

При аппроксимации по формуле (4) использовалась программа MINUIT. На рисунках 1-4, 6-9 приведены распределения C_i равных отношению числа экспериментальных событий к фоновым, нормированным на экспериментальное число событий. На рис. 1 приведено распределение C_{all} (сумма каналов реакций (1), (2) и (3)) для шага построения $\Delta Q^2 = 0,0075 \text{ (ГэВ/с}^2\text{)}^2$. На рисунках 2, 3 и 4 приведены распределения C_0, C_{π^0} и C_N для реакций (1), (2) и (3) соответственно. В таблице 1 приведены результаты обработки для 3-х каналов реакций и для их суммы.

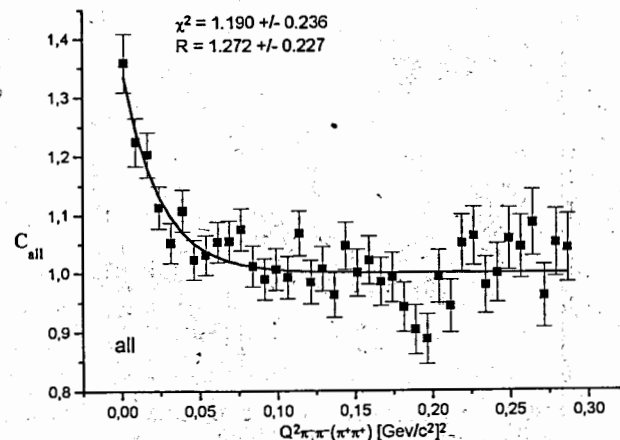


Рис.1. Распределение C_{all} для суммы всех каналов реакций

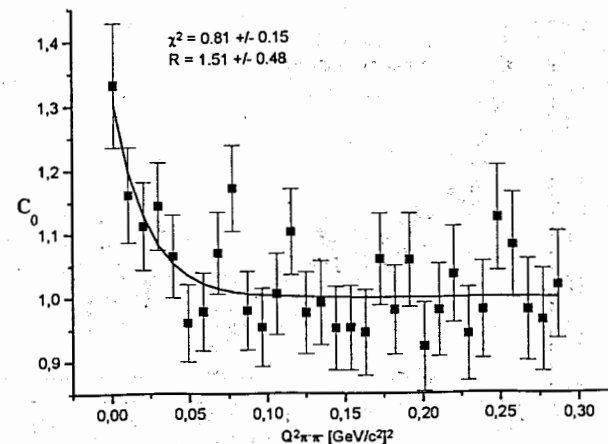


Рис.2. Распределение C_0 для реакции $np \rightarrow pp\pi^+\pi^-\pi^-$

Таблица 1

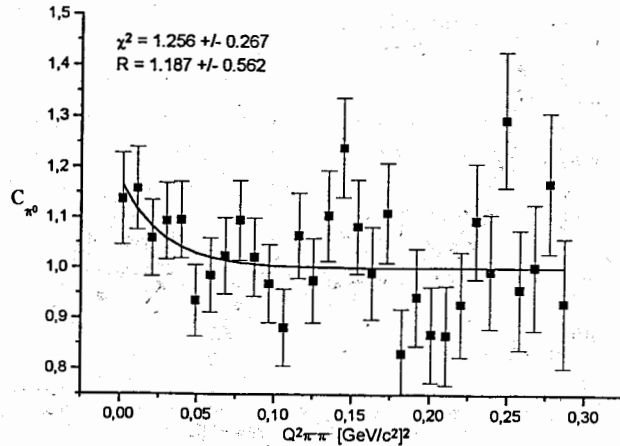
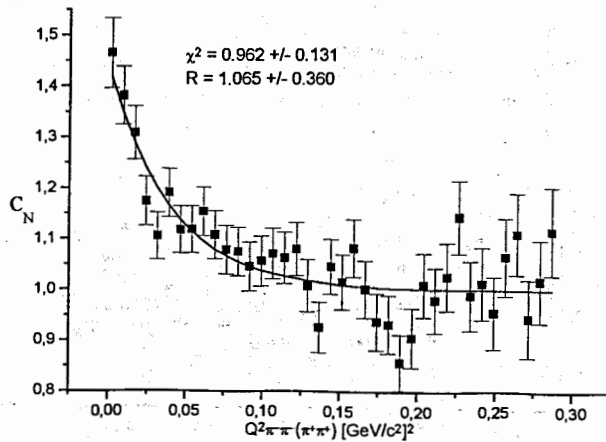
Реакция	β , фм	λ	χ^2_1
(1) $np \rightarrow pp\pi^+\pi^-\pi^-$	$1,51 \pm 0,48$	$0,44 \pm 0,18$	$0,81 \pm 0,15$
(2) $np \rightarrow pp\pi^+\pi^-\pi^-\pi^0$	$1,19 \pm 0,56$	$0,21 \pm 0,13$	$1,26 \pm 0,27$
(3) $np \rightarrow np\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$	$1,07 \pm 0,36$	$0,44 \pm 0,10$	$0,96 \pm 0,13$
(4) = (1) + (2) + (3)	$1,27 \pm 0,23$	$0,42 \pm 0,06$	$1,19 \pm 0,24$

В колонке 1 указан тип реакции, в колонке 2 – радиус области испускания пионов в единицах ферми, в колонке 3 – параметр λ , в колонке 4 – χ^2_1 описаний на одну степень свободы.

На рисунках 5а и б приведены распределения эффективных масс $p\pi^+$ для реакций (1) и (2), на рисунке 5с приведено суммарное распределение эффективных масс $p\pi^+$ и $n\pi^-$ из реакции (3). Из этих рисунков видно, что в реакциях (1) и (3) происходит сильное образование изобар $\Delta^{++}(\Delta^-)$. Мы попытались изучить влияние рождения $\Delta^{++}(\Delta^-)$ на размеры области испускания тождественных пионов в этих реакциях. Для этого экспериментальный материал разбивался на две части. Первая часть – когда хотя бы одна из комбинаций $p\pi^+(n\pi^-)$ принадлежит области $(1,167 \text{ ГэВ}/c^2 \leq M_{p\pi^+(n\pi^-)} \leq 1,247 \text{ ГэВ}/c^2)$ изобар $\Delta^{++}(\Delta^-)$, вторая – когда ни одна из комбинаций $p\pi^+(n\pi^-)$ не принадлежит области $(1,167 \text{ ГэВ}/c^2 \leq M_{p\pi^+(n\pi^-)} \leq 1,247 \text{ ГэВ}/c^2)$ изобар $\Delta^{++}(\Delta^-)$. На рис. 6 приведено распределение C_0^{in} для реакции (1) при условии, что хотя бы одна из комбинаций $p\pi^+$ принадлежит области изобары Δ^{++} . На рис. 7 приведено распределение C_0^{out} для реакции (1) при условии, что ни одна из комбинаций $p\pi^+$ не принадлежит области изобары Δ^{++} . На рисунке 8 приведено распределение C_N^{in} для реакции (3) при условии, что хотя бы одна из комбинаций $p\pi^+(n\pi^-)$ принадлежит области изобар $\Delta^{++}(\Delta^-)$. На рисунке 9 приведено распределение C_N^{out} для реакции (3) при условии, что ни одна из комбинаций $p\pi^+(n\pi^-)$ не принадлежит области изобар $\Delta^{++}(\Delta^-)$. Результаты приведены в таблице 2.

5. Обсуждение результатов

Из таблицы 1 видно, что в реакции (1) радиус испускания тождественных пионов больше, чем в остальных. Можно думать, что так как в реак-

Рис.3. Распределение C_{π^0} для реакции $np \rightarrow pp\pi^+\pi^-\pi^0$ Рис.4. Распределение C_N для реакции $np \rightarrow np\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$

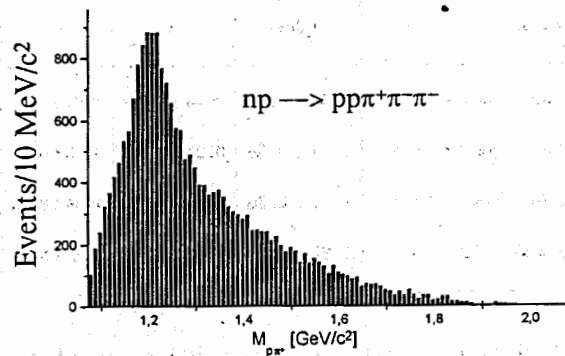


Рис.5а. Распределение эффективных масс $p\pi^+$ для реакции (1)

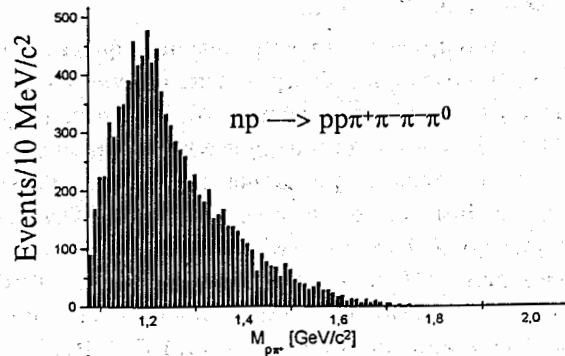


Рис.5б. Распределение эффективных масс $p\pi^+$ для реакции (2)

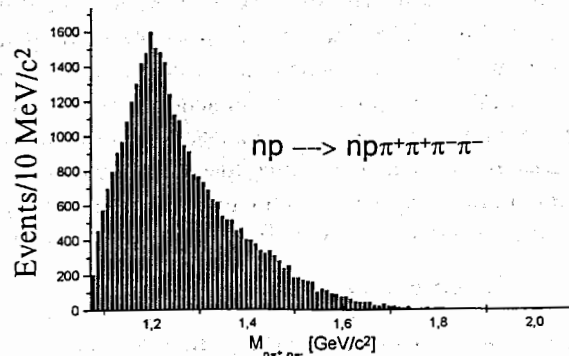


Рис.5с. Распределение эффективных масс $p\pi^+(\pi\pi^-)$ для реакции (3)

Таблица 2

Реакции	β , фм	λ	χ^2_1
$pr \rightarrow pr\pi^+\pi^-\pi^-; p\pi^+ \text{ в } \Delta^{++}$	$1,65 \pm 0,40$	$0,59 \pm 0,27$	$1,08 \pm 0,24$
$pr \rightarrow pr\pi^+\pi^-\pi^-; p\pi^+ \text{ вне } \Delta^{++}$	$0,68 \pm 0,27$	$0,91 \pm 2,11$	$1,02 \pm 0,28$
$pr \rightarrow pr\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-; p\pi^+(\pi\pi^-) \text{ в } \Delta^{++}(\Delta^-)$	$1,54 \pm 0,47$	$0,46 \pm 0,16$	$1,04 \pm 0,24$
$pr \rightarrow pr\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-; p\pi^+(\pi\pi^-) \text{ вне } \Delta^{++}(\Delta^-)$	$0,82 \pm 0,33$	$0,70 \pm 0,70$	$0,92 \pm 0,13$

циях (2) и (3) количество рожденных вторичных частиц больше, то в них соударения более центральные, что приводит к уменьшению характерного радиуса реакции.

Из таблицы (2) видно, что для реакций, идущих с образованием $\Delta^{++}(\Delta^-)$ -изобар, радиус области испускания тождественных пионов примерно равен радиусу пиона ($\approx 1,4$ фм), при обмене которым в основном и рождаются Δ -изобары.

В работах [14, 16] мы сообщали о наблюдении узких маломассовых резонансов в системах $\pi^-\pi^-$ и $\pi^+\pi^-$. На рисунке 2 при $Q^2 = 0,082 \text{ ГэВ}^2/c^4$ наблюдается выброс, который соответствует массе, равной $0,397 \text{ ГэВ}/c^2$ в спектре эффективных масс $\pi^-\pi^-$. Две другие особенности при $Q^2 = 0,141 \text{ ГэВ}^2/c^4$ и $Q^2 = 0,254 \text{ ГэВ}^2/c^4$ соответствуют массам $0,447 \text{ ГэВ}/c^2$ и $0,569 \text{ ГэВ}/c^2$. Все эти резонансы в системе двух π^- - мезонов наблюдаются в работе [16].

В дальнейшем мы предполагаем исследовать влияние этих узких особенностей на размеры области испускания тождественных пионов.

Авторы благодарят В.Л.Любошица за плодотворные дискуссии и обсуждение результатов.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант №97-02-16699).

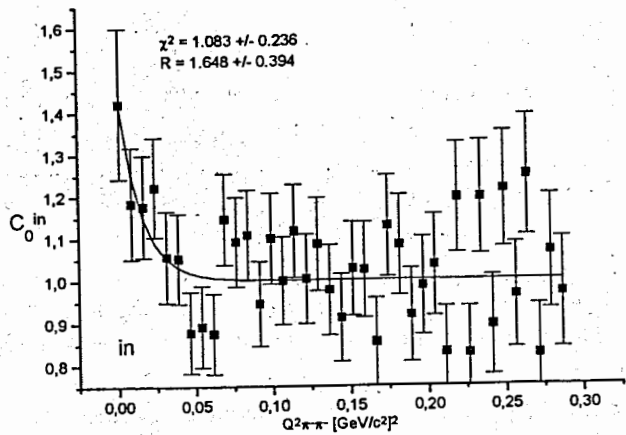


Рис.6. Распределение C_0^{in} для реакции $pr \rightarrow pr\pi^+\pi^-\pi^-$

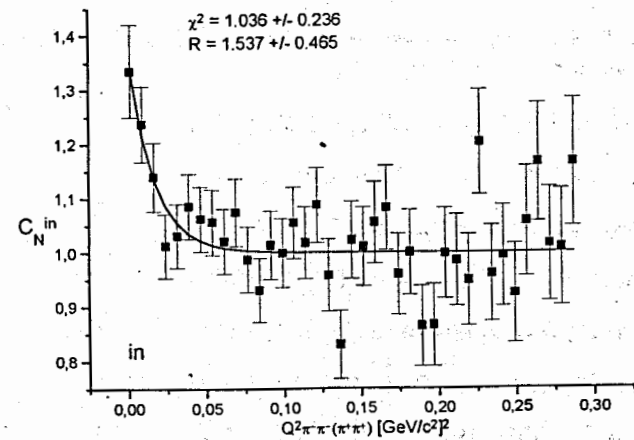


Рис.8. Распределение C_N^{in} для реакции $pr \rightarrow pr\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$

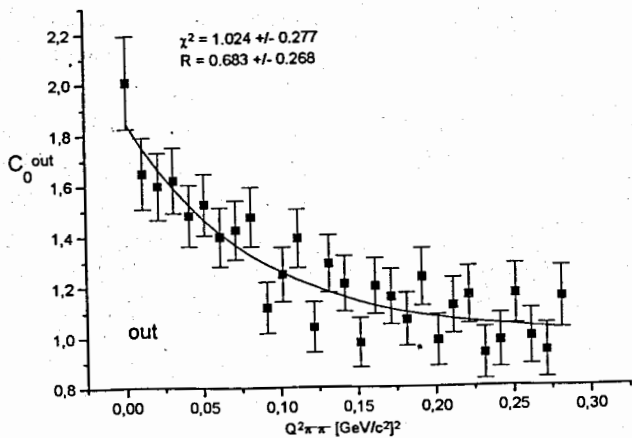


Рис.7. Распределение C_0^{out} для реакции $pr \rightarrow pr\pi^+\pi^-\pi^-$

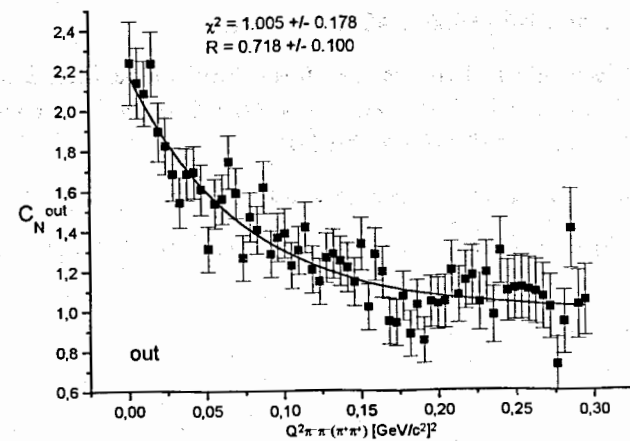


Рис.9. Распределение C_N^{out} для реакции $pr \rightarrow pr\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$

Список литературы

- [1] Goldhaber G. et al., Phys. Rev., 1960, v.120, p.300.
- [2] Копылов Г.И., Подгорецкий М.И., ЯФ, 1972, т.15, с.392; ЯФ, 1973, т.18, с.656; ЯФ, 1973, т.19, с.434.
- [3] Korylov G.I., Phys. Lett., 1974, v.50B, p.472.
- [4] Cocconi G., Phys. Lett., 1974, v.49B, p.459.
- [5] Grassberger P., Nucl. Phys., 1977, v.120B, p.231.
- [6] Gyulassy M. et al., Phys. Rev., 1979, v.20C, p.2267.
- [7] Ледницки Р., Подгорецкий М.И., ЯФ, 1979, т.30, с.837.
- [8] Ледницки Р., Любошиц В.Л., ЯФ, 1982, т.35, с.1316.
- [9] Гришин В.Г., УФН, 1979, т.127 вып.1, с.51.
- [10] Boal D. H., Gerbke C-K., Jennis B.K., Rev. Mod. Phys., 1990, v.62, p.553.
- [11] Lorstäd B., Int. J. Mod-Phys. A, 1989, v.4, p.2861.
- [12] Подгорецкий М.И., ЭЧАЯ, 1989, т.20, вып.3, с.628.
- [13] Бешлиу и др., ЯФ, 1986, т.43, вып.4, с.888.
- [14] Troyan Yu.A. et al., Proc. of the 10 Int. Seminar on High Energy Phys. Probl. Relat. Nucl. Phys. and Quantum Chromodynamics, (Dubna, Sept., 1990), p.149; IPNO-DRE 91-18.
- [15] Любошиц В.Л., Краткие сообщения ОИЯИ, 1995, №6(74), с.109.
- [16] Troyan Yu.A., Краткие сообщения ОИЯИ, 1996, №6(80), с.73.

Рукопись поступила в издательский отдел
29 декабря 1997 года.