

## ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ОСНОВНЫХ ДИАГРАММ OPER-МОДЕЛИ ДЛЯ РЕАКЦИИ $pn \rightarrow pn^+\pi^-$ ПРИ ЭНЕРГИЯХ $1 \div 5$ ГэВ

А.П.Иерусалимов, В.И.Мороз, А.П.Стельмах,  
А.В.Никитин, В.Н.Печенов, Ю.А.Троян

Исследуются эффекты интерференции основных диаграмм модели реджизованного однопионного обмена (OPER) для реакции  $pn \rightarrow pn^+\pi^-$ . Показано, что при импульсах налетающего нейтрона ниже 3 ГэВ/с необходимо учитывать интерференционные эффекты (вклад интерференции в рассчитанное по OPER-модели сечение реакции составляет 23% при  $P_0 = 1,73$  ГэВ/с).

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

### The Interference of the Main Diagrams of OPER-Model for Reaction $pn \rightarrow pn^+\pi^-$ at Energies $1 \div 5$ GeV

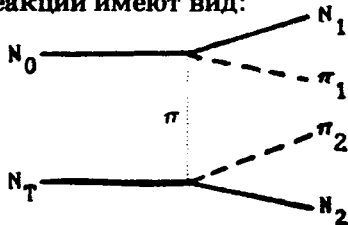
A.P.Ierusalimov et al.

The interference effects are studied for the main diagrams of reggeized  $\pi$ -exchange model (OPER) of the reaction  $pn \rightarrow pn^+\pi^-$ . It is shown that the interference effects must be taken into account at the incident momenta neutrons below 3 GeV/c. The contribution of the interference part is 23% at  $P_0 = 1.73$  GeV/c for the cross section calculated by OPER-model.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Реакция  $pn \rightarrow pn^+\pi^-$  изучалась нами при импульсах налетающего нейтрона  $P_0 = 1,73; 2,23; 3,83$  и  $5,10$  ГэВ/с. Сечения реакции приведены в работе<sup>/1/</sup>, а характерные распределения —  $v^{/2/}$ .

Для описания реакции  $pn \rightarrow pn^+\pi^-$  была выбрана модель реджизованного однопионного обмена (OPER), количественно хорошо описывающая реакции типа  $NN \rightarrow NN\pi\pi$ <sup>/3/</sup>. Основные диаграммы для этого типа реакций имеют вид:

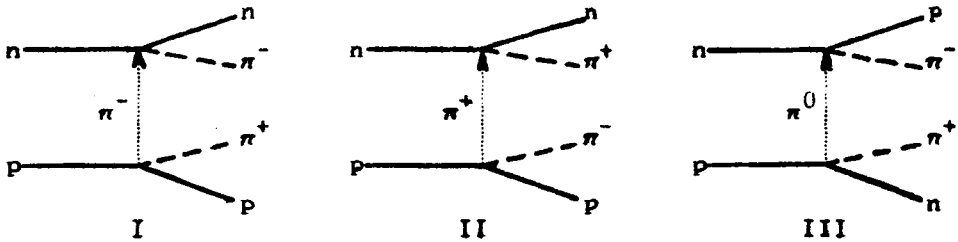


Матричный элемент такой диаграммы записывается следующим образом:

$$M_{NN \rightarrow NN\pi\pi} = T_{\pi N_0 \rightarrow \pi_1 N_1} \frac{F}{(t - \mu^2)} T_{\pi N_T \rightarrow \pi_2 N_2}, \quad (1)$$

где  $T_{\pi N}$  — амплитуда упругого  $\pi N$ -рассеяния вне массовой поверхности;  $F$  — формфактор, описывающий факторизованную зависимость схода с массовой поверхности обеих амплитуд;  $1/(t - \mu^2)$  — пропагатор  $\pi$ -мезона.

В соответствии с этой моделью основной вклад в реакцию  $pr \rightarrow pr\pi^+\pi^-$  дают три диаграммы:



Обычно, как в OPER-модели, так и в большинстве других моделей однопионного обмена, интерференцией между диаграммами пренебрегают и ее вклад в сечения реакций и влияние на физические характеристики процессов не исследуются. Нам представляется интересным изучить эффекты интерференции диаграмм I-III OPER-модели для реакции  $pr \rightarrow pr\pi^+\pi^-$ .

Матричный элемент реакции  $pr \rightarrow pr\pi^+\pi^-$  можно записать в виде:

$$M = M_I + M_{II} + M_{III}, \quad (2)$$

где  $M_I$ ,  $M_{II}$  и  $M_{III}$  — матричные элементы, соответствующие диаграммам I-III. Квадрат матричного элемента реакции после необходимых преобразований примет вид:

$$|M|^2 = F_I H_1 F_I + F_{II} H_2 F_{II} + F_{III} H_3 F_{III} + \\ + F_I H_4 F_{II} + F_I H_5 F_{III} + F_{II} H_6 F_{III}, \quad (3)$$

где  $F_{I-III}$  — формфакторы для соответствующих диаграмм, а

$H_1$  — некоторые функции, определяемые свойствами диаграмм I-III. В формуле (3) члены с первого по третий отвечают неинтерференционной части матричного элемента, а с четвертого по шестой — являются результатом интерференции рассматриваемых диаграмм.

Исследование различных типов формфакторов, применяемых в моделях однопионного обмена, показало, что лучшее описание экспериментальных данных реакции  $pp \rightarrow pp\pi^+\pi^-$  получается при использовании формфактора, предложенного в работе <sup>/4/</sup>:

$$F = e^{[R_2 + \alpha'_{\pi} \ln(\frac{S\kappa_1^2 \kappa_2^2}{S_0 S_1 S_2})] \frac{t - \mu^2}{1 - R(t - \mu^2)}} \quad (4)$$

Для подбора свободных параметров  $R$  и  $R_2$  в соответствии с приведенной в работе <sup>/5/</sup> методикой выделена такая кинематическая область реакции  $pp \rightarrow pp\pi^+\pi^-$ , где вклады других диаграмм (обмен помероном, однобарионный обмен и др.), кроме диаграмм I-III, пренебрежимо малы. По результатам проведенных расчетов нами были выбраны следующие значения параметров:  $R = 4,0 \text{ ГэВ}^{-2}$  и  $R_2 = -0,8 \text{ ГэВ}^{-2}$ .

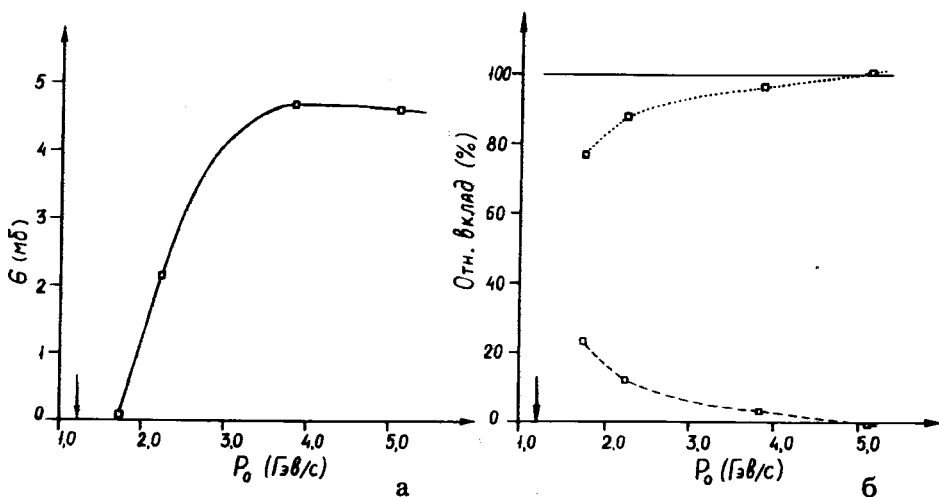


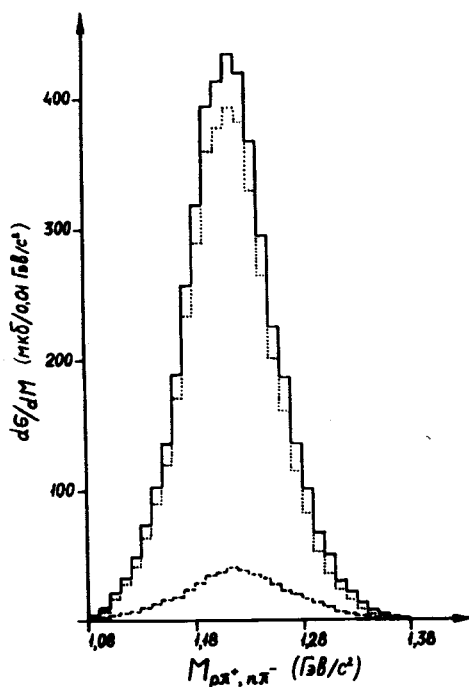
Рис. 1.  $\sigma_{pp \rightarrow pp\pi^+\pi^-}$  — сечение реакции  $pp \rightarrow pp\pi^+\pi^-$ , рассчитанное по OPER-модели (а). Относительные вклады в сечение неинтерференционной и интерференционной частей матричного элемента реакции  $pp \rightarrow pp\pi^+\pi^-$ . Сплошная кривая — полное сечение, точечная кривая — неинтерференционная часть, пунктир — интерференционная часть (б).

На рис. 1а показаны величины сечений  $\sigma_{\text{np} \rightarrow \text{np}\pi^+\pi^-}$  для соответствующих импульсов налетающих нейтронов, вычисленные по OPER-модели. На рис. 1б приведены относительные величины вкладов неинтерференционных (точки) и интерференционных (пунктир) членов матричного элемента в  $\sigma_{\text{np} \rightarrow \text{np}\pi^+\pi^-}$ . Видно, что при импульсах налетающего нейтрона выше 3 ГэВ/с вкладом интерференции можно пренебречь. Однако при меньших импульсах этот вклад становится значительным (23% при  $P_0 = 1,73$  ГэВ/с). Отметим, что при  $P_0 = 5,10$  ГэВ/с вклад интерференции отрицателен и равен  $-(0,8 \pm 0,1)\%$ .

Рассмотрим, как влияет интерференция диаграмм I-III на некоторые физические характеристики реакции  $\text{np} \rightarrow \text{np}\pi^-\pi^+$  при малых энергиях.

На рис. 2 представлено теоретическое распределение эффективных масс комбинаций  $(\text{p}\pi^-)$  и  $(\text{p}\pi^+)$  при  $P_0 = 2,23$  ГэВ/с. Видно, что неинтерференционная и интерференционная части распределения  $M_{\text{p}\pi^-, \text{p}\pi^+}$  имеют одинаковый вид. Это может быть объяснено тем, что во всех трех диаграммах I-III доминирует рождение  $\Delta_{33}$ -резонанса. На рис. 3 показано теоретическое распределение по квадрату переданного 4-импульса от налетающего нейтрона к комбинации  $(\text{p}\pi^-)$  при  $P_0 = 2,23$  ГэВ/с. Максимум интерференционной части в распределении по  $t_0 \rightarrow \text{p}\pi^-$  находится при  $-0,5$  (ГэВ/с)<sup>2</sup>, а неинтерференционной части — при  $-0,4$  (ГэВ/с)<sup>2</sup>.

Влияние интерференции наиболее заметно в теоретическом распределении по эффективным массам  $(\text{p}, \text{p})$ -комбинаций при



Влияние интерференции наиболее заметно в теоретическом распределении по эффективным массам  $(\text{p}, \text{p})$ -комбинаций при

Рис. 2. Распределение по эффективным массам  $(\text{p}\pi^+)$ - и  $(\text{p}\pi^-)$ -комбинаций из реакции  $\text{np} \rightarrow \text{np}\pi^+\pi^-$ , рассчитанное по OPER-модели при  $P_0 = 2,23$  ГэВ/с. Сплошная кривая — полное распределение, точечная кривая — вклад неинтерференционной части, пунктир — вклад интерференции.

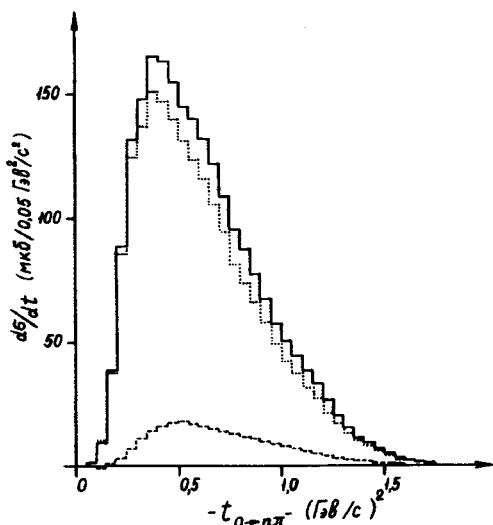
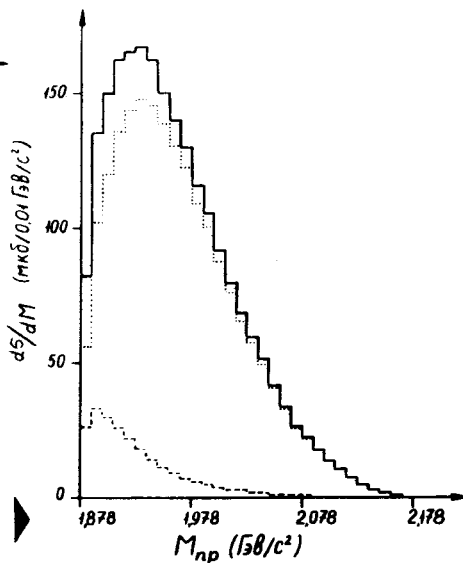


Рис. 4. Распределение по эффективным массам (n,p)-комбинаций из реакции  $np \rightarrow np\pi^+\pi^-$ , рассчитанное по OPER-модели при  $P_0 = 2,23$  ГэВ/с. Сплошная кривая — полное распределение, точечная кривая — вклад неинтерференционной части, пунктир — вклад интерференции.

Рис. 3. Распределение по квадрату переданного 4-импульса от налетающего нейтрона к комбинации  $(n\pi^-)$  из реакции  $np \rightarrow np\pi^+\pi^-$ , рассчитанное по OPER-модели при  $P_0 = 2,23$  ГэВ/с. Сплошная кривая — полное распределение, точечная кривая — вклад неинтерференционной части, пунктир — вклад интерференции.



$P_0 = 2,23$  ГэВ/с, представленном на рис. 4. Отчетливо видно, что интерференция диаграмм I-III дает существенный вклад в распределение по  $M_{n,p}$  вблизи суммы масс. Поэтому пренебрежение интерференцией диаграмм I-III может привести к ухудшению описания экспериментальных данных реакции  $np \rightarrow np\pi^+\pi^-$  и ошибке в определении вклада механизма OPER-модели при малых энергиях, а также к неоправданному привлечению других механизмов или изменению величины их вкладов в реакцию  $np \rightarrow np\pi^+\pi^-$ . Область же малых  $M_{np}$ , где вклад интерференции при малых энергиях наиболее заметен, открывает интересные возможности экспериментального исследования интерференционных эффектов в реакции  $np \rightarrow np\pi^+\pi^-$ . Возможен заметный вклад в область малых  $M_{np}$

и других процессов, таких как взаимодействие нуклонов в конечном состоянии<sup>/6/</sup>.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что для реакции  $pn \rightarrow pn^+\pi^-$  при энергиях налетающего нейтрона выше 3 ГэВ интерференцией диаграмм I-III можно пренебречь (уже при  $P_0 = 3,83$  ГэВ/с ее вклад в сечение не превышает 3%). При меньших энергиях влияние интерференции становится значительным и должно быть учтено как при вычислении по OPER-модели сечений, так и при исследовании характеристик реакции  $pn \rightarrow pn^+\pi^-$ .

Авторы выражают благодарность Г.И.Лыкасову за полезные обсуждения.

### Л и т е р а т у р а

1. Бешлиу К.и др. — ЯФ, 1986, т.43, вып.4, с.888.
2. Абдивалиев А. и др. — ОИЯИ, Б1-1-12181, Дубна, 1979.
3. Боресков К.Б. и др. — ЯФ, 1972, т.15, вып.2, с.557.
4. Пономарев Л.А. и др. — ЭЧАЯ, 1976, т.7, вып.1, с.186.
5. Van Apeldon G.W. et al. — Z. Phys. C, Particles and Fields, 1982, v.12, p.95.
6. Глаголев В.В. и др. — ЭЧАЯ, т.13, вып.1, с.130;  
Glagolev V.V. et al. — Z. Phys. A, Atomic Nuclei, 1986, v.325, p.391.

Рукопись поступила 22 марта 1989 года.