

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P2-84-781

И.И.Гайсак, В.К.Сусленко*

АНАЛИЗ МАТРИЧНОГО ЭЛЕМЕНТА МОДЕЛИ
ОДНОПИОННОГО ОБМЕНА РЕАКЦИИ $pp \rightarrow p\pi^+$
ПРИ ЭНЕРГИИ $T = 800$ МэВ

Направлено в журнал "Ядерная физика"

* Радиевый институт им. В.Г.Хлопина, Ленинград

1984

Наиболее важная цель экспериментального исследования реакций столкновения состоит в получении данных в условиях кинематически полного эксперимента, соответствующих с точностью до множителя плотности фазового объема (п.ф.о.) непосредственно матричному элементу реакции.

Для реакции $p + p \rightarrow n + p + \pi^+$ (I)

эксперимент такого типа состоит в регистрации на совпадения (любых) двух из трех конечных частиц. В пробном эксперименте, в котором регистрировались $p\pi^+$ -совпадения [1], отсутствовала абсолютная градуировка, и потому его результаты не могли использоваться для сравнения с теоретическим описанием. Пригодный для такой цели эксперимент выполнен в работе [2] и состоит в измерении величины $\Delta N_{совп} / \Delta q_p \cdot \Delta \Omega_p \cdot \Delta \Omega_\pi$ для реакции (I) в схеме на совпадения вылетающих протона и пиона-плюс в компланарной геометрии, представленной в виде функции от импульса q_p вылетающего протона при четырех наборах пар фиксированных углов вылета протона и пиона-плюс, Θ_p^L и Θ_π^L в л.с.

Теоретический анализ матричного элемента реакции (I) основан на соотношении

$$\frac{\Delta N_{совп}}{c \cdot \Delta q_p \cdot \Delta \Omega_p \cdot \Delta \Omega_\pi} \approx \frac{d^5 \sigma}{dq_p d\Omega_p d\Omega_\pi} \equiv \sigma_{px} = (\text{п.ф.о.}) \left| \mathcal{M}_{fi} \right|^2 \quad (2)$$

где c — известный нормировочный множитель [2].

Квадрат матричного элемента $\left| \mathcal{M}_{fi} \right|^2$ для реакции (I) определялся в [3,4], где нами рассмотрен вариант модели одно-пионного обмена (ОРЕМ), в котором:

а) строго учитываются все вклады от четырех фейнмановских полюсных диаграмм рис. I, включая все возможные их интерференции;



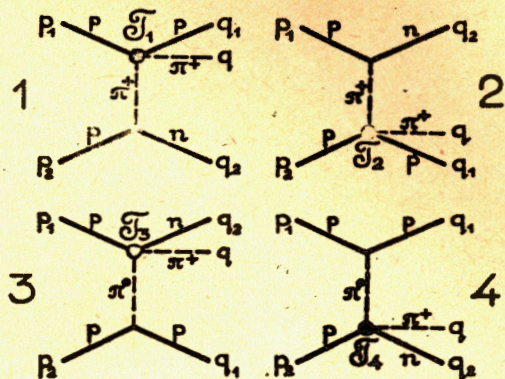


Рис.1. Полюсные фейнмановские диаграммы, сопоставляемые реакции (I) в рамках ОРЕМ.

б) в виртуальном πN^0 -рассеянии принимается во внимание вклад только от амплитуды 33-резонанса.

Результаты нашего расчета для ${}^5\sigma_{p\pi}$ приведены на рис.2,

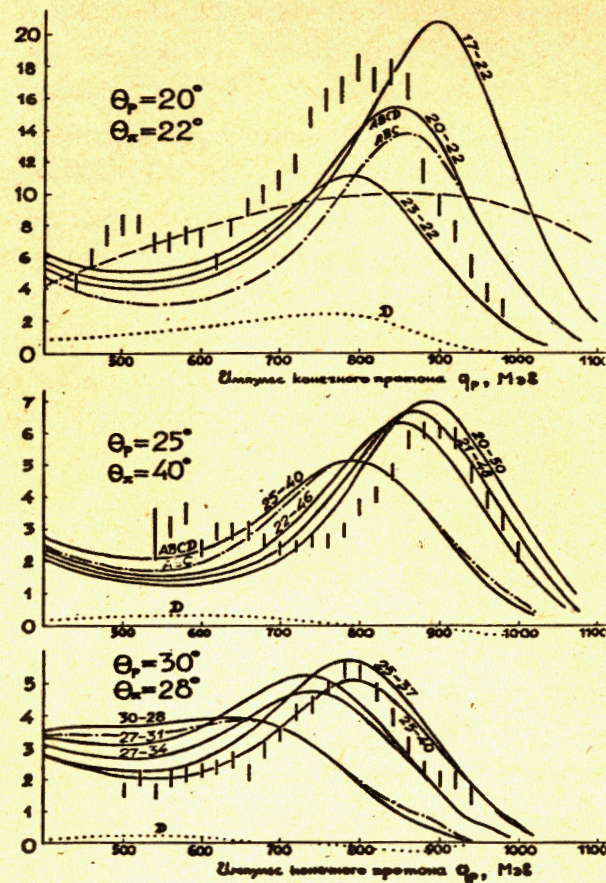
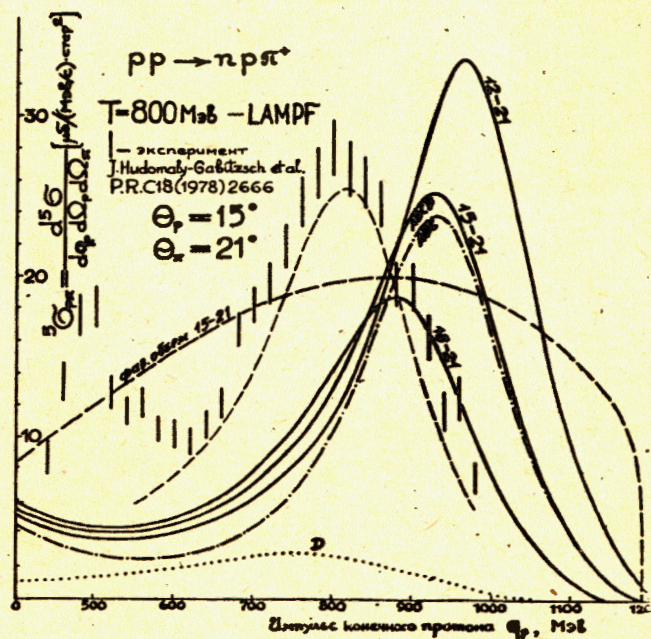


Рис.2. Зависимость плотности дифференциального сечения 5-порядка ${}^5\sigma_{p\pi}$ от импульса q_p вылетающего протона, угла его вылета θ_p^L и угла вылета пиона-плюс θ_π^L в реакции $pp \rightarrow pn\pi^+$ при начальной энергии протонов $T = 800$ МэВ. Сплошные жирные кривые — расчет по ОРЕМ [4], пунктирные кривые — фазовый объем, точечные кривые — вклад интерференций диаграмм I,3 и 2,4 рис.1.
 | — экспериментальные данные.

откуда следует, что не наблюдается хорошего согласия. Этот результат не согласуется с результатами сравнения ОРЕМ с экспериментом на уровне спектров 3-порядка ${}^3\sigma_{\pi}$, представляющих хотя и более грубую, но весьма обширную информацию (см. работу [6]). Учитывая факт хорошего согласия ОРЕМ с экспериментом на уровне величин ${}^3\sigma_{\pi}$, интересно попытаться установить причину расхождений теории и эксперимента на уровне величин ${}^5\sigma_{p\pi}$. С этой целью нами предприняты вычисления величин ${}^5\sigma_{p\pi}$ в зависимости от вариаций углов θ_p^L и θ_{π}^L в пределах $\Delta\theta_p^L, \Delta\theta_{\pi}^L \leq |\pm 10^\circ|$ вокруг четырех пар величин углов, фиксированных в работе [2].

Результаты этих вычислений указывают на весьма резкую зависимость ${}^5\sigma_{p\pi}$ от изменения углов θ_p^L и θ_{π}^L . Таким образом, можно допустить, что имеющиеся расхождения частично могут быть отнесены на счет неточностей в определении θ_p^L и θ_{π}^L , обусловленных размерами регистрирующих частицы приборов.

В работах [2,5], в которых учитывались помимо обмена π -мезоном вклады ρ -мезона [2], вклады нерезонансных S- и P-волн и $N^*(1470)$ -резонанса [5], получено хорошее согласие. Однако наши расхождения не могут быть отнесены за счет этих усложнений, поскольку качественно эти вклады близки к поведению вкладов от обмена π -мезоном [2]. Имеющееся расхождение наших расчетов по ОРЕМ и расчетов по другим вариантам этой же модели в [2,5], содержащих, в частности, формфактор других видов, несколько отличающиеся значения эффективной массы 33-резонанса, пока остается не выясненным. В любом случае следует иметь в виду, что для окончательных выводов о применимости нашего варианта ОРЕМ к реакции (I) имеющийся набор данных только для четырех пар углов явно не достаточен, к тому же эти пары значений углов выбирались, по-видимому, довольно случайным образом. В этой связи представляется информативным эксперимент, в котором фиксируется угол вылета одной из частиц, например

мер протона, и проходится с некоторым шагом широкий интервал допустимых углов вылета другой частицы, например пиона, в рассматриваемой реакции (I). Результаты расчета по ОРЕМ, выполненные нами для такого типа эксперимента при $\theta_p^L = 15^\circ$ и набора углов θ_{π}^L от 5° до 145° , приведены на рис.3. Здесь же изображены зависимости величины импульса протона q_p в максимуме ${}^5\sigma_{p\pi}$ и максимальных значений ${}^5\sigma_{p\pi}^{\max}$ в виде функции от угла вылета пиона θ_{π}^L . Расчет выполнен для начальной энергии протонов $T = 800$ МэВ.

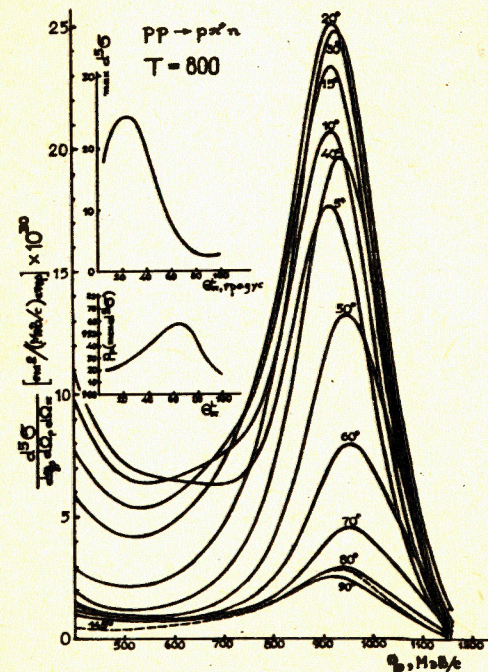


Рис.3. То же, что на рис.2.

Сплошные жирные кривые — расчет по ОРЕМ [4] при $\theta_p^L = 15^\circ$ и $\theta_{\pi}^L = 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90^\circ$; кривая пунктирная — для $\theta_{\pi}^L = 145^\circ$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р.Я.Зулькарнеев и др. ЯФ, 1971, 14, 989.
2. Hudomalj-Gabitzsch et al. Phys.Rev.1978, C18, 2666.
3. Сусленко В.К. ОИЯИ, 2-10657, Дубна, 1977.
4. Сусленко В.К., Гайсак И.И. ОИЯИ P2-83-298, Дубна, 1983.
5. Werwest B.J. Phys.Lett., 1979, 83B, 161.
6. Сусленко В.К., Гайсак И.И. ОИЯИ, P2-84-780, Дубна, 1984.

СООБЩЕНИЯ, КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ, ПРЕПРИНТЫ И СБОРНИКИ ТРУДОВ КОНФЕРЕНЦИЙ, ИЗДАВАЕМЫЕ ОБЪЕДИНЕННЫМ ИНСТИТУТОМ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ЯВЛЯЮТСЯ ОФИЦИАЛЬНЫМИ ПУБЛИКАЦИЯМИ.

Ссылки на СООБЩЕНИЯ и ПРЕПРИНТЫ ОИЯИ должны содержать следующие элементы:

- фамилии и инициалы авторов,
- сокращенное название Института /ОИЯИ/ и индекс публикации,
- место издания /Дубна/,
- год издания,
- номер страницы /при необходимости/.

Пример:

1. *Первушин В.Н. и др. ОИЯИ, P2-84-649, Дубна, 1984.*

Ссылки на конкретную СТАТЬЮ, помещенную в сборнике, должны содержать:

- фамилии и инициалы авторов,
- заглавие сборника, перед которым приводятся сокращенные слова: "В кн."
- сокращенное название Института /ОИЯИ/ и индекс издания,
- место издания /Дубна/,
- год издания,
- номер страницы.

Пример:

Колпаков И.Ф. В кн. XI Международный симпозиум по ядерной электронике, ОИЯИ, Д13-84-53, Дубна, 1984, с.26.

Савин И.А., Смирнов Г.И. В сб. "Краткие сообщения ОИЯИ", № 2-84, Дубна, 1984, с.3.

Рукопись поступила в издательский отдел

7 декабря 1984 года.

Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

ИНДЕКС	ТЕМАТИКА	Цена подписки на год
1.	Экспериментальная физика высоких энергий	10 р. 80 коп.
2.	Теоретическая физика высоких энергий	17 р. 80 коп.
3.	Экспериментальная нейтронная физика	4 р. 80 коп.
4.	Теоретическая физика низких энергий	8 р. 80 коп.
5.	Математика	4 р. 80 коп.
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия	4 р. 80 коп.
7.	Физика тяжелых ионов	2 р. 85 коп.
8.	Криогеника	2 р. 85 коп.
9.	Ускорители	7 р. 80 коп.
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных	7 р. 80 коп.
11.	Вычислительная математика и техника	6 р. 80 коп.
12.	Химия	1 р. 70 коп.
13.	Техника физического эксперимента	8 р. 80 коп.
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами	1 р. 70 коп.
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях	1 р. 50 коп.
16.	Дозиметрия и физика защиты	1 р. 90 коп.
17.	Теория конденсированного состояния	6 р. 80 коп.
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники	2 р. 35 коп.
19.	Биофизика	1 р. 20 коп.

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79.

Гайсақ И.И., Сусленко В.К.

P2-84-781

Анализ матричного элемента модели однопионного обмена реакции $pp \rightarrow pp\pi^+$ при энергии $T = 800$ МэВ

Для реакции $pp \rightarrow pp\pi^+$ при $T = 800$ МэВ выполнено сравнение расчетов по уточненной модели однопионного обмена /ОРЕМ/ с первыми экспериментальными данными 5-порядка дифференциальности $d^5\sigma/d\Omega_p d\Omega_\pi$, соответствующими умноженному на плотность фазового объема матричному элементу данной реакции, и обсуждаются результаты проведенного анализа.

Работа выполнена в Лаборатории теоретической физики и Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Haysak I.I., Suslenko V.K.

P2-84-781

A Study of the One-Pion Exchange Model Matrix Element at 800 MeV for the Reaction $pp \rightarrow pp\pi^+$

For the reaction $pp \rightarrow pp\pi^+$ at the initial proton kinetic energy $T = 800$ MeV the results of calculations using the improved version of the one-pion exchange model - OPEM - are presented. A comparison is made with the 5-th order experimental data $\Delta N_{\text{coin}}/c \cdot \Delta\Omega_p \cdot \Delta\Omega_\pi$ corresponding exactly to the matrix element of the given reaction multiplied by the phase space density. This results of the analysis are discussed.

The investigation has been performed at the Laboratory of Theoretical Physics and Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984