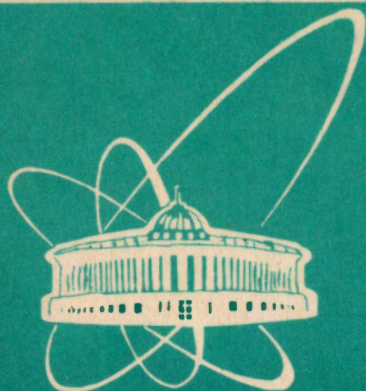


93-64



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P1-93-64

Ю.И.Иваньшин

К ВОПРОСУ О ПЕРВОМ РАДИАЛЬНОМ
ВОЗБУЖДЕНИИ ПИОНА

1993

В эксперименте, проведенном коллаборацией Болонья-Дубна-Милан на пятиметровом магнитном искровом спектрометре (МИС) ОИЯИ на ускорителе ИФВЭ (г.Протвино), были обнаружены два резонансных состояния с квантовыми числами π -мезона (с массами 1240 ± 30 и 1770 ± 30 МэВ), которые были интерпретированы как первое и второе радиальные возбуждения пиона^{/1/}.

Проведенный позже теоретический анализ^{/2/} поставил под сомнение справедливость указанной выше нумерации этих резонансов. В этой работе было использовано в качестве теоретической модели решение релятивистского динамического уравнения для составных двухчастичных систем^{/3,4/} и проведено фитирование экспериментальных результатов совместно для π - и ρ -мезонов. В качестве экспериментальных точек для фита были взяты ρ -мезон (770 МэВ) и два его радиальных возбуждения (1250 и 1680 МэВ) и π -мезон (140 МэВ) с двумя его радиальными возбуждениями (1240 и 1770 МэВ). Выяснилось, что ни при каких значениях параметров теоретической модели невозможно описать экспериментальные данные, если радиальные возбуждения ρ - и π -мезонов считать первым и вторым для обеих частиц. Однако если резонансы 1240 и 1770 МэВ рассматривать как второе и третье радиальные возбуждения π -мезона, теоретическая модель прекрасно удовлетворяет эксперименту и в этом случае предсказывает положение первого радиального возбуждения π -мезона в районе 700-800 МэВ (в зависимости от выбора вида потенциала).

В настоящее время на Протвинском ускорителе происходит набор экспериментальных данных на модернизированной установке МИС-2 с целью обнаружения этого состояния. В триггерную часть установки введен кремниевый детектор Si, находящийся непосредственно после мишени (по ходу пучка, рис.1). Этот детектор выдает совпадательный сигнал при прохождении через него трех

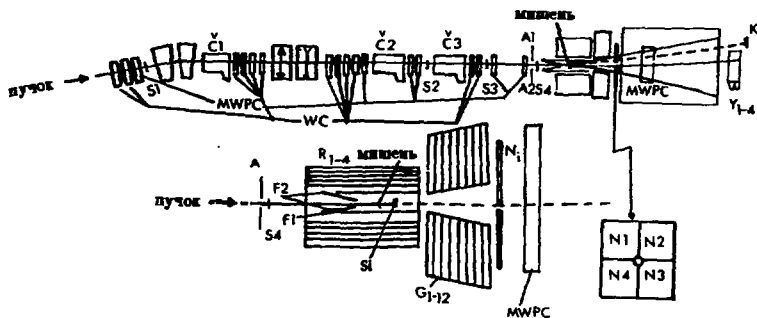


Рис.1. Схема установки МИС-2 ОИЯИ

заряженных частиц, что увеличивает эффективность триггера к отбору трехлучевых взаимодействий пучковых частиц с ядрами мишени. Кроме того, N_1 -счетчик с увеличенным отверстием ($35 \times 55 \text{ мм}^2$) включен в триггер как антисовпадательный. Это подавляет события с большой эффективной массой, так что в новой постановке эксперимента для поиска резонанса в области 700–800 МэВ акцептанс установки резко падает для масс трехпионных систем, больших 900 МэВ, из-за прохождения хотя бы одного пиона через любую из четвертей N_1 -счетчика (рис.2). Кривая же геометрического акцептанса прежней установки МИС ОИЯИ^{5/} имела спад эффективности влево от массы 900 МэВ (рис.3). Это происходило за счет пролета всех трех

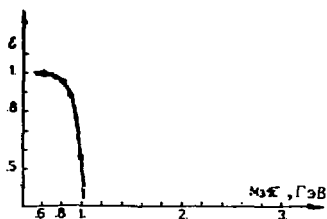


Рис.2. Геометрический аксептанс устансвки МИС-2 ОИЯИ

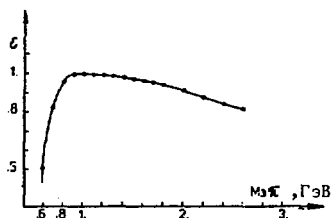


Рис.3. Геометрический аксептанс установки МИС ОИЯИ

π -мезонов в отверстие диаметром 20 мм N_1 -счетчика, включенного на совпадения с целью подавления регистрации взаимодействий на воздухе в пространстве между мишенью и пропорциональной камерой MWPC (рис.1). Такое включение счетчика N_1 не ухудшало аксептанс установки в области резонансов A_1 и A_2 , которая являлась тогда основной темой исследования. Именно по этой причине ранее при анализе экспериментальных данных не проводился поиск резонансных состояний в области трехпионных масс, меньших 900 МэВ.

В настоящей работе обращается внимание на возможность еще до завершения набора и обработки информации (в новой постановке эксперимента) получить предварительные сведения о существовании предсказанного трехпионного резонанса с квантовыми числами пиона в области масс 700–800 МэВ на основании анализа данных первого эксперимента.

Действительно, в спектрах инвариантных масс 3-х пионов (рис.4) с передаваемым 4-импульсом t' , меньшим первого дифракционного минимума^{/6/}, левее 900 МэВ можно насчитать несколько тысяч событий - количество вполне достаточное

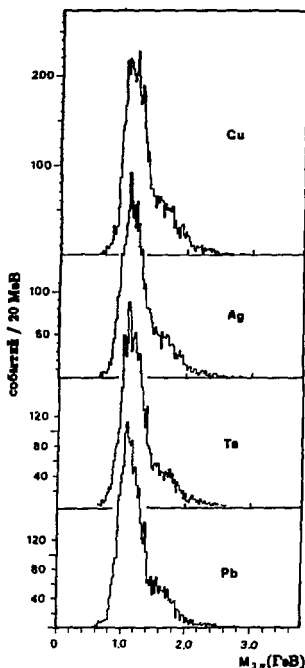


Рис.4. Распределение инвариантных масс трехпионных систем с 4-передачей t' , меньшей первого дифракционного минимума

для проведения парциально-волнового анализа (ПВА) и в этой области. Безусловно, задача эта - довольно сложная и не только в связи с малым объемом экспериментального материала. Дело в том, что резкий спад геометрической эффективности установки МИС ОИЯИ по-разному отражается на парциальных волнах^{/7/}, что требует исследования эффективности установки к отдельным парциальным волнам.

Кроме того, в связи с близостью в объеме спектрометра треков двух отрицательных пионов происходит падение эффективности реконструкции трехпионных событий в области масс, меньших 900 МэВ, так как программа автоматического распознавания треков начинает воспринимать эти два трека как один трек.

Уместно, в связи с этим, разбить решение задачи на два этапа. Сначала следует провести предварительный анализ событий во всей области ниже 900 МэВ по той же процедуре анализа, по которой он проводился в области больше 900 МэВ. Если такой анализ даст указание на резонансное поведение волны 0^-S , соответствующей квантовым числам пиона, то на втором этапе можно будет более точно исследовать соответствующий диапазон эффективных масс. Этот этап должен будет включать, во-первых, полуавтоматическую обработку событий с двумя отрицательными треками, воспринятыми программой реконструкции событий как один^{*)}, и, во-вторых, учитывать акселтанс установки к отдельным парциальным волнам.

Что касается корректного учета парциального акселтанса установки, то вместо того, чтобы использовать матричные элементы из экспериментов при других энергиях¹⁷⁾ (поскольку там эффективность низка во всем исследуемом диапазоне масс), можно начать генерировать события для интервала 850–900 МэВ, используя результаты ПВА в интервале 900–950 МэВ, где геометрическая эффективность близка к 100%. Затем пропускать эти события через Монте-Карло модель спектрометра, проводить ПВА в интервале 850–900 МэВ, по результатам генерировать события для интервала 800–850 МэВ и т.д. Таким способом можно пройти

*) Полуавтоматическая обработка требуется для событий с одним положительным и одним отрицательным π -мезонами, сумма импульсов которых меньше импульса пучковой частицы на величину, близкую к импульсу отрицательного π -мезона.

весь диапазон меньше 900 МэВ, не прибегая к использованию данных других экспериментов.

В случае получения в анализе данных с установки МИС ОИЯИ указаний на существование резонанса в области масс, меньших 900 МэВ, можно будет дать конкретные рекомендации для более эффективного проведения набора данных на установке МИС-2, сделав триггер более жестким за счет сужения массового диапазона поиска, а также для определения необходимого для анализа объема экспериментального материала.

В заключение выражаю глубокую благодарность А.А.Тяпкину за поддержку постановки данной задачи, а также И.М.Василевскому и В.А.Петрову за полезные обсуждения.

Литература

1. G. Bellini et al. Phys. Rev. Lett., **48**, p.1697 (1982)
2. Ю.И.Иваньшин и др. ОИЯИ P2-83-727, Дубна (1982)
3. Logunov A. A., Tavkheldidze A. N. Nuovo Cim., **29**, p.280 (1963)
4. Kadyshevsky V. G. Nucl. Phys., **B6**, p.125 (1968)
5. М.А.Ананьева и др. ОИЯИ P10-83-759, Дубна (1983)
6. G. Bellini et al. Nucl. Phys., **B199**, p.1 (1982)
7. M. Zielinski et al. Phys. Rev., **D30**, p.1855 (1984)

Рукопись поступила в издательский отдел
2 февраля 1993 года.