

РОЖДЕНИЕ СИСТЕМЫ  $2\pi^+\pi^-$  НА ЛЕГКИХ ЯДРАХ $\pi^-$ -МЕЗОНАМИ С ИМПУЛЬСОМ 4 Гэв/с

А. Д. Василькова, М. Г. Горнов, Ж. И. Маталыгина,  
В. И. Левина, В. П. Протасов, Ф. М. Сергеев

Показано, что процесс с участием виртуальной изобары  $\Delta^-$  (1238) отсутствует. В основном механизм реакции определяется рождением виртуального  $\pi^-$ -мезона с его последующим поглощением в ядре.

Одним из возможных механизмов ядерных реакций в пучках высоких энергий является процесс с образованием виртуальных частиц и их последующим взаимодействием внутри ядра. Общеизвестна важность изучения таких процессов, поскольку они содержат информацию о ядерной реакции, а также о взаимодействии виртуальных частиц с ядрами или его частью, в том числе и нуклонами. Последнее особенно интересно, если в качестве виртуальных выступают резонансы. Экспериментальное исследование указанной области практически только начинается [1].

Нами была предпринята попытка выделения ядерной реакции с образованием виртуальной изобары  $\Delta^-$ , взаимодействующей с остаточным ядром. С этой целью во фреоновой пузырьковой камере МИФИ (ядра С, F, Cl), облученной  $\pi^-$ -мезонами с импульсом 4 Гэв/с, изучался процесс  $\pi^- + A \rightarrow 2\pi^+ + \pi^- + n\gamma + A^*$  (1) ( $A, A^*$  — начальное и конечное состояние ядра соответственно;  $n \geq 0$ ). Представлялось, что для решения поставленной задачи реакция (1) является оптимальной, поскольку сечение "опорной" реакции  $\pi^- + p \rightarrow 2\pi^+ + 2\pi^- + n$  (2) достигает максимума в области первичных импульсов 4 - 6 Гэв/с, и при этом выход изобары  $\Delta^-$  (1238) составляет 30% от полного сечения ( $\sim 300$  мкб). Отбрасывая события, топологически соответствующие реакции (1) без видимых продуктов развала ядра или сопровождающиеся испусканием протонов с  $E_{\text{кин}} \lesssim 30$  Мэв. После измерений было оставлено 1023 реакции (1), отвечающие средней ошибке в импульсе вторичной частицы мень-

ше 14%. Положительные частицы с импульсами до 0,6 – 0,7 Гэв/с идентифицировались стандартными методами. Анализ показал, что доля звезд с релятивистскими протонами в изучаемой выборке не превосходит 0,3.

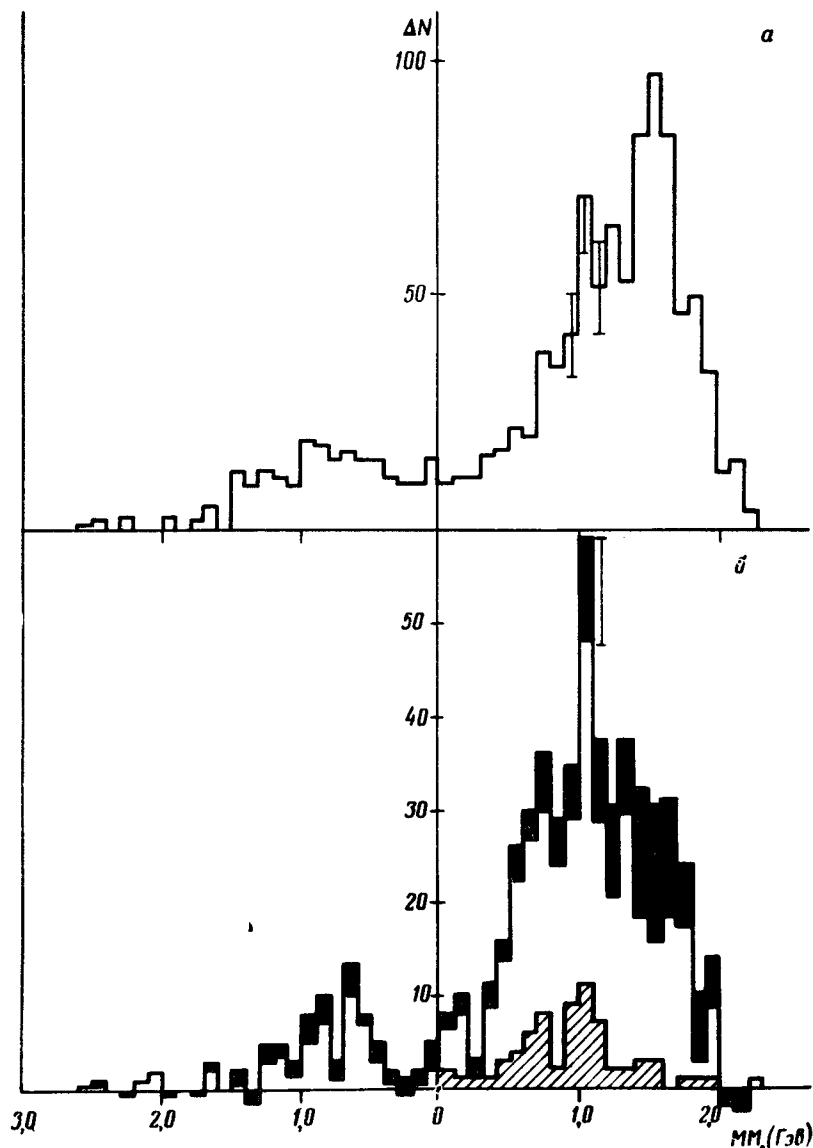


Рис. 1. Распределение масс, недостающих к системе  $2\pi^+\pi^-$ : а – реакции с  $\gamma$ -квантами сопровождения, б – без  $\gamma$ -квантов. Зачернена поправка на эффективность регистрации  $\gamma$ -квантов в камере. В распределениях учтен вес событий, определяющийся условиями отбора для измерений. Заштрихована гистограмма для реакций с  $t < 0,5$  ( $\text{Гэв}/\text{с}$ )<sup>2</sup>, вес не учитывался

Для отобранных событий был построен спектр недостающих масс  $MM$  к системе наблюдаемых мезонов ( $2\pi^+\pi^-$ ) в предположении, что первичный процесс идет на покоящемся протоне ядра (рис. 1). В спектре выборки без  $\gamma$ -квантов сопровождения (рис. 1) проявляется сравнитель-

но узкий ( $\Delta \sim 100 \div 150$  мэв) пик в области  $1,0 \text{ Гэв} \leq MM \leq 1,1 \text{ Гэв}$ . Спектр недостающих масс для событий с  $\gamma$ -квантами (рис. 1) не обнаруживает таких резко выраженных особенностей. Анализ положения пика рис. 1, б в зависимости от величины передаваемого 4-импульса  $t$  показывает, что пик в основном определяется событиями с  $t < 0,5 (\text{Гэв}/c)^2$ .

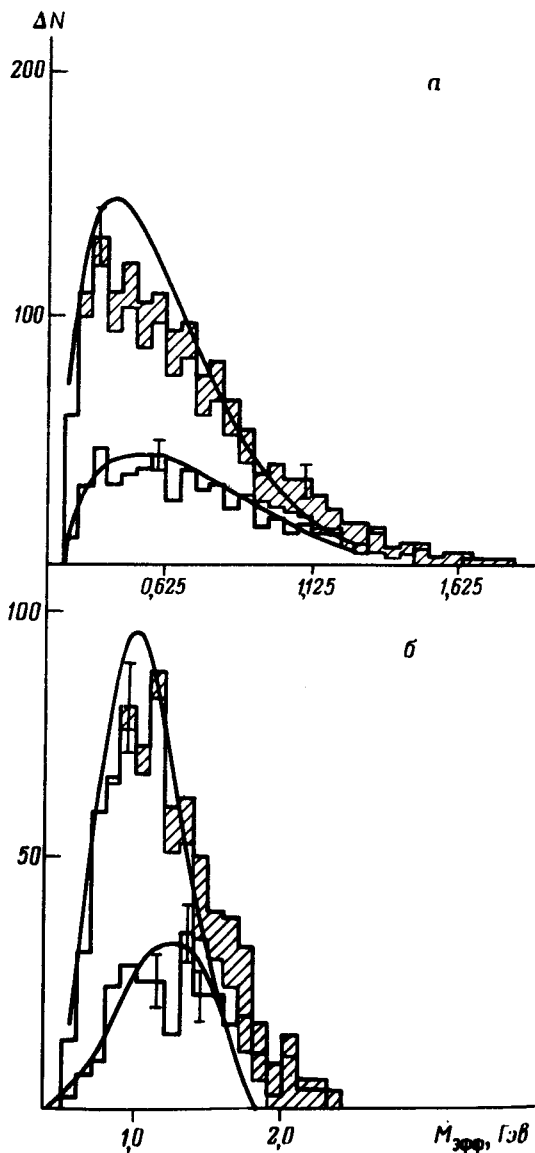


Рис. 2. Распределение эффективных масс, для всех событий с  $MM > 0$ : а — комбинация  $(\pi^+ \pi^-)$ , б — комбинация  $(2\pi^+ \pi^-)$ . Нижние гистограммы — выборки без  $\gamma$ -квантов сопровождения. Заштрихованы события вне области экспериментального разрешения  $MM$  для реакции на отдельном нуклоне ( $0 < MM < 0,6 \text{ Гэв}$ ). Плавные кривые — расчет по программе "ФОРС"

Проследить движение пика в зависимости от величины передаваемого трехмерного импульса  $P$  при достигнутой статистике не удастся. Исходя из положения и ширины обсуждаемого пика и изучив возможности его образования за счет чисто методических эффектов, можно прийти к заключению, что наблюдаемая особенность обусловлена в основном мягкими  $\pi^-$ -мезонами с импульсом менее  $40 \text{ Мэв}/c$ , которые имеют пробег, недостаточный для их регистрации в камере. Моделирование с помощью программы "ФОРС" подтверждает возможность такой имита-

ции. "Плечо" в области  $MM \sim 1 \text{ Гэв}$  в спектре событий с  $\gamma$ -квантами сопровождения, о котором можно говорить с определенной долей осторожности, формируется (при тех же условиях) низкоэнергетическими  $\pi^-$ -мезонами, перезаряжающимися вблизи родительского ядра. Таким образом, основная часть спектра рис. 1 для  $MM \gtrsim 1 \text{ Гэв}$  не имеет особенностей, имеющих физическую природу, и связана с образованием виртуальных  $\pi^-$ -мезонов, поглощающихся (перезаряжающихся) в ядре. Для проверки предположения о том, что виртуальная изобара, (которая в нашем случае рождается с импульсами выше  $0,6 - 0,7 \text{ Гэв/с}$ ), приводит к очень сильному возбуждению ядра, были выполнены контрольные измерения событий, сопровождающихся протонами любой энергии. В распределении этой группы также не обнаруживаются особенности, которые могли бы быть приписаны  $\Delta^-$ .

С целью выявления мезонных резонансов, роль которых может оказаться весьма существенной, например, для реакции двойной перезарядки [2], анализировались спектры эффективных масс всех возможных мезонных комбинаций. Каких-либо особенностей в указанных спектрах не обнаружено. На рис. 2 изображены спектры масс комбинаций  $(2\pi^+\pi^-)$  и  $(\pi^+\pi^-)$ . Здесь же для сравнения нанесены суммарные кривые, рассчитанные по программе "ФОРС" для реакций  $\pi^-p \rightarrow 2\pi^+2\pi^-n$  (2)  $\pi^-p \rightarrow 2\pi^+2\pi^-\pi^0n$  (3). Суммирование каналов производилось с учетом их экспериментального отношения, взаимодействия мезонов в ядре и эффективности регистрации  $\gamma$ -квантов в камере. Видно, что экспериментальные распределения качественно повторяют ход расчетных кривых. Одновременно рис. 2 служит иллюстрацией для следующего заключения. Поскольку известно, что в реакциях (2) и (3) роль мезонных резонансов незначительна и соответствующие спектры масс имеют статистический характер [3], совпадение экспериментальных и расчетных распределений в нашем случае показывает, что в изучаемую реакцию (1) основной вклад действительно дают процессы (2) и (3). Это заключение следует из подробного анализа характеристик реакции (1).

Выводы: процесс с образованием виртуальной изобары в реакции (1) не обнаружен. Это означает, что ядро прозрачно для изобары с минимальным импульсом  $\sim 0,6 \text{ Гэв/с}$ . Возможно также, что вследствие сильного поглощения  $\pi$ -мезонов в ядре экспериментально отбираются случаи реакции (1), проходящей на периферии ядра.

В основном реакция (1) определяется процессом с образованием виртуального пиона и его последующим поглощением в ядре.

Мы благодарим В.Г.Кириллова-Угрюмова за постоянный интерес к работе и помощь. Мы признательны И.С.Шапиро за полезные идеи, высказанные в ходе детальных обсуждений.

Московский

инженерно-физический институт

Поступила в редакцию  
9 июля 1973 г.

### Литература

- [1] R. A. Lundy, I. A. Pless, D. A. Rust, D. D. Yovanovitch, V. Kistiakowsky. Phys. Rev. Lett., 20, 283, 1968; А.В.Арефьев, Ю.Д.Бажков, В.И.Ефременко, Ю.М.Зайцев, М.С.Козодаев, Л.Н.Кулешова, Г.А.Лексин,

Д.А.Сучков. Труды международного симпозиума по физике высоких энергий. Дрезден стр. 75. 1971.

[ 2 ] С.Р.Геворкян, А.В.Тарасов, Ч.Щэрэн. ЯФ, 15, 55, 1972.

[ 3 ] Aachen – Birmingham – Bonn – Hamburg – London (IC) – München  
Coll. N. C. 31, 485, 1964; S. U. Chung, O. I. Dahl, J. Kirz, D. H. Miller. Phys. Rev., 165, 1491, 1968.

---