

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО ПОВОДУ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОИСКА ДИПРОТОННЫХ РЕЗОНАНСОВ

В.Н.Емельяненко, В.А.Никитин, М.Г.Шафранова

Анализируются данные работы Трояна Ю.А. и др.^{/1/}, посвященной поиску дипротонных резонансов в спектре эффективной массы двух протонов из реакции $pp \rightarrow pp \pi^-$ в интервале импульсов нейтронов от 1,25 до 2,23 ГэВ/с. Авторы^{/1/} заявляют об обнаружении ими шестнадцати узких (с шириной ~ 1 МэВ/с²) дипротонных резонансов. Результаты анализа и выводы в определяющей степени зависят от величины и формы фонового распределения. Вместе с тем различные модели фона дают существенно разные результаты. В данной работе сделана попытка описать спектр эффективной массы из работы Трояна Ю.А. и др. с помощью гладкой функции без привлечения узких резонансов. Получены значения $\chi^2/d.f.$, близкие к единице; они несколько меньше, чем у Трояна Ю.А. и др., при введении резонансов. Вывод работы Трояна Ю.А. и др. о существовании большого числа узких дипротонных резонансов следует признать недостаточно обоснованным.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Some Remarks on the Results of Diproton Resonance Search

V.N.Emel'yanenko, V.A.Nikitin, M.G.Shafranova

The data from the paper of Troyan et al.^{/1/} on the search for the narrow diproton resonances in the two-proton effective mass spectrum from the reaction $pp \rightarrow pp \pi^-$ are analyzed. These experimental data were obtained over the neutron momentum range from 1.25 to 2.23 GeV/c. The authors^{/1/} declare the existence of sixteen narrow diproton resonances with the width of ~ 1 MeV/c². The results of the analysis and conclusions critically depend on the value and shape of the background distribution. Withal various background models give significantly different results. In the present paper we tried to describe the effective mass spectrum from the paper^{/1/} by the smooth function without using narrow resonances. The values of $\chi^2/d.f.$ near 1 and somewhat less than those obtained by Troyan et al. using the resonances are obtained. The

conclusion of the paper ^{/1/} on the existence of a large number of narrow diproton resonances should be admitted as not enough justified.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

В в е д е н и е

В ряде работ ведется поиск узких дибарионных резонансов. Их обнаружение могло бы свидетельствовать о существовании шестикварковой системы, имеющей уровни возбуждения цветовых степеней свободы. В моделях мешков и струн КХД такие состояния возможны. Существование дибарионов явилось бы фактом фундаментального значения. По этой причине необходим всесторонний критический анализ имеющегося экспериментального материала, чтобы уяснить достоверность выводов о существовании этих экзотических систем.

В данной работе анализируются результаты поиска дипротонных резонансов, полученные при исследовании реакции $pp \rightarrow pp \pi^-$ Ю.А.Трояном и др. ^{/1/}. Распределение эффективной массы двух протонов, возникающих в указанной выше реакции, изучалось этими авторами при четырех значениях импульса первичного пучка: 1,257; 1,43; 1,72 и 2,23 ГэВ/с.

На рис. 1 представлен спектр эффективной массы двух протонов, полученный авторами работы ^{/1/} при импульсе нейтрона $p_n = 1,25$ ГэВ/с. Как отмечают сами авторы, вопрос о фоне при исследовании резонансов является одним из главных. На этом же рисунке показаны фоновые кривые, полученные в ^{/1/} тремя методами. Штрихпунктирная фоновая кривая получена методом "перемешивания", в котором протон из одного события комбинируется с протоном из другого. Как видно из рисунка, данный фон даже качественно не отражает экспериментального распределения (авторы ^{/1/} указывают на это). Во втором случае фоновая кривая, которая показана пунктиром на рис. 1, рассчитывается в рамках модели одночастичного обмена. Для описания реакции $pp \rightarrow pp \pi^-$ используются матричные элементы трех подпроцессов: с обменом π -мезоном, Δ_{33} -изобарой и обменом протоном. В расчет фона заложен ряд модельных представлений, обоснованность которых не вполне очевидна. Третья фоновая кривая представлена на рис. 1 сплошной линией. В этом случае моделирование ведется на основе экспериментальных распределений в лабораторной системе (МЭЛС). В этом методе точка из графика p_1 vs p_2 в л.с. (p_1 и

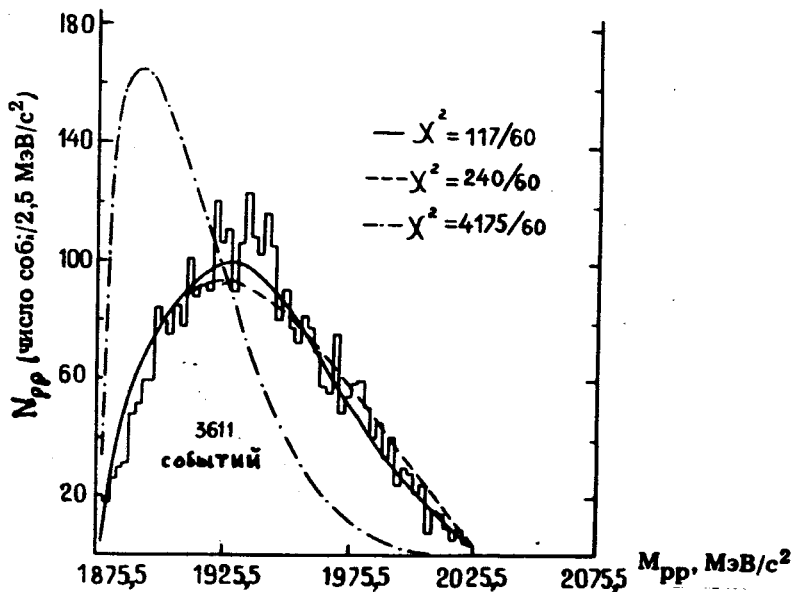


Рис. 1. Спектр эффективных масс двух протонов из реакции $pp \rightarrow pp \pi^-$ при импульсе нейтрона $p_n = 1,25$ ГэВ/с из работы Трояна Ю.А. и др.^{/1/}. Штрихпунктирная кривая получена методом перемешивания протонов из разных событий, пунктирная – по модели одночастичного обмена, сплошная – моделированием (МЭЛС). Рисунок взят из работы Трояна Ю.А. и др.^{/1/}.

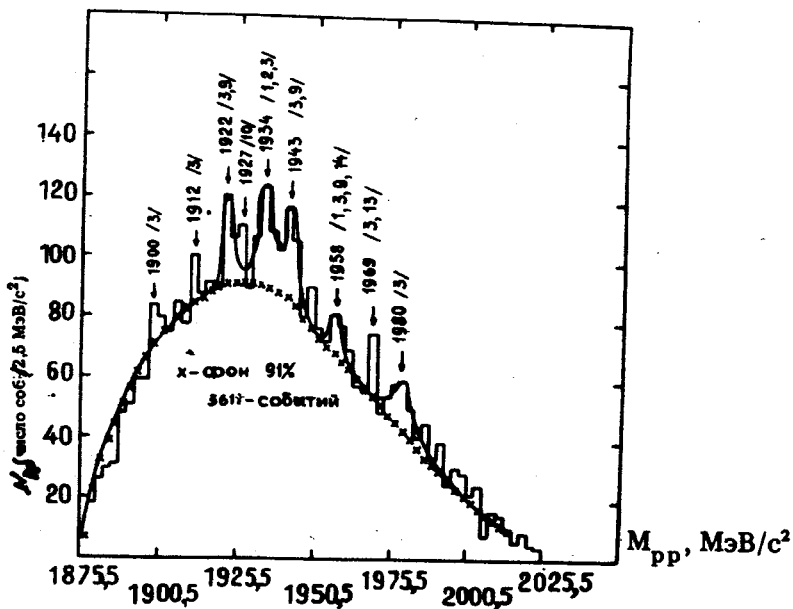


Рис. 2. Тот же спектр эффективных масс, что и на рис. 1. Сплошная кривая – результат описания пятью брейт-вигнеровскими резонансными кривыми и фоновой кривой, полученной методом МЭЛС. Рисунок взят из работы^{/1/}.

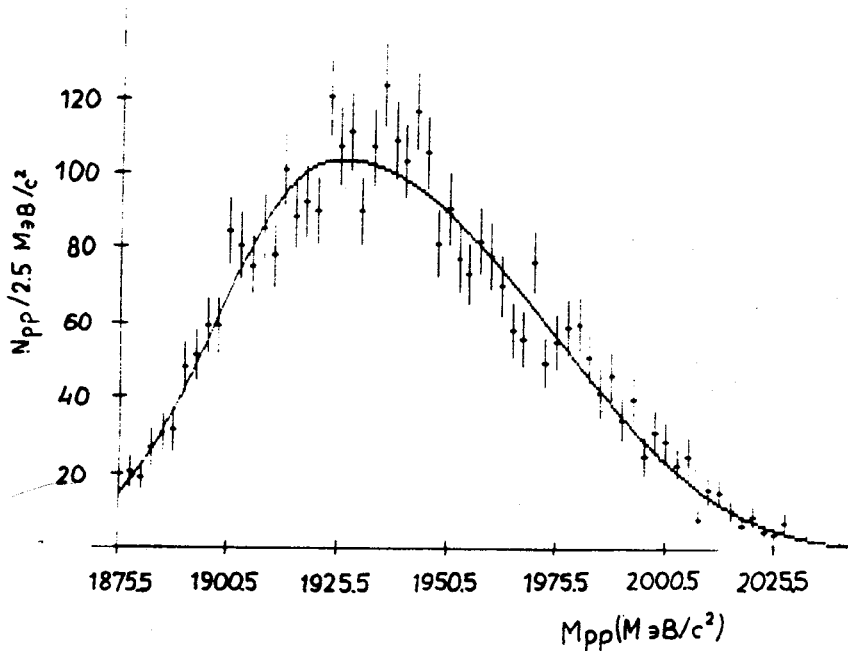


Рис. 3. Тот же спектр эффективных масс, что и на рис. 1 и 2, и результаты нашей аппроксимации его гладкой функцией $F_0(M_{pp})$ без введения резонансов.

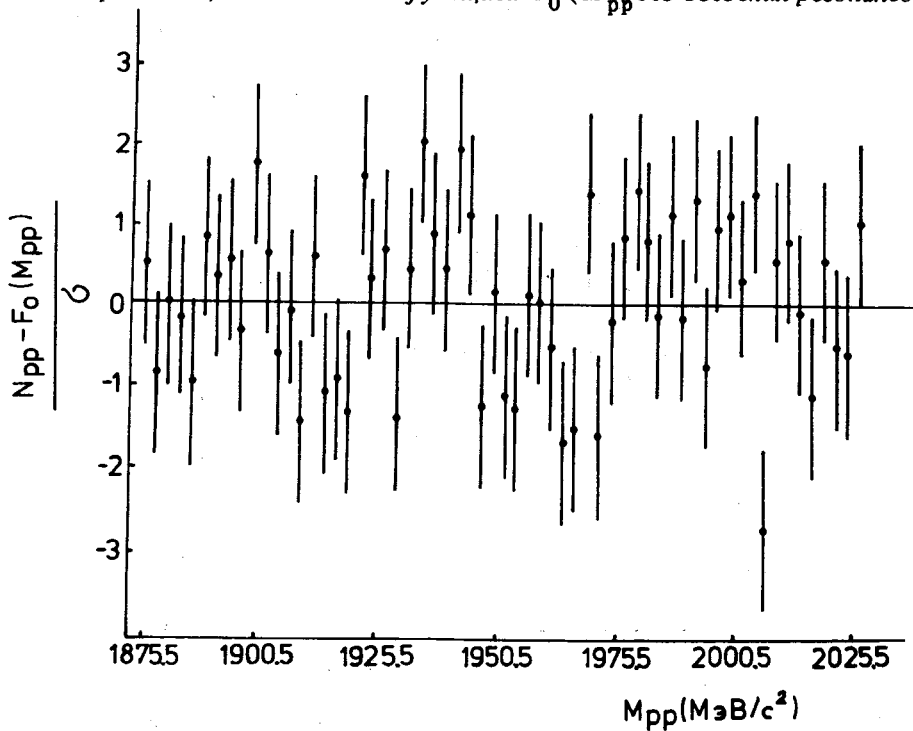


Рис. 4. Значения $(N_{pp} - F_0(M_{pp})) / \sigma$, соответствующие данным на рис. 3. σ — статистическая ошибка в величине N_{pp} .

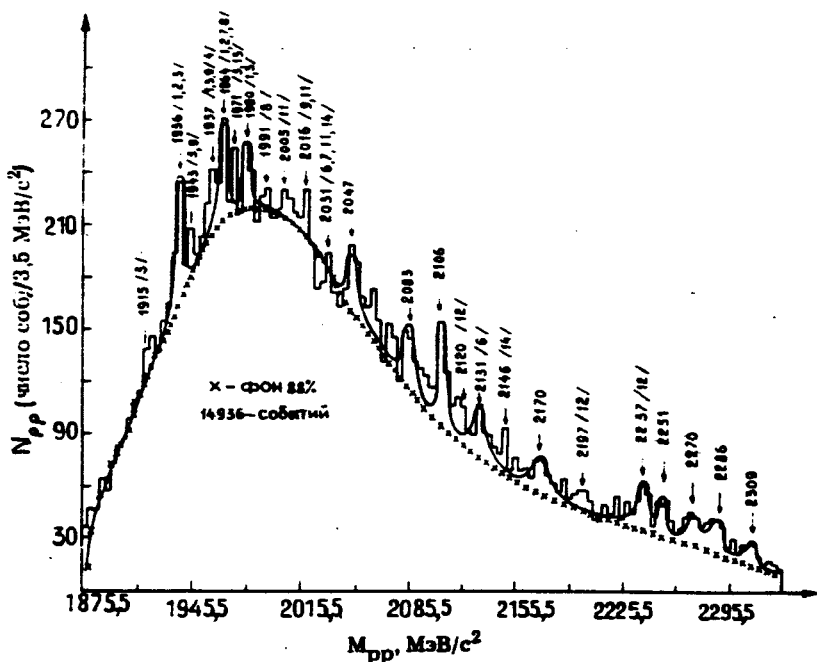


Рис. 5. Суммарный спектр эффективных масс двух протонов из реакции $p \rightarrow p p \pi^-$ при $p_p = 1,43; 1,72$ и $2,23$ ГэВ/с. Сплошная кривая – результат описания тринадцатью брейт-вигнеровскими резонансными кривыми и фоновой кривой, полученной методом МЭЛС. Рисунок взят из работы Трояна Ю.А. и др. /1/.

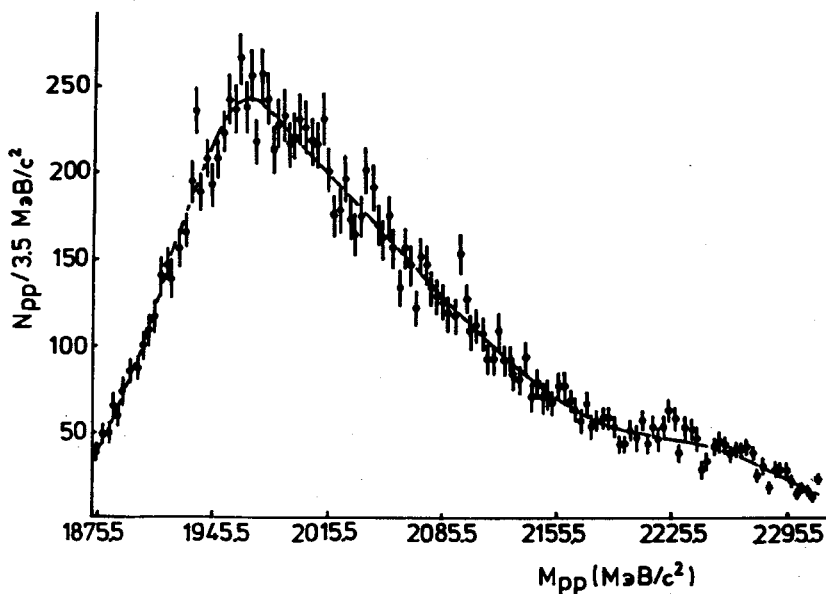


Рис. 6. Тот же спектр эффективных масс, что и на рис. 5, и результаты нашей аппроксимации его гладкой функцией $F(M_{pp})$ без введения резонансов.

p_2 — импульсы двух протонов в событии) сопоставляется случайным образом со значением угла между двумя протонами в л.с. Вычисленное значение эффективной массы двух протонов используется для получения фонового распределения.

Таким образом, можно констатировать (и это признают авторы работы /1/), что результаты определения фона в сильной степени зависят от модели, заложенной в его расчет.

В итоге авторы /1/ представляют имеющиеся на рис. 1 данные в виде суммы фоновой кривой и пяти брейт-вигнеровских резонансных кривых (см. рис. 2). Фоновая кривая получена ими методом МЭЛС. Результат обработки дал $\chi^2/d.f. = 1,3$.

Поскольку неопределенность фона велика, возникает естественный вопрос, нельзя ли экспериментальные данные /1/ описать гладкой кривой без привлечения резонансов.

На рис. 3 показаны тот же спектр эффективной массы двух протонов, что и на рис. 1 и 2, и результаты нашей аппроксимации этого спектра функцией вида

$$F_0(M_{pp}) = A_1 \cdot \exp \left\{ -|T| / (1 + A_5 \cdot S) \right\} |A_4|^{A_4 / (1 + A_6 \cdot S)}, \quad (1)$$

$$T = (M_{pp} - A_2) / A_3, \quad S = \text{sign}(T) \cdot [1 - \exp(-|T|)],$$

при значении параметров $A_1 = 103,7$; $A_2 = 1925$; $A_3 = 46,62$; $A_4 = 2,12$; $A_5 = 0,405$; $A_6 = -0,202$. Такая аппроксимация дает $\chi^2/d.f. = 1,21$.

На рис. 4 приведены значения $(N_{pp} - F_0(M_{pp})) / \sigma$, соответствующие данным на рис. 3. N_{pp} — экспериментальное значение числа двухпротонных событий, σ — статистическая ошибка в величине N_{pp} из /1/, F_0 — рассчитано по формуле (1). Из рисунка видно, что за пределы трехкратной ошибки из 61 точки не отклоняется ни одна.

Аналогичным образом нами был проанализирован суммарный спектр эффективной массы двух протонов из реакции $pp \rightarrow pp \pi^-$ при $p_n = 1,43$; $1,72$ и $2,23$ ГэВ/с, полученный в той же работе /1/.

На рис. 5 сплошной кривой показаны результаты аппроксимации этого спектра Трояном Ю.А. и др. /1/ тринадцатью брейт-вигнеровскими резонансными кривыми и фоновой кривой, полученной методом МЭЛС.

На рис. 6 приведены результаты нашей аппроксимации этих данных функцией вида

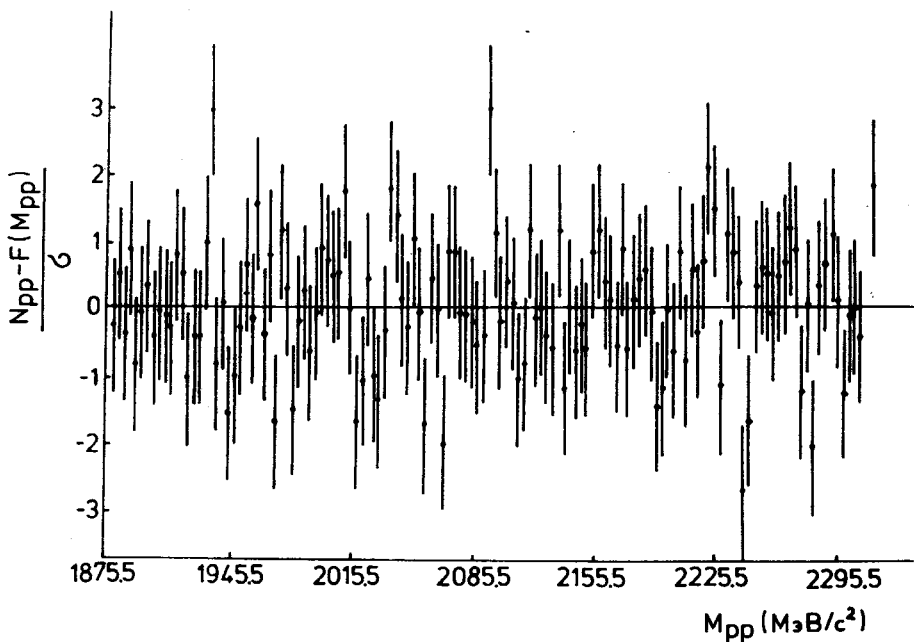


Рис. 7. Значения $(N_{pp} - F(M_{pp})) / \sigma$, соответствующие данным на рис. 6.

$$F(M_{pp}) = F_0(M_{pp}) + A_7 \cdot \exp \{ -[(M_{pp} - A_8) / A_9]^2 \}, \quad (2)$$

при значении параметров $A_1 = 244,29$; $A_2 = 1970,65$; $A_3 = 104,07$; $A_4 = 1,57$; $A_5 = 0,72$; $A_6 = -0,13$; $A_7 = 21,23$; $A_8 = 2265,89$; $A_9 = 60,80$. Такая аппроксимация дает $\chi^2 / \text{d.f.} = 1,00$.

На рис. 7 приведены значения $(N_{pp} - F(M_{pp})) / \sigma$. Ни одна из экспериментальных точек не выпадает за тройную статистическую ошибку.

В ы в о д

Мы описали спектр эффективной массы двух протонов в реакции $p\bar{p} \rightarrow p\bar{p}\pi^-$ /1/ гладкой функцией без введения узких резонансов. Вывод авторов /1/ о наличии большого количества резонансов с $\Gamma \sim 1 \div 3$ МэВ нельзя считать обоснованным, так как выделение из спектра эффективной массы системы $(p\bar{p})$ нерезонансного фона модельно-зависимо и имеет большую неопределенность.

З а к л ю ч е н и е

Авторы выражают благодарность А.А.Повторейко за проделанные расчеты по предложенным им формулам (1) и (2), а также Ю.А.Трояну за предоставление таблиц экспериментальных данных и полезные обсуждения.

Л и т е р а т у р а

1. Троян Ю.А., Никитин А.В., Печенов В.Н., Мороз В.И., Иерусалимов А.И., Стельмах А.П., Бешлиу К., Пантеа Д., Которобай Ф., Аракелян С.Г., Равинович И.М., Одинцов В.Г., Абдивалиев А. — ОИЯИ, Д1-88-329, Дубна, 1988.

Рукопись поступила 11 декабря 1989 года.