

УЗКИЕ ДИПРОТОННЫЕ РЕЗОНАНСЫ В РЕАКЦИИ
 $np \rightarrow pp\pi^-$ ПРИ $P_n = 1,257$ ГэВ/с

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

Представлены результаты по исследованию узких дидипротонных резонансов в реакции $np \rightarrow pp\pi^-$ при $P_n = 1,257 \pm 0,035$ ГэВ/с на статистике 3665 событий. Показано существование ряда узких особенностей с $\Gamma_{\text{эксп.}} \approx$ несколько МэВ. Наиболее хорошо статистически обеспеченными являются пики:

$$M_1 = 1923 \pm 1 \text{ МэВ}, \quad \Gamma_{1э} = 4,5 \pm 2,1 \text{ МэВ},$$

$$\sigma_1 = 22,6 \pm 3,4 \text{ мкб};$$

$$M_2 = 1933 \pm 1 \text{ МэВ}, \quad \Gamma_{2э} = 2,7 \pm 1,6 \text{ МэВ},$$

$$\sigma_2 = 19,2 \pm 3,4 \text{ мкб};$$

$$M_3 = 1942 \pm 1 \text{ МэВ}, \quad \Gamma_{3э} = 6,6 \pm 5,3 \text{ МэВ},$$

$$\sigma_3 = 26,7 \pm 5,6 \text{ мкб};$$

$$M_4 = 1979 \pm 1 \text{ МэВ}, \quad \Gamma_{4э} = 4,8 \pm 2,5 \text{ МэВ},$$

$$\sigma_4 = 15,8 \pm 3,9 \text{ мкб}.$$

Экспериментальное разрешение по массам в среднем равно $\Gamma_{\text{разр.}} = 2$ МэВ. Общая доля всех резонансов в реакции $np \rightarrow pp\pi^-$ составляет 13% при $\sigma_{np \rightarrow pp\pi^-} = 0,89 \pm 0,15$ мб.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Narrow Diproton Resonances in the $np \rightarrow pp\pi^-$
 Reaction at $P_n = 1.257$ GeV/c

Yu.A.Troyan et al.

The results of investigation of the narrow diproton resonances in the $np \rightarrow pp\pi^-$ reaction at $P_n = 1.257 \pm 0.035$ GeV/c are presented with the 3665 event statistics. The existence is shown for a set of narrow peculiarities with Γ_{exp} of some MeV. The peaks most statistically provided for are:

$$M_1 = (1923 \pm 1) \text{ MeV}, \quad \Gamma_{1э} = (4.5 \pm 2.1) \text{ MeV},$$

$$\sigma_1 = (22.6 \pm 3.4) \text{ } \mu\text{b};$$

$$M_2 = (1933 \pm 1) \text{ MeV}, \quad \Gamma_{2э} = (2.7 \pm 1.6) \text{ MeV},$$

$$\sigma_2 = (19.2 \pm 3.4) \text{ } \mu\text{b};$$

$$M_3 = (1942 \pm 1) \text{ MeV}, \quad \Gamma_{3\pi} = (6.6 \pm 5.3) \text{ MeV},$$

$$\sigma_3 = (26.7 \pm 5.6) \text{ } \mu\text{b};$$

$$M_4 = (1979 \pm 1) \text{ MeV}, \quad \Gamma_{4\pi} = (4.8 \pm 2.5) \text{ MeV},$$

$$\sigma_4 = (15.8 \pm 3.9) \text{ } \mu\text{b}.$$

The average experimental resolution is equal to $\Gamma_{\text{res}} = 2 \text{ MeV}$. The total contribution of these resonances into the $np \rightarrow pp\pi^-$ reaction is 13% for $\sigma_{np, pp\pi^-} = (0.89 \pm 0.15) \text{ mb}$.

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

В работах ^{1,2/} мы сообщали о наблюдении узких $\Gamma = 10 \text{ МэВ/}$ особенностей в распределениях эффективных масс двух протонов в различных реакциях пр-взаимодействий монохроматических нейтронов разных энергий в 1-метровой водородной камере ЛВЭ ОИЯИ.

Здесь на большей статистике и с лучшим разрешением мы представляем исследование спектра эффективных масс двух протонов из реакции $np \rightarrow pp\pi^-$ при $P_n = 1,257 \pm 0,035 \text{ ГэВ/с}$.

Реакция $np \rightarrow pp\pi^-$ выделяется методом χ^2 с четырьмя уравнениями связи. На рис. 1 представлено экспериментальное распределение χ^2 . Там же сплошной линией показано теоретическое распределение для четырех степеней свободы, которое хорошо согласуется с экспериментом. Граничное значение взято $\chi_{\text{гр}}^2 = 12,5$, что соответствует 0,5% доверительному уровню. Всего в выбранном эффективном объеме выделено, 3665 событий $np \rightarrow pp\pi^-$. Сечение реакции при указанном импульсе равно $\sigma_{np \rightarrow pp\pi^-} = 0,89 \pm 0,15 \text{ мб}$.

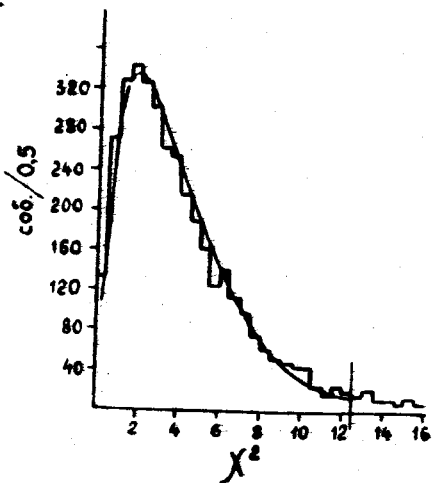


Рис. 1. Распределение χ^2 для событий реакции $np \rightarrow pp\pi^-$. Гистограмма - эксперимент, сплошная линия - теоретическое распределение для 4-х степеней свободы.

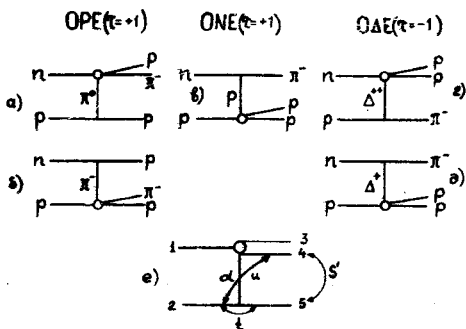
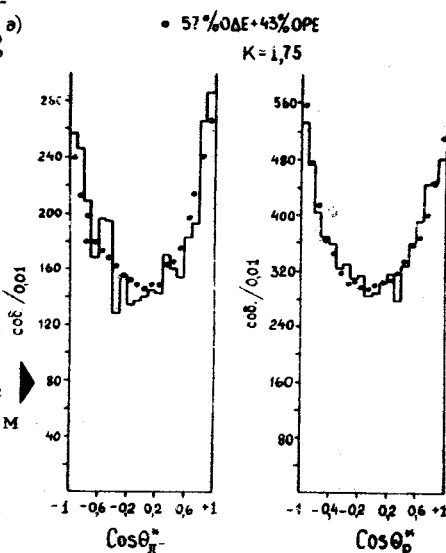


Рис.2. Диаграммы для описания реакции $pp\pi^-$ при $P_n = 1,257$ ГэВ/с.

Рис.3. Угловое распределение π^- -мезонов и протонов в с.ц.м. реакции $pp\pi^-$ при $P_n = 1,257$ ГэВ/с. Точки - сумма 57% ΔE и 43% OPE с параметром $K = 1,75$.



Для описания реакции использовались матричные элементы трех подпроцессов: обмен π^- -мезонами, обмен Δ_{33} -изобарой, обмен протоном. Соответствующие диаграммы изображены на рис.2. Вероятности всех подпроцессов записывались в реджизонной форме:

$$W \sim [g(t) \cdot \xi(u) \cdot (S')^{\alpha(u)}]^2 \cdot \sigma(1 + a \rightarrow 3 + 4) \text{ поток } /3, 4/. \quad //$$

Здесь $g(t) = e^{Kt}$ - вершинная функция, K - параметр, подбираемый из эксперимента,

$$\xi(u) = [1 + \tau \exp\{-i\pi\alpha(u)\}] / \sin \pi\alpha(u) -$$

- сигнатура. Остальные обозначения ясны из рис.2в. Обменные траектории выбраны в форме

$$\alpha_\pi(t) = 0 + 1 \cdot t - 0,$$

$$\alpha_p(u) = -0,39 + 1,01 u - 0,5,$$

$$\alpha_\Delta(u) = 0,15 + 0,9 u - 1,5.$$

Необходимые сведения по этим вопросам можно найти в [3-5].

Вклады подпроцессов определялись по угловым распределениям π^- -мезонов и протонов в с.ц.м. реакции, которые наиболее чувствительны к виду обменных траекторий. На рис.3 представлены угловые распределения π^- -мезонов и протонов. Они хорошо описываются суммой вклада от обмена π^- -мезона-

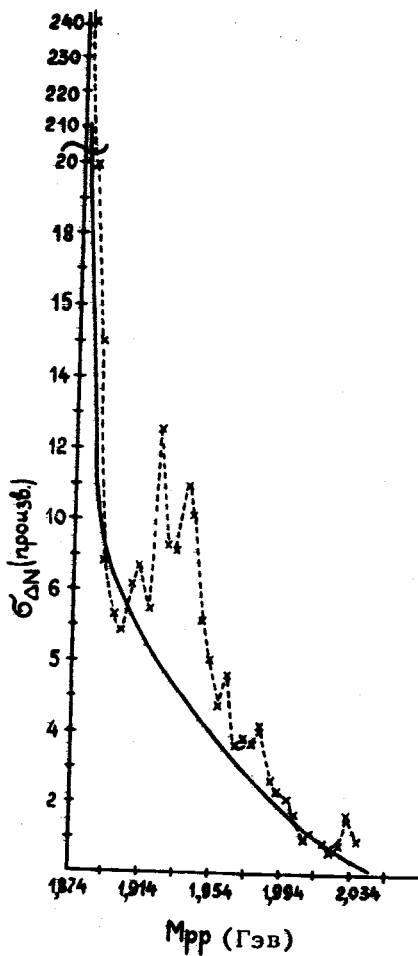


Рис.4. Сечение $\Delta N \rightarrow pp$ реакции в произвольных единицах как функция эффективной массы двух протонов.

ми /43%/ и от обмена Δ_{33} -изобарами /57%. Параметр $K = 1,75$. Отметим, что в процесс обмена Δ -изобарами вносит вклад как обмен Δ^{++} , так и обмен Δ^+ , вероятности которых относятся как 9:1.

Вклад от обмена протоном в описание угловых распределений оказался малым /менее 10%, и мы им пренебрегли при дальнейшем построении фоновой кривой.

Если при конструировании матричного элемента для π -мезонных обменов можно использовать известные данные πN -рассеяния, то сечение ΔN -рассеяния в изучаемой области эффективных масс двух протонов неизвестно. Поэтому мы поступили следующим образом: из экспериментального распределения M_{pp} вычтено распределение, даваемое π -мезонным обменом, с весом 0,43. Оставшееся рас-

пределение поделено на вероятность, определяемую Δ -обменом /см. формулу (1)/, в которой $\sigma(N + \Delta \rightarrow p + p)$ положено равным 1. Полученное сечение $\Delta N \rightarrow pp$ представлено на рис.4 крестиками. Оно содержит выбросы, обязанные резонансам в системе двух протонов. Беря нерезонансную часть /сплошная кривая на рис.4/ и закладывая ее в матричный элемент для Δ -обмена, можно вычислять распределения M_{pp} от этого процесса. Заметим, что на самом деле мы вычисляем фон не от самого Δ -обмена, а от некоторого эффективного процесса, в котором участвует и обмен протоном.

На рис.5 представлено распределение эффективных масс двух протонов из реакции $pp \rightarrow pp\pi^-$ при $P_n = 1,257$ ГэВ/с. Оно аппроксимировалось некогерентной суммой кривых от фоновых процессов /43% ОРЕ и 57% ОДЕ/ и семью резонансными кривыми. Пунктиром изображена фоновая кривая, нормированная на число нерезонансных событий.

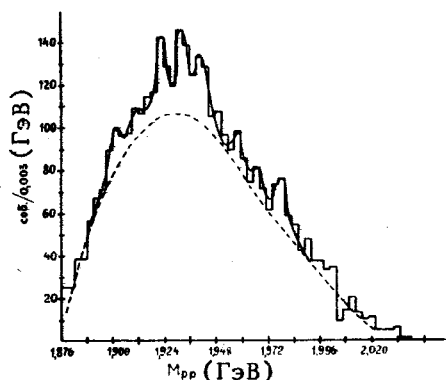


Рис.5. Распределение эффективных масс двух протонов из реакции $pp \rightarrow pp\pi^-$ при $P_\pi = 1,257$ ГэВ/с. Сплошная кривая - аппроксимирующая кривая, пунктир - фоновая кривая, нормированная на нерезонансную часть распределения.

Результаты аппроксимации приведены в таблице. Там же в 4-й колонке показаны значения полных ширин функций разрешения по массам в соответствующих областях. Чтобы получить значения истинных полных ширин резонансов, надо из значений $\Gamma_{\text{э}}$ /вторая колонка таблицы/ вычесть значения $\Gamma_{\text{разр.}}$.

Таблица

$M \pm \Delta M$ (МэВ)	$\Gamma_{\text{эксп.}} \pm \Delta\Gamma$ (МэВ)	$\sigma \pm \Delta\sigma$ (мкб)	$\Gamma_{\text{разр.}}$ (МэВ)
1901 \pm 1	4,6 \pm 4,5	11,7 \pm 4,1	1,5
1911 \pm 2	4,0 \pm 3,9	7,0 \pm 2,4	1,8
1923 \pm 1	4,5 \pm 2,1	22,6 \pm 3,4	2,1
1933 \pm 1	2,7 \pm 1,6	19,2 \pm 3,4	2,5
1942 \pm 1	6,6 \pm 5,3	26,7 \pm 5,6	2,8
1959 \pm 2	3,3 \pm 2,1	7,0 \pm 3,2	3,3
1968 \pm 2	3,5 \pm 3,3	4,1 \pm 2,9	3,5
1979 \pm 1	4,8 \pm 2,5	15,3 \pm 3,9	3,8

Включение в аппроксимацию статистически незначимых особенностей при массах 1901, 1911, 1959, 1968 мэВ оправдано тем, что подобные особенности наблюдались в ряде экспериментов [2,6,7-9].

Отметим, что суммарный эффект в районе массы 1936 МэВ, отмечавшийся нами ранее ², довольно велик /превышение над фоном - 7 стандартных отклонений/. Однако при увеличении статистики и улучшении разрешения пик расщепился на 3 более узких.

Полученные результаты оставляют открытым вопрос об изотопическом спине наблюдаемых узких дибарионных резонансов: или их изотопический спин равен 1, или первоначально образуются системы с I=2, которые затем претерпевают радиационные распады с изменением полного изотопического спина ².

Литература

1. Бешлиу К. и др. ОИЯИ, Д1-83-815, Дубна, 1983.
2. Бешлиу К. и др. ОИЯИ, Д1-85-433, Дубна, 1985.
3. Пономарев Л.А. ЭЧАЯ, 1976, т.7, вып.1, с.186.
4. Storrow J.K. Phys.Rep., 1984, 103, No 6, p.317.
5. Кайдалов А.Б., Нилов А.Ф. ЯФ, 1985, т.41, с.768.
6. Байрамов А.А. и др. ОИЯИ, Р1-83-207, Дубна, 1983.
7. Азимов С.А. и др. Препринт ФТИ, 27-84-ФВЭ, Ташкент, 1984.
Азимов С.А. и др. ЯФ, 1985, т.42, с.913.
8. Агакишиев Г.Н. и др. ОИЯИ, Т-84-103, Дубна, 1984.
9. Ермаков Н.К. и др. Препринт ЛИЯФ, 11089, Л., 1985.