

1217/2-78

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



СЗ46.2г  
А-139

13/III-78  
1 - 11137

А. Абдивалиев, К. Бешлиу, А. П. Гаспарян,  
С. Груиа, А. П. Иерусалимов, Д. К. Копылова,  
Ф. Которобай, В. И. Мороз, А. В. Никитин, Ю. А. Троян

СЕЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ РЕЗОНАНСОВ  
В РЕАКЦИИ  $p \rightarrow p \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^- n$   
ПРИ ИМПУЛЬСЕ ПАДАЮЩЕГО НЕЙТРОНА  
 $P_n = (5,10 \pm 0,17) \text{ ГэВ/с}$

**1977**

1 - 11137

А. Абдивалиев, К. Бешлиу, А. П. Гаспарян,  
С. Груиа, А. П. Иерусалимов, Д. К. Копылова,  
Ф. Которобай, В. И. Мороз, А. В. Никитин, Ю. А. Троян

СЕЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ РЕЗОНАНСОВ  
В РЕАКЦИИ  $n\bar{p} \rightarrow p \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^- n$   
ПРИ ИМПУЛЬСЕ ПАДАЮЩЕГО НЕЙТРОНА  
 $R_n = (5,10 \pm 0,17) \text{ ГэВ/с}$



Абдивалиев А. и др.

1 - 11137

Сечения образования резонансов в реакции  $np \rightarrow p\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-n$  при импульсе падающего нейтрона  $P_n = (5,10 \pm 0,17)$  ГэВ/с

Определены сечения образования резонансов в реакции  $np \rightarrow p\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-n$  при  $P_n = (5,10 \pm 0,17)$  ГэВ/с. Показано, что в 84% случаев реакция идет через образование нуклонных изобар  $\Delta_{1225}^{++}$  и  $\Delta_{1225}^{--}$ . Одновременное рождение обеих изобар происходит в 10% случаев реакции.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Abdivaliev A. et al.

1 - 11137

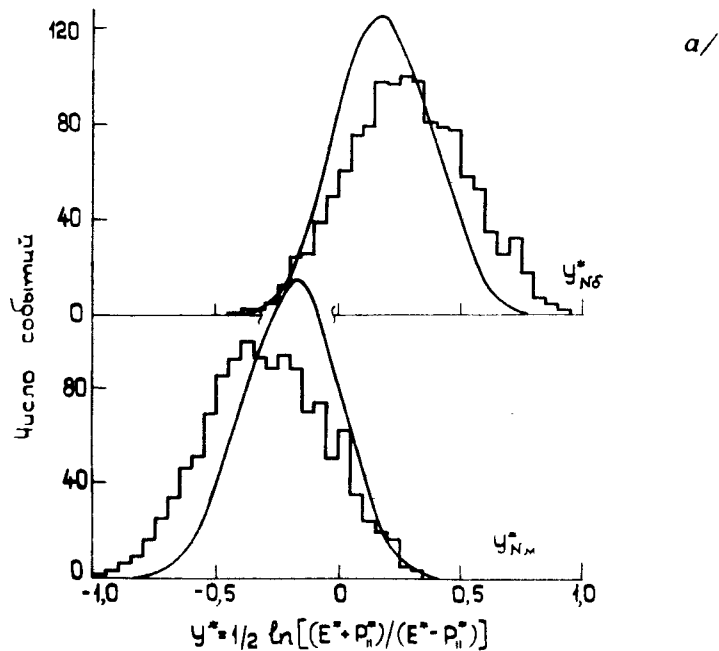
Resonance Production Cross Sections in the Reaction  $np \rightarrow p\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-n$  at  $P_n = (5,10 \pm 0,17)$  GeV/c

Cross sections of the resonance production in the reaction  $np \rightarrow p\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-n$  at  $P_n = (5,10 \pm 0,17)$  GeV/c were determined. It was shown that 84% of events were formed due to nucleon isobars  $\Delta_{1225}^{++}$  and  $\Delta_{1225}^{--}$ . Simultaneous production of the two isobars occurs in 10% of events.

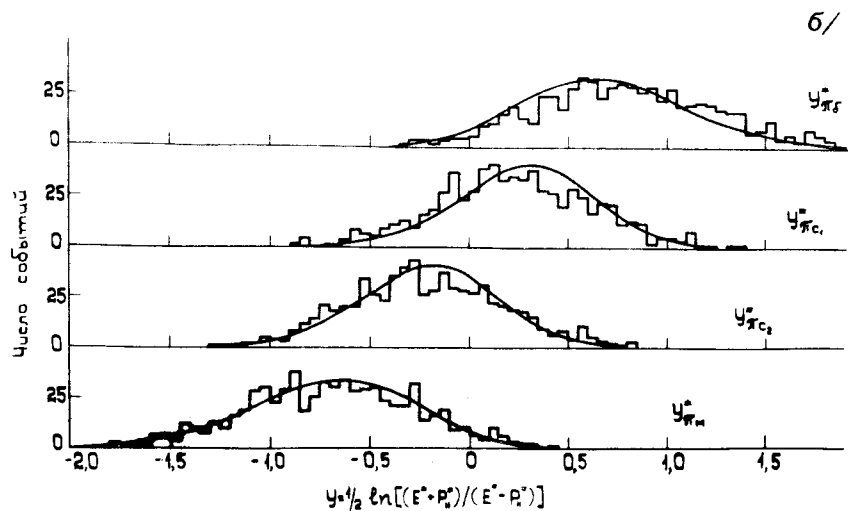
The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

Реакция  $np \rightarrow p\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-n$  /1/ изучается на материалах нейтронного облучения 1-метровой жидководородной пузырьковой камеры ЛВЭ. Импульс падающего нейтрона равен  $(5,10 \pm 0,17)$  ГэВ/с<sup>1/2</sup>. Сечение реакции /1/ определено нами в работе<sup>2/</sup>; оно равно  $(0,49 \pm 0,04)$  мб. Всего использовано 1249 событий реакции /1/. В работе<sup>3/</sup> мы предложили способ исследования образования резонансов, основанный на предварительном упорядочении всех вторичных частиц по быстротам  $y^* = 1/2 \ln[(E^* + P^*)/(E^* - P^*)]$ , вычисленным в с.ц.м.-реакции, и последующем анализе эффективных масс комбинаций частиц, соответствующих определенным упорядочениям. При этом фазовые кривые, выбранные в качестве фона, вычисляются в тех же предположениях, при которых получено соответствующее экспериментальное распределение. Распределение по  $y^*$  нуклонов и  $\pi$ -мезонов показано на рис. 1а и 1б. Как и в<sup>3/</sup>, значки  $b, c_1, c_2, m$  соответствуют  $y_0^* > y_{c_1}^* > y_{c_2}^* > y_M^*$ . Там же сплошной линией обозначен фазовый фон. Распределения по  $y^*$  для  $\pi$ -мезонов хорошо описываются статистическим фоном, в то время как распределения для нуклонов отличаются от него. Все вторичных частицы реакции /1/ можно расположить по быстротам 48 способами /24 перестановки  $\pi$ -мезонов и 2 - конечных нейтрона и протона/. Ввиду физической неразличимости двух  $\pi^+$ - и двух  $\pi^-$ -мезонов в конце реакции остается 12 расположений по быстротам. Поэтому анализ рождения резонансов в случаях, соответствующих определенным упорядочениям по быстротам, делается при имеющейся статистике недостаточно



a/



b/

Рис. 1. Распределение по  $y^* = 1/2 \ln[(E^* + P^*)/(E^* - P^*)]$  частиц, рожденных в реакции  $pn \rightarrow p\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-\pi^-n$  при  $P_n = 5,10 \pm 0,17$  ГэВ/с. 1а - нуклоны; 1б - мезоны.

точным. Распределения по эффективным массам  $N\pi$ -комбинаций аппроксимировались резонансной кривой для изобары  $\Lambda_{1225}$  с полной шириной  $\Gamma = 140$  МэВ/с<sup>2</sup> и соответствующими фазовыми кривыми. В результате получено, что рождение  $\Lambda_{1225}^{++}$  происходит в  $43 \pm 12\%$  реакции /1/ /из изотопической инвариантности следует, что так же рождается  $\Lambda_{1225}^-$ /. Рождение изобары  $\Lambda_{1225}^0 \rightarrow p\pi^-$  происходит в  $6 \pm 5\%$  случаев /то же для  $\Lambda_{1225}^+ \rightarrow n\pi^+$ /. Обращает на себя внимание большая неточность в определении выходов изобар, связанная с недостаточной статистикой.

Для более точного определения сечений образования изобар мы произвели аппроксимацию двумерного распределения  $M_{p\pi^+}$  относительно  $M_{n\pi^-}$  набором распределений, соответствующих различным физическим процессам в реакции /1/.

Реакция /1/ может идти через следующие подпроцессы:

$$pn \rightarrow p\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-\pi^-n, \quad /1.1/$$

$$\rightarrow \Lambda_{1225}^{++}\pi^-\pi^-\pi^-n, \quad /1.2/$$

$$\rightarrow p\pi^+\pi^+\pi^-\Lambda^-, \quad /1.3/$$

$$\rightarrow \Lambda_{1225}^{++}\pi^-\pi^-\Lambda^-. \quad /1.4/$$

Нами не найдено никаких существенных особенностей в системах  $N\pi\pi$  и  $\pi\pi$ .

Каждый из подпроцессов, указанных выше, был смоделирован при помощи программы "ФОРС" /4/. При этом учитывалась форма резонансной кривой для  $\Lambda$ -изобары. Сделано предположение, что распределение на плече случаев из подпроцессов /1.2/, /1.3/ когда протон /или нейтрон/ из  $\Lambda$ -изобары комбинируется с  $\pi$ -мезоном, не входящим в изобару, такое же, как для процесса /1.1/. В процессе /1.4/ комбинация протона с  $\pi^+$ -мезоном, не входящим в  $\Lambda^{++}$ , дает распределение /1.3/, если  $\Lambda^-$ -изобара, и распределение /1.1/, если нейтрон из  $\Lambda^-$  комбинируется при этом с  $\pi^-$ , не входящим в  $\Lambda^-$ . Кроме того, изотопическая инвариантность дает, что вероятности процессов /1.2/ и /1.3/ равны.

В результате получено, что реакция /1/ идет в /16±5%/ случаев через канал /1.1/, в /37±5%/ случаев - через канал /1.2/, в /37±5%/ - через канал /1.3/ и в /10±5%/ - через канал /1.4/.

Используя полученные цифры, мы описали распределение эффективных масс  $p\pi^+\pi^+$  -комбинации /сложено с распределением  $M_{n\pi^-\pi^-}$  /. Результат представлен на рис. 2. Обращает на себя внимание некоторый избыток случаев при массе 1440 МэВ/с<sup>2</sup>. Описание распределения

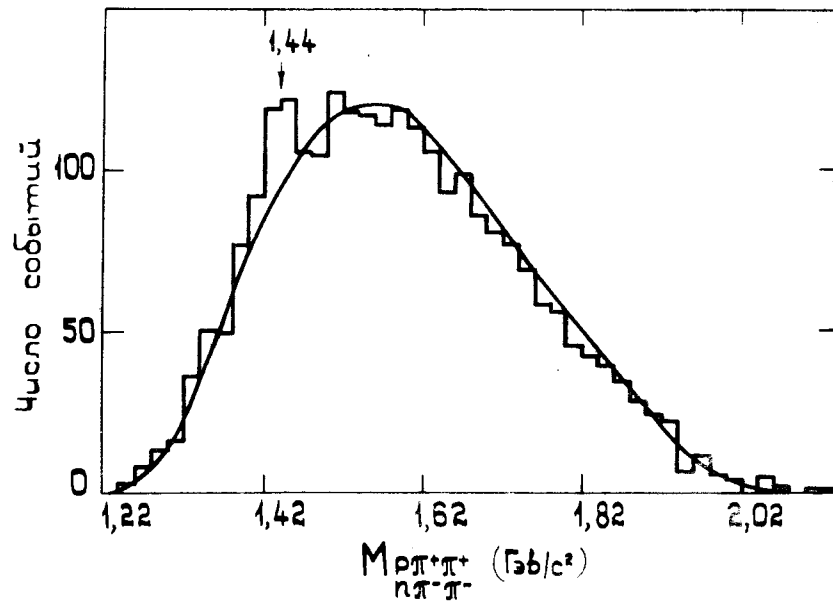


Рис. 2. Распределение по эффективной массе  $p\pi^+\pi^+$  - и  $n\pi^-\pi^-$  - комбинаций.

с учетом этого избытка дает  $\chi^2/n = 0,8$ , без него  $\chi^2/n = 0,5$  при 42 экспериментальных точках. Особенность при этой массе в системе  $p\pi^+\pi^+$  наблюдалась и в других работах /см., например, /5/ /. В дальнейшем мы дадим более подробный анализ этой особенности.

На рис. 3 показано распределение эффективных масс  $p\pi^+$  -комбинаций из всех событий реакции /1/. Распределение аппроксимировалось резонансной кривой для  $\Lambda_{1225}^{++}$  с  $\Gamma = 140$  МэВ/с<sup>2</sup> и фазовой кривой /предполагается, что все ложные комбинации распределены по фазовой кривой/. В результате найдено, что для  $\Lambda_{1225}^{++}$  резонанс рождается в /48±3%/ случаев реакции /1/ /то же для  $\Lambda^-$  /. Эта цифра очень хорошо согласуется с полученной из аппроксимации описанного выше двумерного распределения /37% + 10% = 47%/ . Описание

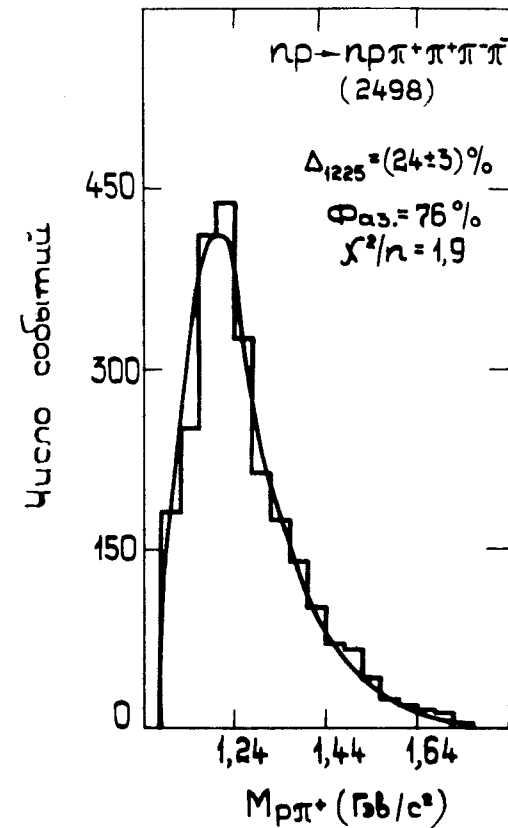


Рис. 3. Распределение по эффективной массе  $p\pi^+$  - комбинаций из всех событий реакции  $n\pi^-\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$ .

распределения эффективных масс  $p\pi^-(n\pi^+)$  - комбинаций дает, что  $\Lambda_{1225}^0$  ( $\Lambda_{1225}^+$ ) образуется в  $/2\pm 3/\%$  случаев реакции  $/1/$ . Других отличий от фазовой кривой не обнаружено.

Двумерное распределение, где эффективная масса  $p\pi_1^+$  отложена относительно массы  $p\pi_2^+$ , показывает, что эффекты интерференции равны  $/9\pm 2/\%$ . Само распределение показано на рис. 4 /графики для  $p\pi^+$  и  $n\pi^-$  сложены/.

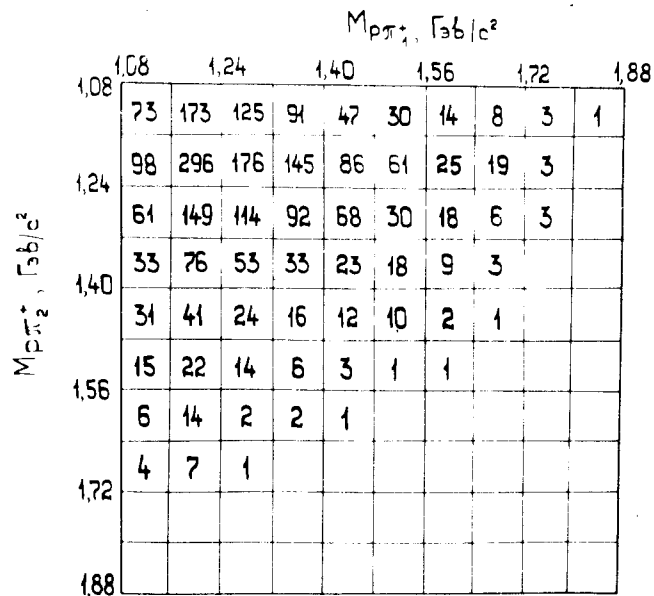


Рис. 4. Двумерное распределение эффективных масс  $p\pi_1^+$  и  $n\pi_1^-$  относительно  $p\pi_2^+$  и  $n\pi_2^-$  из всех событий реакции  $p\pi^+p\pi^+n\pi^-n$ .

Т.о., анализ трех видов: после упорядочения событий по  $Y^*$ , двумерного распределения и одномерных распределений эффективных масс - приводит к совпадающим результатам. На основании этого мы получаем таблицу эффективных сечений образования резонансов в процессе  $/1/$ :

Конечное состояние

$\sigma / \text{мб}/$

$p\pi^+ \rightarrow \Lambda_{1225}^+ p\pi^+ n\pi^- n$	$0,18 \pm 0,02$
$\rightarrow p\pi^+ n\pi^+ n\pi^- n$	$0,18 \pm 0,02$
$\rightarrow \Lambda_{1225}^+ p\pi^+ n\pi^- n$	$0,050 \pm 0,005$
$\rightarrow p\pi^+ n\pi^+ n\pi^- n$	$0,08 \pm 0,01$

Сечения получают по формуле:  $\sigma_i = \delta_i \sigma_{\text{tot}} / 2$ , где  $\sigma_i$  - сечение  $i$ -го подпроцесса,  $\delta_i$  - его доля в процентах, полученная при аппроксимации двумерного распределения,  $\sigma_{\text{tot}}$  - полное сечение реакции  $/1/$ . Ошибки включают неточности как в  $\delta_i$ , так и в  $\sigma_{\text{tot}}$ .

Выводы из работы следующие:

1. Реакция  $p\pi^+p\pi^+n\pi^-n$  при  $P_n = 5,1 \text{ ГэВ}/c$  в 84% случаев идет через образование резонансов  $\Lambda_{1225}^+$  или  $\Lambda_{1225}^-$ .

2. В 10% случаев реакция идет с одновременным рождением  $\Lambda_{1225}^+$  и  $\Lambda_{1225}^-$ .

3. Рождение изобар  $\Lambda_{1225}^0, \Lambda_{1225}^+$  составляет незначительную долю.

4. Не обнаружено существенных особенностей в распределениях эффективных масс  $N\pi\pi$  и  $\pi\pi$  - комбинаций.

5. Небольшая особенность в распределении эффективных масс  $p\pi^+p\pi^+(n\pi^-n)$  - комбинации требует дополнительного исследования.

6. Метод упорядочения вторичных частиц по быстротам с имеющейся статистикой дает большие ошибки в определении выходов резонансов из-за большого числа возможных перестановок рожденных частиц.

Авторы выражают благодарность лаборантам нейтронной группы НЭКО ЛВЭ и ЛВТА за помощь в обработке материала, И.А.Первушиной за изготовление рисунков, И.И.Зайцевой за подготовку материала к печати.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гаспарян А.П. и др. ОИЯИ, 1-9111, Дубна, 1975; ПТЭ, 1977, №2, с. 37.

2. Абдивалиев А. и др. ОИЯИ, 1-10669, Дубна, 1977.
3. Абдивалиев А. и др. ОИЯИ, 1-10916, Дубна, 1977.
4. Копылов Г.И. Основы кинематики резонансов. "Наука", М., 1970; ОИЯИ, Р-2027, Дубна, 1965.
5. Abramovici A. et al. Z. Phys., 1972, Bd. 255, p.446-449.

Рукопись поступила в издательский отдел  
7 декабря 1977 года.