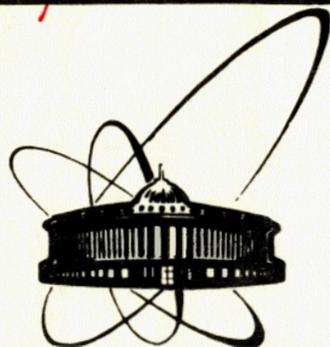


83-207

2989/83



ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

P1-83-207

96-83

А.А.Байрамов, Ю.А.Будагов, А.М.Дворник,  
Ю.Ф.Ломакин, А.А.Маилов, В.С.Румянцев,  
В.Б.Флягин, Ю.Н.Харжеев

О ВОЗМОЖНЫХ НИЗКОЛЕЖАЩИХ СОСТОЯНИЯХ  
ДИПРОТОНА

Направлено в журнал "Ядерная физика"

1983

В последнее время ведется интенсивный поиск дибарионных резонансов при исследовании NN-рассеяния <sup>1,4/</sup>, фоторасщепления дейтрона <sup>5,6/</sup> и пион-дейтронных взаимодействий <sup>7,8/</sup> при энергиях до 1 ГэВ. В серии экспериментов, выполненных различными группами, были получены косвенные указания на существование дибарионных резонансов <sup>1</sup>D<sub>2</sub>, <sup>3</sup>F<sub>3</sub> и <sup>1</sup>G<sub>4</sub> с массами 2140, 2260 и 2430 МэВ соответственно и ширинами в пределах 50-200 МэВ. Детальные сведения об этих экспериментах и обсуждение полученных в них результатов содержатся в работах <sup>9/</sup>. Существование дибарионных резонансов предсказывается различными моделями: кварковых мешков <sup>10/</sup>, соединенных струн <sup>11/</sup> и т.д. Узкие дибарионные резонансы обсуждаются в ряде теоретических работ <sup>12/</sup>. Мак-Грегор, например, в рамках "ротационной модели", рассматривающей упонутые выше резонансы как семейство возбужденных состояний двухнуклонной системы, обусловленных вращательным движением, предсказывает существование "низколежащих" резонансов <sup>1</sup>S<sub>0</sub> /2020/ и <sup>3</sup>P<sub>1</sub> /2060/ с орбитальными моментами  $\ell = 0$  и  $\ell = 1$  соответственно. Экспериментальные сведения, относящиеся к поиску этих резонансов, практически отсутствуют за исключением данных работы <sup>13/</sup>, в которой указание на существование двухпротонных состояний с массами 2035 и 2137 МэВ и ширинами 30 и 59 МэВ соответственно получено в распределении эффективных масс двух протонов из реакции  $\alpha p \rightarrow dpp$  при  $P_{\alpha} = 14$  ГэВ/с.

В настоящей работе исследуются распределения по эффективным массам двух протонов с углом разлета  $\psi > 150^\circ$  в л.с.к. /с вылетом одного из них в заднюю полусферу/ в пион-углеродных взаимодействиях при 5 ГэВ/с в метровой пропановой камере Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Этот критерий отбора ориентирован на поиск случаев распада  $V^* \rightarrow 2p$  возбужденной системы  $V^*$ , обладающей малым собственным импульсом в л.с.к. Система  $V^*$  могла бы быть, например, шестикварковым объектом, как это обсуждается в работе <sup>14/</sup>. Вылет двух протонов в "разные стороны", т.е. под углом  $\psi > 150^\circ$ , может быть обусловлен также реакцией поглощения медленного пиона скоррелированной  $pp$ -парой:  $\pi^+ d \rightarrow pp$ . Отметим, что заметная корреляция частиц, разлетающихся в противоположные стороны в интервале углов  $150-180^\circ$  в л.с.к., уже наблюдалась нами ранее <sup>15/</sup>.

Указанной выше топологии соответствуют  $\approx 1200$  протон-протонных комбинаций из полного числа  $\approx 15000$  зарегистрированных в камере пион-углеродных взаимодействий.

На рис.1 приведены распределения по эффективным массам двух протонов. Распределения отличаются ограничениями на нижнюю гра-

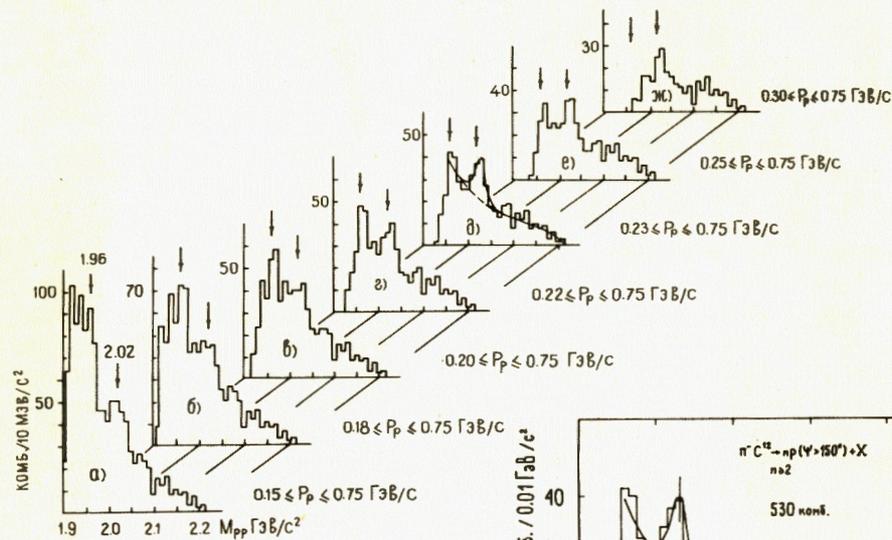
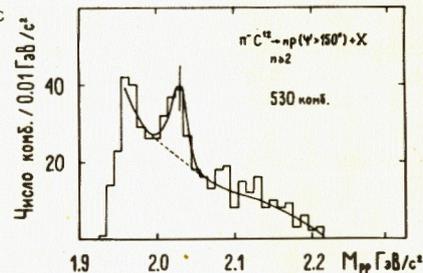


Рис. 1

Рис. 2



ницу  $P_H$  импульсов протонов; верхняя граница равна 0,75 ГэВ/с для всех распределений. С увеличением  $P_H$  изменяется вид распределений: проявляется структура с пиками при массах 1960 и 2030 МэВ; при  $P_H > 300$  МэВ/с первый пик исчезает. Рассмотрим эти два пика подробнее на рис.2, соответствующем рис. 1д.

1. Пик при  $\approx 2030$  МэВ является узким /20-30 МэВ/, расположен в четырех интервалах по 10 МэВ каждый и находится достаточно далеко от кинематической границы. Если предположить, что существенным источником двух протонов являются реакции на  $pp$ -группе, т.е.  $\pi^+ d \rightarrow pp$ , то принятый нами критерий отбора не приводит к потере событий вплоть до  $P_{\pi^+} \leq 300$  МэВ/с.

Известно <sup>16/</sup>, что энергетическая зависимость сечения  $\sigma(\pi^+ d \rightarrow pp)$  является плавной в интервале  $P_{\pi^+} \approx /50-100/$  МэВ/с и поэтому узкий пик  $M/2030/$  не может быть объяснен этой реакцией в указанном интервале по  $P_{\pi^+}$ . В области  $P_{\pi^+} = 80 \div 300$  МэВ/с сечение  $\sigma(\pi^+ d)$  имеет широкий максимум, обязанный реакции  $\pi^+ d \rightarrow \Delta^+ p(\Delta^+ \rightarrow p\pi^0)$ , что не позволит получить узкий пик  $M/2030/$ . Вышеприведенные аргументы справедливы и для реакций  $\pi^+ d \rightarrow pp$ ,  $pp\pi^0$  в области  $P_{\pi^+} \leq 300$  МэВ/с. Узкий максимум  $M/2030/$  можно было бы в принципе объяснить сильным поглощением медленных каскадных  $\pi^+$ -мезонов с кинетической энергией  $T_{\pi^+} < 2$  МэВ /  $P_{\pi^+} \leq 23$  МэВ/с/.

Экспериментальные данные о реакции  $\pi^+ d \rightarrow pp$  для таких низких энергий в литературе отсутствуют.

Все вышесказанное может рассматриваться как свидетельство существования связанного состояния двух протонов с инвариантной массой  $\sim 2030$  МэВ. В таблице приведены параметры этого состояния, полученные при аппроксимации экспериментального распределения по эффективным массам двух протонов с импульсами 0,23-0,75 ГэВ/с функцией вида

$$dN/dM \sim \alpha\Phi(M) + \beta V(M),$$

где  $\Phi(M)$  - фоновое распределение,  $V(M)$  - функция Брейта-Вигнера, а  $\alpha$  и  $\beta$  - их относительные вклады. В качестве фонового распределения использовались: а/ полином 3-й степени, б/ распределение по эффективным массам двух протонов из разных событий с учетом обрезаний по величине импульса и углу разлета /"перемешивание"/. Искажение функции  $V(M)$ , связанное с экспериментальным разрешением в измерении эффективных масс, учтено следующим образом:

$$V(M) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int V(m) \frac{1}{\sigma(m)} \exp\left\{-\frac{(M-m)^2}{2\sigma^2(m)}\right\} dm,$$

где  $\sigma(m) = /0,0002 Q^{2,2} + 1,1/$  МэВ,  $Q = m - 2m_p$ .

Таблица

Фон	M /МэВ/	$\Gamma$ /МэВ/	$\sigma$ /мб/	$\chi^2/\nu$
полином	2024 $\pm$ 3	21 $\pm$ 15	0,32 $\pm$ 0,05	0,91
перемешив.	2026 $\pm$ 3	16 $\pm$ 7	0,33 $\pm$ 0,05	1,9

Положение максимума, ширина его и величина соответствующего ему сечения образования, отнесенные к ядру углерода, слабо зависят от вида используемой при аппроксимации кривой  $\Phi(M)$ , но вероятность описания фона полиномом существенно выше. Таким образом, исследуемое состояние расположено при 2024 $\pm$ 3 МэВ с шириной около 20 МэВ, соответствующее ему сечение составляет  $\sim 10^{-3}$  от полного сечения  $\pi^{-12}C$ -взаимодействия при 5 ГэВ/с.

II. Пик при  $\sim 1960$  МэВ является узким / < 20 МэВ/ и расположен в двух интервалах, по 10 МэВ каждый. На рис.2 он находится вблизи левой границы распределения по эффективным массам и может быть, в принципе, обусловлен условиями обрезания импульсов протонов. Однако на рис. 1г /при импульсах протонов 0,20  $\div$  0,75 МэВ/с/ этот пик удален на 4 интервала от левой границы гистограммы.

Поэтому нельзя исключить существование связанного состояния двух протонов, расположенного ниже порога, определяемого поглощением пиона парой нуклонов. Аппроксимация распределения рис.2 двумя функциями Брейта-Вигнера и полиномом 3-й степени дает для возможных связанных состояний:

$$\begin{aligned} M_1 &= /1961\pm 2/ \text{ МэВ}, & \Gamma_1 &= /11\pm 4/ \text{ МэВ}, \\ M_2 &= /2016\pm 3/ \text{ МэВ}, & \Gamma_2 &= /30\pm 14/ \text{ МэВ}. \end{aligned}$$

Таким образом, в работе получено указание на возможное существование связанного состояния двух протонов с изотопическим спином  $I = 1$ , массой около 2024 МэВ и шириной около 20 МэВ. Не исключено, что этот пик и полученный ранее в работе /13/ узкий максимум при 2035 МэВ являются проявлением одного и того же состояния в системе двух протонов. Интерпретация узкого пика при 1960 МэВ в настоящее время представляется затруднительной.

Авторы выражают искреннюю благодарность В.И.Комарову, Ю.М.Казаринову и К.О.Оганесяну за плодотворное обсуждение результатов настоящей работы.

Дополнение при корректуре. После сдачи рукописи в печать нам стало известно, что в 1964 году в эксперименте по изучению поглощения положительных пионов с энергией 60 $\pm$ 20 МэВ ядрами в фреоновой пузырьковой камере было получено указание на возможное существование дипротонного резонанса с энергией возбуждения  $Q = 148\pm 3$  МэВ / $M_{pp} = 2025$  МэВ/ и шириной  $\Gamma \leq 5$  МэВ /Веребрюсов В.С. и др., препринт ИТЭФ, №273, Москва, 1964/.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Auer I.P. et al. Phys.Rev., 1981, D24, p. 2008; Phys.Lett., 1977, B67, p. 113.
2. Aprile E. et al. SIN Phys.Rep., 1981, 3, p. 78.
3. Борисов Н.С. и др. ЖЭТФ, 1981, 81, с. 1583.
4. Bystricky J., Lehar E. Nucleon-Nucleon Scattering Data, Karlsruhe, 1978.
5. Kamae T. et al. Phys.Rev.Lett., 1977, 38, p. 468.
6. Ikeda H. et al. Phys.Rev.Lett., 1979, 42, p. 1321.
7. Arvieux J. et al. SIN News Letters, 1980, 13, p. 28.
8. Hoffiezer J.H. et al. Phys.Rev., 1981, C23, p. 407.
9. Лапидус Л.И. ОИЯИ, P2-11762, Дубна, 1978; Макаров М.М. УФН, 1982, т. 136, вып. 2, с. 185; Ableev V.G. et al. JINR, E1-82-777, Dubna, 1982.
10. Jaffe R.L. Phys.Rev.Lett., 1977, 38, p. 195.

11. Imachi. et al. Prog.Theor.Phys., 1976, 55, p. 551.
12. MacGregor M. Phys.Rev., 1979, D20, p. 1616;  
 Матвеев В.А. ОИЯИ, Д1-2-12036, Дубна, 1978, с. 137.  
 Matveev V.A., Sorba P. Nuovo Cim., 1976, A45, p. 257.
13. Glagolev V.V. et al. JINR, E1-83-59, Dubna, 1983.
14. Кондратюк Л.А. Девятая школа ИТЭФ, в. 3, Энергоиздат, М., 1982.
15. Budagov Yu.A. et al. JINR, E1-9878, Dubna, 1976.
16. Ritche B.G. et al. Phys.Rev., 1981, C24, p. 552.

Байрамов А.А. и др.

P1-83-207

О возможных низколежащих состояниях дипротона

На основе обработки данных о пион-углеродных взаимодействиях при 5 ГэВ/с при определенных критериях отбора событий в спектре масс протон-протонных комбинаций получено указание на возможное существование узкого дипротонного состояния при 2024 МэВ.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Bayramov A.A. et al.

P1-83-207

On Possible Low-Lying States of Diproton

Data on pion-carbon interactions in the LNP JINR propane bubble chamber at the energy of 5 GeV were analysed using definite selection criteria for the proton-proton mass spectra. The evidence for a possible existence of a narrow low-lying diproton state at 2024 MeV is obtained.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод авторов.

Рукопись поступила в издательский отдел  
1 апреля 1983 года.