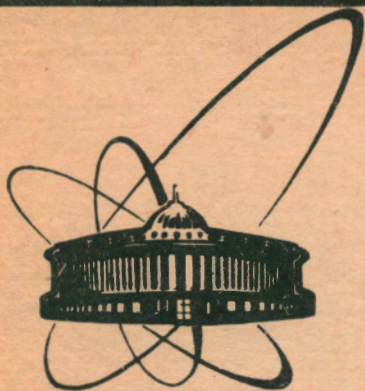


90-317



СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

3-175

P1-90-317

О.А.Займидорога, А.А.Эфендиев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ  
ПСЕВДОСКАЛЯРНОГО РЕЗОНАНСА  
В  $K_{\pi\pi}$ -СИСТЕМЕ

1990

В настоящей работе представлен результат исследования псевдоскалярного состояния  $K\pi\pi$ -системы, когерентно образованной в процессе дифракции каона на ядрах  $K^-A \rightarrow K^- \pi^- \pi^+ A$  при энергии 40 ГэВ.

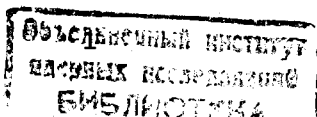
Экспериментальные данные получены на ускорителе У-70 ИФВЭ в Протвино в сотрудничестве Дубна-Болонья-Милан (установка МИС-1). Экспериментальные условия регистрации событий реакции были теми же, что и в ранее проведенном исследовании процесса  $\pi A \rightarrow 3\pi A$ , они опубликованы в работе<sup>11</sup>.

Особенностью процессов дифракционной диссоциации мезонов является возможность однозначного определения парциально-волновой структуры рожденной мезонной системы. При этом образованные в конечной  $K\pi\pi$ -системе парциальные состояния принадлежат той же серии по спину и четности, что и начальный мезон. Большая передаваемая рожденной системе энергия при малых 4-передачах мишени предоставляет уникальную возможность исследовать возбуждения составной структуры диссоциирующего мезона.

Кварковая модель предсказывает существование как орбитальных, так и радиальных возбуждений кварк-антикварковой системы. Эти возбужденные состояния должны проявляться в дифракционно-рожденной  $K\pi\pi$ -системе. Так, для процесса  $\pi \rightarrow 3\pi$  было установлено существование радиально-возбужденного состояния  $\pi' (1250)^{2-4/}$ . Кроме того, было получено указание на наличие более тяжелого радиально-возбужденного состояния пиона  $\pi'' (1770)^{4/}$ .

Использование ядерных мишеней имеет преимущества по сравнению с водородными мишенями, обусловленные сильным подавлением состояний с переворотом спина, максимальной интерференцией между разными волнами, что позволяет надежно измерять относительные фазы различных парциальных состояний. Кроме того, в ядерных данных более отчетливо проявляются резонансные свойства рожденной мезонной системы<sup>15</sup>. Этот эффект обусловлен относительно большим поглощением ядерным веществом нерезонансной компоненты амплитуды рождения мезонной системы по сравнению с поглощением для амплитуды прямого резонансного рождения. В связи с этим представляется актуальным исследование резонансной структуры  $K\pi\pi$ -системы, рожденной на ядрах.

Парциально-волновой анализ проведен на статистике 15076 событий в области  $K\pi\pi$ -масс  $1,08 \div 1,56$  ГэВ/с<sup>2</sup> для пяти ядер: Ве, Al, Cu, Ag и Pb —



совместно и для передач ядру-мишени  $t < t^{**}$ , где  $t^{**}$  — положение первого дифракционного минимума в дифференциальном сечении процесса<sup>16/</sup>. Для анализа использовалась программа PWA Иллинойского университета<sup>17/</sup>. Полученные результаты волнового анализа приведены в работе<sup>18/</sup>.

Псевдоскалярное состояние  $K\pi\pi$ -системы наблюдается в двух модах его распада на  $\epsilon K$  и  $K^*\pi$  в S- и P-волнах соответственно. Так как состояния  $0^-S_0 + (\epsilon K)$  и  $0^-S_0 + (\chi\pi)$  неразличимы в рамках формализма волнового анализа, то в анализ было включено только состояние  $0^-S_0 + (\epsilon K)$ , дающее относительно больший вклад в функцию максимального правдоподобия, чем только состояние  $0^-S_0 + (\chi\pi)$ , и являющееся в действительности когерентной суммой двух этих волн. Димезон  $\epsilon$  параметризовался фазой упругого  $\pi\pi$ -рассеяния в S-волне.

На рис. 1 приведены распределения интенсивностей  $0^-S_0 + (\epsilon K)$ - и  $0^-P_0 + (K^*\pi)$ -состояний и их фаз, измеренных относительно волны  $1^+S_0 + (\rho K)$ . Характер поведения интенсивностей и фаз в зависимости от рожденной  $K\pi\pi$ -массы допускает качественное объяснение в рамках предположения об образовании псевдоскалярного резонанса в области  $1,40 \div 1,5$  ГэВ/с<sup>2</sup> вместе с нерезонансным механизмом рождения этих состояний при малых массах. Основанием для данной интерпретации полученных результатов является наличие широкого максимума в интенсивностях в области  $1,4$  ГэВ/с<sup>2</sup>, падение относительных фаз в области  $1,2 \div 1,4$  ГэВ/с<sup>2</sup>, где доминирует рождение аксиально-векторного резонанса  $Q_b$  (1300) в S-волне<sup>9,10/</sup>, и их дальнейший быстрый рост при больших массах. Относительно большой рост фазы S-волны в области  $1,4 \div 1,56$  ГэВ/с<sup>2</sup>, примерно  $130^\circ$  по сравнению с протонными данными ( $\sim 60^\circ$ )<sup>9/</sup>, качественно подтверждает ранее установленный в  $3\pi$ -данных факт о более явном проявлении резонансных свойств волновых состояний в реакциях на ядерных мишенях.

С целью определения параметров резонанса и его относительного вклада в сечение процесса было проведено описание данных двухкомпонентной унитарной K-матричной моделью связанных резонансных каналов, подробное описание которой приведено в работах<sup>11/</sup>.

Модель включала как прямое рождение резонанса, распадающегося на  $\epsilon K$  и  $K^*\pi$ , так и нерезонансный вклад, обусловленный механизмом Декка<sup>12/</sup>. Для декковской амплитуды использовалась параметризация Стодольского вида<sup>13/</sup>:

$$D_1 \sim (M_{K\pi\pi}^2 - m_K^2)^{-1} \exp(-\phi_1), \quad (1)$$

где  $\phi_1$  — произвольная фаза, определяемая из фита данных. Двухкомпонентный вектор унитарных амплитуд рождения  $0^-S_0 + (\epsilon K)$  и  $0^-P_0 + (K^*\pi)$  состояний  $\vec{F} = (F_1, F_2)$  определен следующим образом:

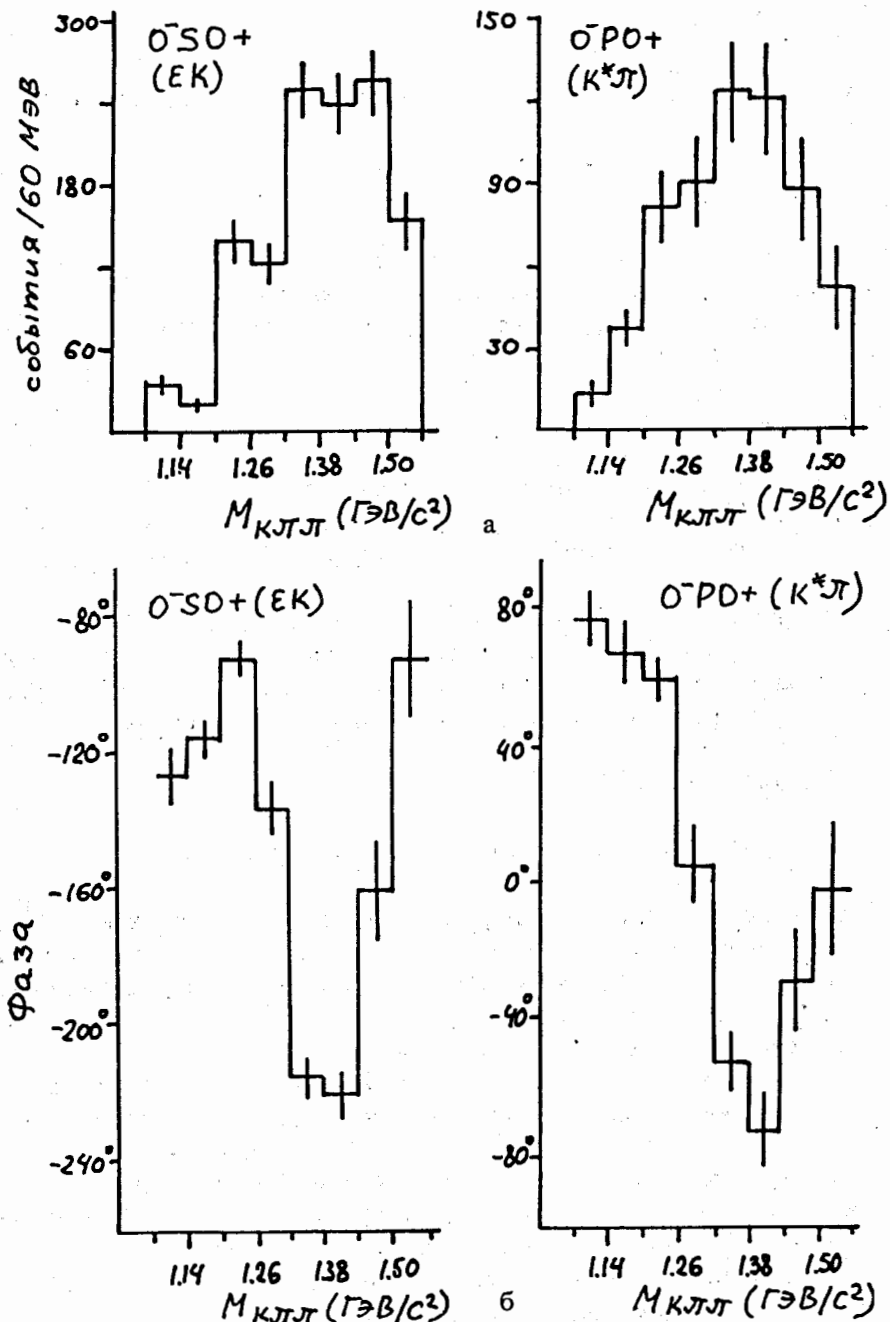


Рис. 1. Распределения интенсивностей волн  $0^-S_0 + (\epsilon K)$  и  $0^-P_0 + (K^*\pi)$  и их фаз, измеренных относительно волны  $1^+S_0 + (\rho K)$ , в зависимости от  $M_{K\pi\pi}$  ( $\text{ГэВ/с}^2$ ).

$$\bar{F} = (\bar{I} - i\bar{K}\rho)^{-1} \bar{P}. \quad (2)$$

В случае одного резонанса и двух каналов его распада элементы  $K$ -матрицы имеют вид

$$K_{ij} = \gamma_i \gamma_j / (m_0 - m); \quad i, j = 1, 2, \quad (3)$$

где  $\gamma_i, \gamma_j$  — парциальные константы связи резонанса с  $i$ -тым каналом его распада,  $m_0$  — полюс в  $K$ -матрице, а  $m$  — текущее значение  $K\pi\pi$ -массы. Вектор амплитуд рождения включает резонансный  $R_i$  и нерезонансный  $D_i$  члены  $P_i = R_i + D_i$ , где

$$R_i = f \gamma_i / (m_0 - m). \quad (4)$$

Амплитуда  $f$  бралась реальной и считалась опорной.

При описании относительных фаз использовались значения фазы волны  $1^+ S_0 + (K^* \pi)$ , полученные из аналогичного анализа для  $1^+$ -состояний<sup>/10/</sup>.

Как видно из рис. 2, используемая модель хорошо воспроизводит поведение интенсивностей и относительных фаз в предположении образования одного резонанса наряду с нерезонансным фоном. Полученные значения массы резонанса и парциальных ширин распада равны

$$M_0 = 1460 \pm 20 \text{ МэВ}/c^2,$$

$$\Gamma(\epsilon K) = 147 \pm 10 \text{ МэВ}; \quad \Gamma(K^* \pi) = 17 \pm 5 \text{ МэВ}.$$

Величина относительного вклада резонанса в сечение образования  $0^-$ -состояния найдена равной 0,27. Отметим, что только нерезонансный механизм, равно как и только резонансное рождение псевдоскалярных состояний, не описывает данные.

Наблюдаемое резонансное состояние  $K'$  (1460) со спин-четностью каона, распадающееся по сильному каналу, интерпретируется в рамках кварковой модели мезонов как радиальное возбуждение наилегчайшего странного мезона-каона. Тот факт, что для  $K'$  (1460) доминирует распад на каон с испусканием  $\epsilon$ -мезона, а также относительно малое значение парциальной ширины для двухкаскадного распада  $K'$  на  $K$  (идущее через димезон  $K^*$  (890)), является характерным свойством для распада радиально-возбужденного состояния в свое основное состояние кварк-антикварковой системы.

В заключение отметим, что впервые экспериментальное указание на возможное существование данного возбуждения каона было получено в исследовании реакции  $Kp \rightarrow K\pi\pi$  при энергии 13 ГэВ<sup>/14/</sup>.

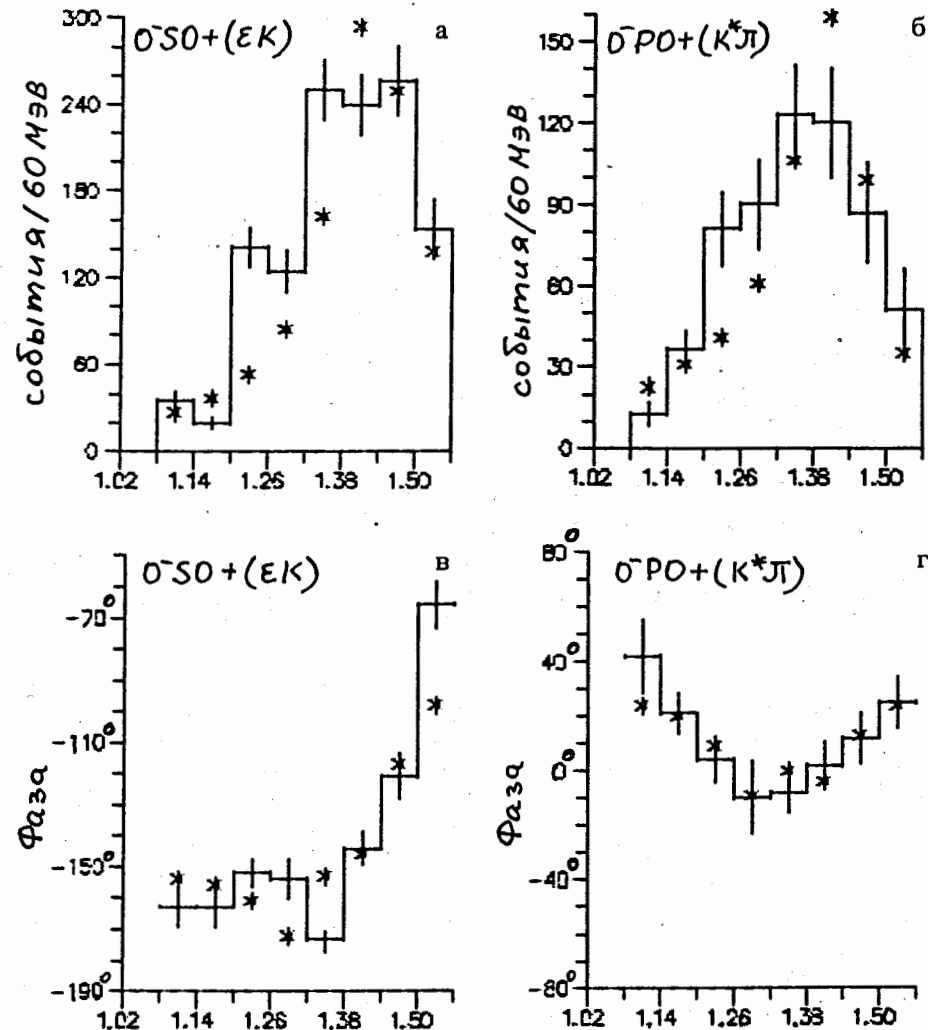


Рис. 2. Результат описания моделью  $(- * -)$  интенсивностей  $0^- S_0 + (\epsilon K)$ - и  $0^- P_0 + (K^* \pi)$ -волн и их фаз, измеренных относительно волны  $1^+ S_0 + (K^* \pi)$ .

Детальный анализ  $K\pi\pi$ -данных, полученных на водородной мишени АССМОР коллаборацией при 63 ГэВ<sup>/9/</sup>, также свидетельствует о существовании данного резонанса. Из сравнения этих результатов с результатами, приведенными в данной работе для ядерных мишеней, следует, что хотя значения массы наблюдаемого резонанса  $K'$  совпадают, однако имеет место различие в значениях парциальных ширин его распада (для протонных данных из работы<sup>/9/</sup>  $\Gamma(\epsilon K) = 117 \text{ МэВ}$ ,  $\Gamma(K^* \pi) = 109 \text{ МэВ}$ ).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Abrosimov A.T. et al. — Nucl. Phys., 1979, v.157, p.1.
2. Aaron A. et al. — Phys. Rev., 1981, v.D24, p.1207.
3. Daum C. et al. — Nucl. Phys., 1981, v.B182, p.269.
4. Bellini G. et al. — Phys. Rev. Lett., 1982, v.48, p.1697.
5. Bellini G. et al. — Nuovo Cim., 1984, v.A79, p.282.
6. Антипов В.В. и др. — ОИЯИ, P1-89-282, Дубна, 1989.
7. Ascoli G. et al. — Phys. Rev., 1973, v.D7, p.669.
8. Efendiev A. et al. — JINR Rapid Comm., No.3(36)-89, Dubna, 1989.
9. Daum C. et al. — Nucl. Phys., 1980, v.B187, p.227.
10. Займидорога О.А. и др. — ОИЯИ, P1-90-318, Дубна, 1990.
11. Bowler M. — J. Phys., 1977, v.G3, No.6, p.775;  
Bowler M. et al. — Nucl. Phys., 1974, v.B74, p.493;  
Bowler M. et al. — Nucl. Phys., 1975, v.B97, p.227.
12. Deck R.T. — Phys. Rev. Lett., 1964, v.13, p.169.
13. Stodolsky L. — Phys. Rev. Lett., 1967, v.18, p.973.
14. Brandenburg G. et al. — Phys. Rev. Lett., 1976, v.36, p.1239.

Рукопись поступила в издательский отдел  
7 мая 1990 года.

Займидорога О.А., Эфендиев А.А.

P1-90-317

Определение параметров псевдоскалярного резонанса в  $K\pi\pi$ -системе

В рамках  $K$ -матричной модели определены параметры псевдоскалярного резонанса  $K'$  в  $K\pi\pi$ -системе, дифракционно образованной на ядрах. Используемая модель включала как прямое рождение резонанса, так и нерезонансный член в амплитуде  $K\pi\pi$ -рождения. Величина относительного вклада  $K'$  в сечение рождения  $0^-$ -состояний получена равной 0,27.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1990

Перевод М.И.Потапова

Zaimidoroga O.A., Efendiev A.A.

P1-90-317

The Determination of the Parameters of Pseudoscalar Resonance in the  $K\pi\pi$ -System

The parameters of the resonance  $K'$ , diffractively produced on nuclei have been found in the frame of the  $K$ -matrix model. The model includes the direct resonant production as well as nonresonant term in the amplitude of  $K\pi\pi$ -production. The relative contribution of  $K'$  resonance into cross-section of  $0^-$  partial states has been found to be equal 0.27.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1990