

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

А 488

Д1-88-369

**НАБЛЮДЕНИЕ УЗКИХ БАРИОНИЕВ  
В ЭКСПЕРИМЕНТЕ БИС-2**

**Барионы со скрытой странностью**

**Сотрудничество БИС-2: Дубна - Алма-Ата -  
Будапешт - Бухарест -  
Москва - Пловдив -  
Прага - София - Тбилиси**

Направлено в Оргкомитет XXIV Международной конференции по физике высоких энергий, ФРГ, август 1988 г. и в Оргкомитет Международной конференции "Кварки-88", Тбилиси, май 1988 г.

**1988**

А.Н.Алеев, В.А.Арефьев, В.П.Баландин, В.К.Бердышев, В.К.Бирулев, Т.С.Григалашвили, Б.Н.Гуськов, А.И.Зинченко, И.И.Евсиков, И.М.Иванченко, М.Н.Капишин, Н.Н.Карпенко, Д.А.Кириллов, И.Г.Косарев, В.Р.Крастев, Н.А.Кузьмин, М.Ф.Лихачев, А.Л.Любимов, А.Н.Максимов, А.Н.Морозов, В.В.Пальчик, А.В.Позе, А.Прокеш, В.В.Рыбаков, В.Е.Симонов, Л.А.Слепец, М.Смижанска, А.С.Чвыров

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

А.Ф.Камбурян, А.А.Локтионов, Ю.К.Потребеников, И.Я.Часников  
Институт физики высоких энергий АН КазССР, Алма-Ата

И.Вереш, П.Залан, Я.Пазони  
Центральный институт физических исследований ВАН, Будапешт

О.Балеа, Т.Понта  
Центральный институт физики, Бухарест

А.С.Белоусов, Я.А.Ваздик, Е.Г.Девицин, М.В.Завертяев, В.А.Козлов, Е.И.Малиновский, С.Ю.Поташов, С.В.Русаков, П.А.Смирнов, Ю.В.Соловьев, А.Р.Теркулов, А.М.Фоменко, Л.Н.Штарков  
Физический институт им. П.Н.Лебедева АН СССР, Москва

Т.Б.Прогулова, Е.А.Чудаков  
Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ, Москва

В.Д.Чолаков  
Пловдивский университет им. П.Хиландерски, Пловдив

М.Вецко, Я.Гладки, М.Новак  
Физический институт ЧСАН, Прага

В.Й.Заячки  
Высший химико-технологический институт, София

П.Т.Тодоров  
Институт ядерных исследований и ядерной энергетики БАН, София

Л.Н.Абесалашвили, Н.С.Амаглобели, В.П.Джорджадзе, Н.О.Кадагидзе, Р.А.Кватадзе, В.Д.Кекелидзе, Н.Л.Ломидзе, Г.В.Мелитаури, Г.И.Никобадзе, Т.Г.Пицхелаури, Г.Т.Татишвили, М.С.Чаргейшвили, Р.Г.Шанидзе  
Научно-исследовательский институт физики высоких энергий ТГУ, Тбилиси

В экспериментах WA-62/1,2/ и БИС-2/2-4/, проведенных соответственно на СПС в ЦЕРНе и на серпуховском ускорителе, наблюдались узкие резонансы  $U/M_s$  с массой около  $3100 \text{ МэВ}/c^2$  - кандидаты в странные барионии. Их основные характеристики не укладываются в стандартную кварк-антикварковую схему мезонов, но могут быть описаны в предположении многокварковой структуры с одним странным кварком/антикварком. Соответствующий мультиплет адронов должен включать в себя также барионии со скрытой странностью, т.е. содержащие странные кварк и антикварк. Масса таких резонансов должна быть больше, чем у  $U/M_s$ , а распадаться они должны с образованием странных частиц.

В настоящей работе приведены результаты поиска бариониев со скрытой странностью, полученные при анализе той же статистики, что и в первой части данной работы<sup>/4/</sup>. Предварительные данные, полученные на части статистики, приведены в<sup>/5/</sup>.

Барионии со скрытой странностью искались по распадам, содержащим барион, антибарион и странные частицы:

$\Lambda \bar{p} K^+$ ,	/1а/
$\bar{\Lambda} p K^-$ ,	/1б/
$\Lambda \bar{p} K^+ \pi^+$ ,	/2а/
$\bar{\Lambda} p K^- \pi^+$ ,	/2б/
$K_s^0 p \bar{p} K^+$ ,	/2в/
$\Lambda \bar{p} K^+ \pi^-$ ,	/2г/
$\bar{\Lambda} p K^- \pi^-$ ,	/2д/
и $K_s^0 p \bar{p} K^-$ .	/2е/

Указанные восемь состояний наиболее доступны для поиска таких бариониев в нашем эксперименте.

В эксперименте было зарегистрировано  $\sim 2,2 \cdot 10^5$  событий, содержащих  $\Lambda$ ,  $\sim 1,5 \cdot 10^5$  -  $K_s^0$  и  $\sim 2,7 \cdot 10^4$  -  $\bar{\Lambda}$ .  $K_s^0$  идентифицировались по распадам  $K_s^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ , за которые принимались  $V^0$ , если их инвариантная масса не отличалась от табличного значения массы

$K_s^0$  более чем на 10 МэВ/с<sup>2</sup>. Условия отбора  $\Lambda, \bar{\Lambda}$  приведены в<sup>4/</sup>.

Для построения спектров инвариантных масс систем /1а/-/2е/ отбирались события, содержащие  $\Lambda, \bar{\Lambda}$  или  $K_s^0$  и не менее двух заряженных адронов  $h^+$  и  $h^-$ , вылетающих из вершины взаимодействия. С учетом перечисленных условий было отобрано 62345, 8241 и 54211 таких событий, содержащих соответственно  $\Lambda, \bar{\Lambda}$  и  $K_s^0$ .

Для идентификации заряженных адронов<sup>4/</sup> использовалась информация от МПГЧС-1/2<sup>6/</sup>. Большинство частиц - кандидатов в  $p/\bar{p}$  или  $K+/-$  - имели импульсы меньше 11 ГэВ/с, что ниже порогов их свечения в МПГЧС-1/2. Поэтому при анализе каждой из комбинаций требовалось, чтобы частица-кандидат в  $p/\bar{p}$  или  $K+/-$  не была идентифицирована как пион. Все возможные комбинации, удовлетворяющие этому условию, были оставлены для дальнейшего анализа.

В результате было отобрано 5764, 2452, 1249, 460, 1293, 969, 615 и 1222 комбинации, соответствующих конечным состояниям /1а/-/2е/, спектры инвариантных масс которых показаны на рис.1 и 2. Во всех спектрах видны пики: для нейтральных состояний - около массы 3250 МэВ/с<sup>2</sup>, а для заряженных - около массы 3260 МэВ/с<sup>2</sup>. Все восемь пиков статистически значимы и, следовательно, являются физическими сигналами. Характеристики этих сигналов приведены в таблице.

Таблица

Конечное состояние	Интервал масс сигнала, МэВ/с <sup>2</sup>	Число комбинаций, сигнал/фон
$\Lambda\bar{p}K^+$	3220÷3260	72/178
$\bar{\Lambda}pK^-$	3240÷3280	30/ 50
$\Lambda\bar{p}K^+\pi^+$	3240÷3280	36/ 55
$\bar{\Lambda}pK^-\pi^+$	3230÷3290	30/ 38
$K_s^0 p\bar{p}K^+$	3240÷3300	36/ 48
$\Lambda\bar{p}K^+\pi^-$	3240÷3280	37/ 55
$\bar{\Lambda}pK^-\pi^-$	3230÷3290	25/ 46
$K_s^0 p\bar{p}K^-$	3220÷3260	36/ 46

Результаты суммирования спектров инвариантных масс нейтральных /1а,б/ и заряженных /2а-е/ комбинаций конечных состояний показаны соответственно на рис. 3а,б. В обоих спектрах видны

Рис. 1. Спектры инвариантных масс систем: а -  $\Lambda\bar{p}K^+$ , б -  $\bar{\Lambda}pK^-$ .

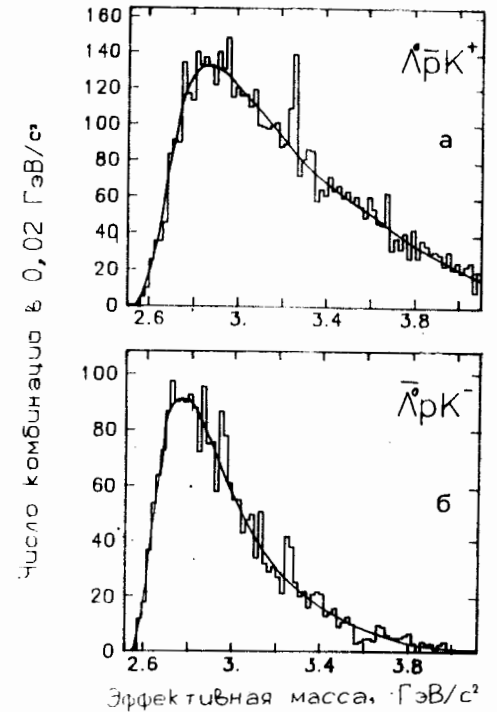
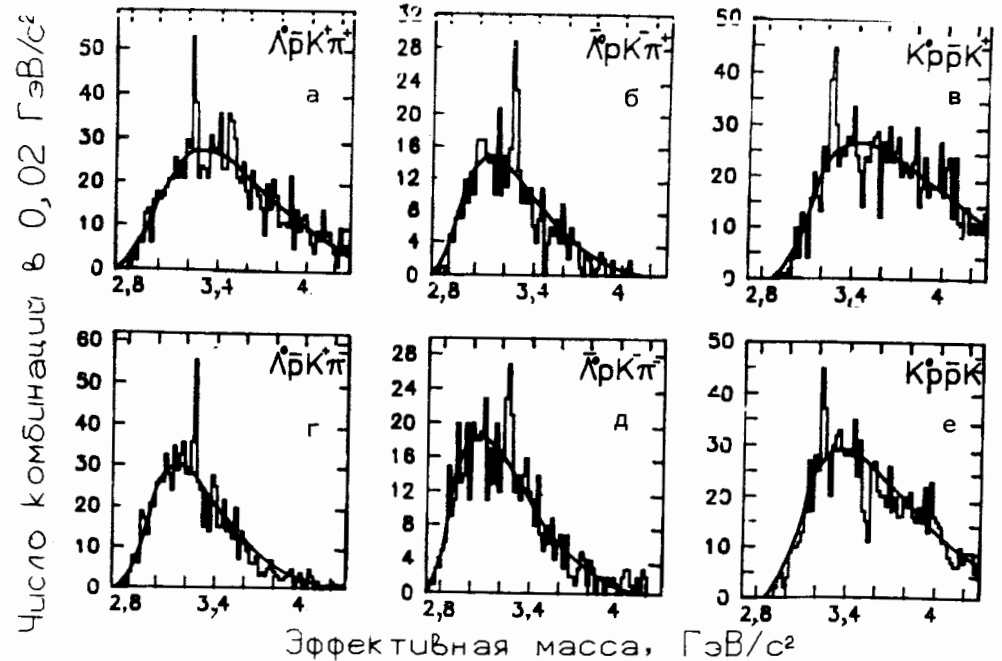


Рис. 2. Спектры инвариантных масс систем: а -  $\Lambda\bar{p}K^+\pi^+$ , б -  $\Lambda\bar{p}K^-\pi^+$ , в -  $K_s^0 p\bar{p}K^+$ , г -  $\Lambda\bar{p}K^+\pi^-$ , д -  $\bar{\Lambda}pK^-\pi^-$ , е -  $K_s^0 p\bar{p}K^-$ .



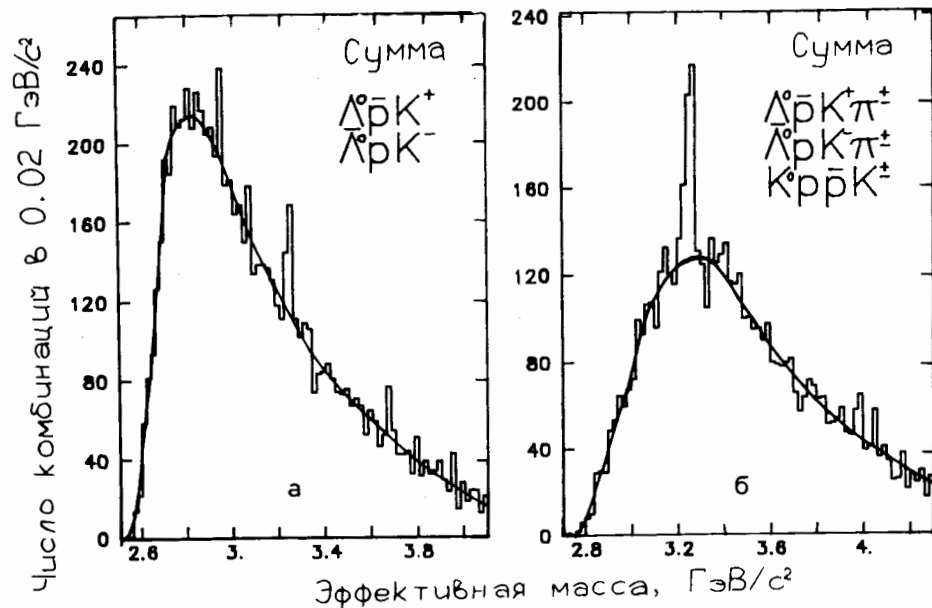


Рис. 3. Суммарные спектры инвариантных масс: а - с нулевым зарядом, б - с отличным от нуля общим зарядом.

сигналы. На рис. 3а в сигнале содержится  $83 \pm 8$ , а на рис. 3б -  $197 \pm 12$  комбинаций. В области масс сигналов комбинаторный фон составляет около 1,1 комбинаций на событие.

Таким образом, во всех спектрах инвариантных масс конечных состояний /1а-б/ и /2а-е/ наблюдаются сигналы в интервале масс  $3220 \pm 3290$  МэВ/с<sup>2</sup>. Они не могут быть следствием кинематического отражения какого-либо резонанса, поскольку являются узкими и присутствуют в восьми различных конечных состояниях. Поэтому они указывают на существование узкого мезонного резонанса, бариония с нулевой странностью в трех зарядовых состояниях /0,+,-/. Среднее значение массы резонанса равно  $3255 \pm 10$ /стат./  $\pm 30$ /сист./ МэВ/с<sup>2</sup>. Ширина резонанса не превышает 30 МэВ/с<sup>2</sup>.

Из оценок эффективности регистрации резонанса, полученных методом Монте-Карло, и величин наблюдаемых сигналов следует, что парциальные ширины распадов /1а, 2а и 2д/ грубо совпадают с /1б, 2б и 2е/ соответственно.

Анализ инклюзивных спектров продольной и поперечной составляющих импульсов резонанса показал, что область для его наблюдения в данном эксперименте ограничена по фейнмановской переменной  $x > 0,2$  и по  $P_T < 1$  ГэВ/с. Оценка зависимости сечения рождения резонанса в этой области от атомного веса ядер мишени /А/ не противоречит соотношению  $\sim A^{2/3}$ . С учетом этого получены оценки сечений рождения резонанса нейтронами на нуклоне. В наблюдаемой области кинематических переменных произведения этих сечений на вероятности распадов составляют для нейтральных каналов  $0,4 \pm 3,0$  мкб на нуклон, а для заряженных - от 0,5 до 7,0 мкб на нуклон. Пределы сечений рождения соответствуют 90% уровню достоверности.

#### ВЫВОДЫ

1. В восьми спектрах инвариантных масс нейтральных / $\Lambda^0 \bar{p} K^+$  и  $\Lambda^0 \bar{p} K^-$ / и заряженных / $\Lambda^0 \bar{p} K^+ \pi^+/-$ ,  $\Lambda^0 \bar{p} K^- \pi^+/-$  и  $K^0 \bar{p} p K^+/-$ / конечных состояний наблюдаются узкие статистически значимые пики около одного и того же значения массы. Это указывает на существование узкого резонанса, распадающегося с образованием странных частиц. Масса резонанса равна  $3255 \pm 10$ /стат./  $\pm 30$ /сист./ МэВ/с<sup>2</sup>. Ширина резонанса не превышает 30 МэВ/с<sup>2</sup>.

2. Этот резонанс является барионием, поскольку среди продуктов его распада имеются барион и антибарион. Его масса на  $180 \pm 200$  МэВ/с<sup>2</sup> больше массы странного бариония  $U/M_8^{1/4}$ . Такая разность масс близка к типичному расщеплению уровней, различающихся на единицу гиперзаряда, в SU(3)-мультиплетах барионов /7/. Поскольку резонанс распадается на странные частицы, он может рассматриваться как кандидат в барионий со скрытой странностью - представитель того же SU(3)-мультиплета экзотических мезонов, что и  $U/M_8$ . В соответствии с этим предлагается обозначить его  $M_\phi$ , где индекс  $\phi$  означает скрытую странность.

Авторы признательны А.М.Балдину, Э.И.Мальцеву, А.А.Комару, И.А.Савину, А.Н.Сисакяну, Н.Е.Тюрину, А.Н.Тавхелидзе, П.А.Черенкову, за поддержку этих исследований; С.Б.Герасимову, С.С.Герштейну, Х.-В.Зиберту, А.Б.Кайдалову, А.К.Лиходеду, Чану Х.-М. за полезные дискуссии; Г.Г.Султанову, К.Хиллеру за критические замечания; Д.Т.Бурилкову, Ю.Клубуну, Е.М.Лихачевой, П.К.Маркову, Х.Новак, З.Новаку, Х.-Э.Рызеку, Л.В.Сильвестрову, Г.Г.Тахтамышеву и Р.К.Траянову за участие в эксперименте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bourquin M. et al. - Phys.Lett., 1986, B172, p.113.
2. Cooper S.- In: Proceedings of the XXIII International Conference on High Energy Physics, Berkeley 1986, p.67; Siebert H.-W. - ibid, v.2, p.1015.
3. Алеев А.Н. и др. - В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №19-86, Дубна: ОИЯИ, 1986, с.16.
4. Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, Д1-88-368, Дубна, ОИЯИ, 1988.
5. Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, Д1-88-194, Дубна, ОИЯИ, 1984.
6. Гуськов Б.Н. и др. ОИЯИ, P1-86-248, Дубна, ОИЯИ, 1986.
7. Review of particle properties. Phys.Lett., 1986, B170.

Рукопись поступила в издательский отдел  
26 мая 1988 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
Д2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
Д1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
Д17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. (2 тома)	7 р. 75 к.
Д11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р. 00 к.
Д13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна, 1985.	4 р. 80 к.
Д4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
Д3,4,17-86-747	Труды V Международной школы по нейтронной физике Алушта, 1986.	4 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984. (2 тома)	13 р. 50 к.
Д1,2-86-668	Труды VIII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1986. (2 тома)	7 р. 35 к.
Д9-87-105	Труды X Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1986. (2 тома)	13 р. 45 к.
Д7-87-68	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Дубна, 1986.	7 р. 10 к.
Д2-87-123	Труды Совещания "Ренормгруппа - 86". Дубна, 1986.	4 р. 45 к.
Д4-87-692	Труды Международного совещания по теории малочастичных и кварк-адронных систем. Дубна, 1987.	4 р. 30 к.
Д2-87-798	Труды VIII Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1987.	3 р. 55 к.
Д14-87-799	Труды II Международного симпозиума по проблемам взаимодействия мюонов и пионов с веществом. Дубна, 1987	4 р. 20 к.
Д17-88-95	Труды IV Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1987.	5 р. 20 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79. Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Алеев А.Н. и др.  
Наблюдение узких бариониев в эксперименте БИС-2.  
Барионии со скрытой странностью

Д1-88-369

В эксперименте, выполненном сотрудничеством БИС-2 на серпуховском ускорителе, проведен поиск бариония со скрытой странностью, продукты распада которого содержат барион-антибарионную пару, а также частицы с противоположными значениями странностей. В восьми различных спектрах инвариантных масс нейтральных и заряженных конечных состояний наблюдаются узкие пики около одного и того же значения массы, что указывает на существование нестранного бариония в зарядовых состояниях: +1, 0 и -1. Масса резонанса равна  $3255 \pm 10$  (стат.)  $\pm 30$  (сист.) МэВ/с<sup>2</sup>. Ширина резонанса не превышает 30 МэВ/с<sup>2</sup>.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1988

Aleev A.N. et al.  
Observation of Narrow Baryoniums in the Experiment BIS-2.  
Baryoniums with Hidden Strangeness

D1-88-369

In the experiment carried out by the BIS-2 collaboration at the Serpukhov accelerator the search has been performed for baryoniums with hidden strangeness, decay products of which are containing baryon-antibaryon pair, and also particles with opposite strangenesses. In eight different invariant mass spectra of the neutral and charged final states, the narrow peaks are observed at one and the same mass value. This indicates the existence of the nonstrange baryonium in three charged states: +1, 0 and -1. The mass of the resonance is equal to  $3255 \pm 10$  (stat.)  $\pm 30$  (syst.) MeV/c<sup>2</sup>. The width of the resonance does not exceed 30 MeV/c<sup>2</sup>.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1988