

Т-235

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 539.12.1

1-89-496

ТАТИШВИЛИ

Гоча Тариелович

**ПОИСК УЗКИХ БАРИОНИЕВ,
РАСПАДАЮЩИХСЯ С ОБРАЗОВАНИЕМ
СТРАННЫХ ЧАСТИЦ**

**Специальность: 01.04.01 - экспериментальная
физика**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук**

Дубна 1989

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий
Объединённого института ядерных исследований.

Научные руководители:

доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник

Владимир Дмитриевич
Кекелидзе

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

Михаил Фёдорович
Лихачёв

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник

Серго Борисович
Герасимов

доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник

Леонид Степанович
Ажгирей

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Научно-исследовательский институт ядерной физики Московского государственного университета.

Защита диссертации состоится "___" _____ 1989 года
в ___ часов на заседании специализированного совета Д.047.01.02
при Лаборатории высоких энергий Объединённого института ядерных
исследований, Дубна Московской области, Лаборатория высоких
энергий ОИЯИ, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ДВЭ ОИЯИ.

Автореферат разослан "___" _____ 1989 года.

Учёный секретарь
специализированного совета

М.Ф.Лихачёв

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

В рамках современной концепции строения элементарных частиц нет запрета на существование многокварковых адронов, т.е. адронов, состоящих более чем из трех валентных кварков. Если таких объектов в природе нет, то принципы строения адронов должны быть дополнены новыми положениями, из которых вытекают бы соответствующие запреты. Если же многокварковые адроны существуют, то ожидается их богатая спектроскопия, ее исследование и изучение свойств таких адронов позволит глубже понять природу сил, связывающих кварки в адронах. К многокварковым адронам относятся т.н. барионии – мезонные резонансы, у которых подавлены каналы распада, содержащие только мезоны в конечном состоянии, и которые, как правило, распадаются с образованием бариона и антибариона. Такая специфика обеспечивает четкую ситуацию их распадов и создает определенные преимущества их экспериментального поиска по сравнению с другими многокварковыми адронами. Поэтому поиск бариониев является одним из перспективных направлений экспериментальных исследований в физике адронов.

Наиболее активно эксперименты по поиску бариониев проводились на протяжении последнего десятилетия. Однако вопрос об их существовании пока еще не решен. Одно из наиболее сильных указаний о существовании бариония было получено в эксперименте, проведенном на SPS в ЦЕРНе, в котором наблюдалось три зарядовых состояния странного узкого резонанса U с массой $3100 \text{ МэВ}/c^2$, характеризующегося экзотическим набором квантовых чисел. К исследованию этого резонанса в последние годы был проявлен большой интерес.

При поиске бариониев, как и других новых адронов, важно получить всесторонние связанные с ними данные. Так, для доказательства их существования важное значение имеет их наблюдение в экспериментах, проведенных в различных пучках и при разных энергиях, поиск разнообразных каналов их распада, а также поиск разнообразных состояний, представителей того же класса адронов.

Целью работы является проверка существования узкого бариония $U(3100)$ и, в случае подтверждения, поиски новых каналов его распада и новых состояний, партнеров по $SU(3)$ -мультиплету. Такой $SU(3)$

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
БИБЛИОТЕКА

мультиплет адронов кроме странных бариониев должен включать в свой состав барионий без странных кварков, а также барионий со скрытой странностью, т.е. содержащие пару странных кварка и антикварка.

Для решения поставленной задачи анализировалась экспериментальная информация, полученная на серпуховском ускорителе в пучке нейтронов со средней энергией ~ 40 ГэВ с помощью установки БИС-2. Искались барионий с отрицательной и положительной странностью, распадающиеся на Λ , \bar{p} и пионы и $\bar{\Lambda}$, p и пионы соответственно. Искался также $SU(3)$ -партнер этих бариониев – барионий со скрытой странностью, продукты распада которого содержат частицы с противоположными значениями странности.

Новизна, научная значимость и практическая ценность работы

1. Получено указание на существование нового класса состояний, являющихся представителями многокварковых адронов – узких бариониев, содержащих странные кварки. Тем самым качественно расширена спектроскопия адронных состояний.

2. Полученные результаты были использованы в ряде теоретических работ и послужили развитию моделей сильных взаимодействий и, в частности, моделей строения адронов.

3. Разработаны алгоритмы поиска и распознавания физических траекторий заряженных частиц и на их основе создан комплекс математических программ. Эти программы применяются сотрудничеством БИС-2 при решении широкого класса физических задач.

4. Полученные в диссертации результаты используются при планировании экспериментов по поиску узких резонансов на серпуховском ускорителе (проект "ЭКСЧАРМ").

Апробация работы

Результаты, вошедшие в диссертацию, обсуждались на научных семинарах в Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований, Институте физики высоких энергий Тбилисского государственного университета, Физическом институте им. П.Н. Лебедева АН СССР, в Институте физики высоких энергий (Серпухов), Институте теоретической и экспериментальной физики; были представлены на Международных конференциях по физике высоких энергий в 1986 г. (Беркли, США) и в 1988 г. (Мюнхен, ФРГ); на международном семинаре "Кварки-88" (Тбилиси); на семинаре по физике частиц в 1988 г. (Тбилиси), а также на рабочих совещаниях сотрудничества по экспериментам БИС-2.

Публикации

Основные результаты и выводы диссертации содержатся в опубликованных работах /1-5/ и в материалах упомянутых конференций.

Объем диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка цитированной литературы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы, научная значимость и практическая ценность работы. Показана структура и сформулирована основная цель диссертации. Изложены основные положения, вынесенные на защиту.

В первой главе обсуждаются два возможных пути поиска бариониев, т.н. "formation"- и "production"-эксперименты. Второй путь позволяет осуществить поиск бариониев с любым набором кварков и является единственным приемлемым для решения поставленной задачи.

В этой же главе дана краткая характеристика опубликованных экспериментальных данных, в основном по поиску бариониев, содержащих странные кварки. В частности, приведены результаты эксперимента WA-62, выполненного на SPS в ЦЕРНе. В этом эксперименте во взаимодействиях Σ^- со средним импульсом 135 ГэВ/с с Ве мишенью обнаружено рождение трех зарядовых состояний узкого бариония с отрицательной странностью U^+ , U^0 и U^- с массой около 3100 МэВ/с², распадающихся на Λ , \bar{p} и заряженные пионы. Из-за изотопического спина $I \geq 1$ и наличия по меньшей мере одного странного кварка U должен содержать не меньше четырех валентных кварков/антикварков (минимальный кварковый состав $U^+ - su\bar{u}\bar{d}$). Из-за наличия U^- состояния исключается также его интерпретация как обычного очарованного мезона. Необычным является узкая ширина ($\Gamma \leq 30$ МэВ/с²) наблюдаемого резонанса при достаточно большой его массе. Поэтому исследование U вызвало большой интерес как с экспериментальной, так и с теоретической точек зрения.

Из приведенных других экспериментальных данных следует, что многим из состояний, наблюдавшимся в одном эксперименте, противопоставлены отрицательные результаты одного или ряда экспериментов. Поэтому при поиске новых состояний важно не только наблюдение тех же состояний, но и составление целостной физической картины связанных с ними данных.

Во второй главе обсуждаются основные требования, предъявляемые к эксперименту, в котором может быть решена поставленная задача – поиск узких бариониев, содержащих странные кварки. Такой эксперимент может быть эффективно осуществлен путем поиска распадов бариониев,

приводящих к узким пикам в спектрах эффективных масс конечных состояний. Предложенная стратегия поиска определяет одно из основных требований, предъявляемых к эксперименту, — высокое разрешение по эффективным массам исследуемых систем. Для поиска узких резонансов, распадающихся с образованием странных частиц, необходима совершенная система идентификации странных частиц, а также барионов и антибарионов. Нейтральные странные частицы Λ , $\bar{\Lambda}$, K^0 могут быть идентифицированы по пикам в спектрах эффективных масс их продуктов распада, а заряженные K^\pm — с помощью газовых пороговых черенковских счетчиков. Барионы и антибарионы, p и \bar{p} , также могут быть идентифицированы с помощью черенковских счетчиков.

Экспериментальный материал, анализ которого составляет основу данной работы, был получен с помощью спектрометра БИС-2, расположенного в канале 4Н серпуховского ускорителя. Пучок канала 4Н состоял, в основном, из нейтронов со средним импульсом ~ 40 ГэВ/с при небольшой примеси K_L^0 -мезонов — 1,5% и заряженных частиц — около 2%. Интенсивность нейтронов составляла $(0,85 \pm 0,2) \cdot 10^6$ нейтронов в секунду при сбросе на внутреннюю мишень 10^{11} ускоренных до 70 ГэВ протонов.

Схема основных элементов спектрометра БИС-2 показана на рис.1. В качестве спектрометрического магнита М использовался магнит СП-40, который имел эффективную длину магнитного поля 200 см и апертуру (100×29) см². Поле магнита изменяло поперечную составляющую импульсов заряженных частиц на 0,63 ГэВ/с. Пропорциональные камеры РС использовались как для восстановления траекторий заряженных частиц,

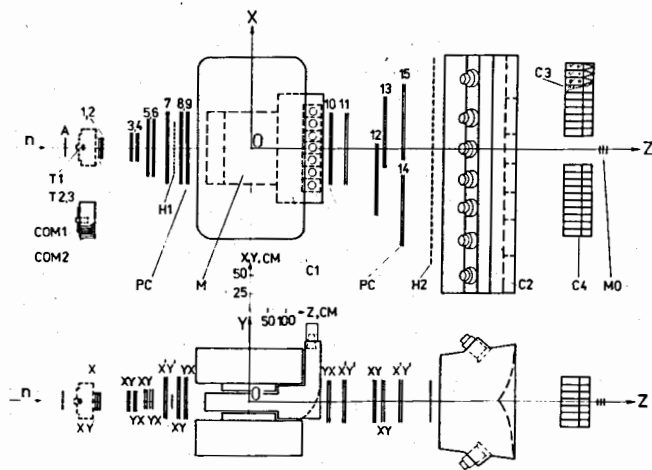


Рис.1. Схема расположения на пучке основных элементов спектрометра БИС-2.

так и в системе запуска спектрометра. Монитор нейтронов МО обеспечивал контроль нейтронного пучка и синхронизацию работы установки с работой ускорителя. Для идентификации заряженных частиц применялись два многоканальных пороговых газовых черенковских счетчика C1 и C2, первый из которых, семиканальный, был наполнен воздухом, а второй, четырнадцатиканальный, — фреоном-12. Расчетные пороговые импульсы свечения частиц в счетчиках приведены в таблице I. В качестве мишеней T1,2,3 применялись водород, углерод, алюминий и медь. Жидководородная мишень имела толщину 2,1, а ядерные $3,4 \cdot A^{1/3}$ г/см², где A — атомный вес ядер мишени. Ядерные мишени чередовались через каждые $\sim 5 \cdot 10^4$ зарегистрированных взаимодействий.

Таблица I

Счетчик	Газ	Порог P^\pm ГэВ/с	Порог K^\pm ГэВ/с	Порог p/\bar{p} ГэВ/с
C1	воздух	6,0	21,2	40,3
C2	фреон-12	3,1	10,8	20,5

Для запуска спектрометра требовалось, чтобы через всю установку прошло не менее 4-х заряженных частиц. Количество отсчетов МО за цикл ускорителя составляло $1,5 \cdot 10^5$, а количество событий, удовлетворяющих условию запуска спектрометра, — 10^3 .

В диссертационной работе проанализирована информация о $1,9 \cdot 10^7$ нейтрон-протонных и $2,4 \cdot 10^7$ нейтрон-ядерных взаимодействиях, зарегистрированных за 2800 часов работы ускорителя. Вся экспериментальная информация разместилась на 860 магнитных лентах.

Показано, что спектрометр БИС-2 и условия проведения эксперимента удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям.

Третья глава посвящена методике обработки экспериментальной информации, анализ которой проводился поэтапно. Приведена схема такого поэтапного анализа.

На этапе геометрической реконструкции событий с помощью программ BISON, PERUN и VIEW восстанавливались траектории заряженных частиц и определялись их параметры.

Надежное выделение "нейтральных вилок" (V^0) является одним из преимуществ эксперимента БИС-2. Оптимизация условий выделения сигналов V^0 происходила на этапе статистического анализа с помощью программы VISMXS. За V^0 принималась пара разноименно заряженных частиц, минимальное расстояние между траекториями которых не превышало 4-кратную величину экспериментального разрешения по этому параметру. В зависимости от типа использованной мишени его величина составляла от 0,1 до 0,2 см.

Исследуемые состояния искались среди событий, в которых заряженные частицы, сопровождающие V^0 , исходили из общей вершины взаимодействия. При отборе событий требовалось, чтобы траектории всех частиц $\Lambda / \bar{\Lambda} / K^0$ и h^\pm хорошо сшивались в области мишени, т.е. чтобы среднее квадратическое расстояние между траекториями частиц и их общей вершиной не превышало 4-кратную величину разрешения по этому параметру. Величина этого разрешения в экспозициях с использованием различных мишеней различалась в пределах от 0,2 до 0,5 см. Накладывались также ограничения на границы объема, в котором распадалась нейтральная странная частица. Длина его по пучку составляла около 2-х м, а передняя граница находилась на расстоянии 10-ти см за краем ядерной или непосредственно за краем жидководородной мишени.

На следующем этапе анализа использовались те V^0 , для которых эффективная масса систем $(p\pi^-)/(\bar{p}\pi^+)$ отличалась от табличного значения массы $\Lambda / \bar{\Lambda} / K^0$ не более чем на 7/10/10 МэВ/с² соответственно.

На этапе статистического анализа с помощью программы BISMXC вычислялось ожидаемое распределение черенковского света от каждой заряженной частицы между различными каналами счетчиков. С учетом этих распределений и анализа сигналов, полученных от С1 и С2, определялись относительные вероятности идентификации каждой заряженной частицы как пиона, каона или протона (или соответствующей античастицы). Система идентификации позволяла: а) в интервале импульсов $3 \leq P \leq 10$ ГэВ/с с вероятностью 80% отделять π^\pm от K^\pm и $p(\bar{p})$; б) в интервале импульсов $10 \leq P \leq 20$ ГэВ/с с вероятностью 70% разделять π^\pm , K^\pm и $p(\bar{p})$; в) в интервале импульсов $20 \leq P \leq 40$ ГэВ/с с вероятностью 70% отделять $p(\bar{p})$ от π^\pm и K^\pm .

Для определения эффективностей регистрации искомым резонансов с помощью программы моделирования RSIMUL проводилась генерация событий рождения бариониев с их последующими распадами и регистрацией. При расчетах принимались во внимание: геометрия расположения элементов спектрометра, кулоновское рассеяние заряженных частиц в веществе, пространственное разрешение пропорциональных камер и их эффективность, а также эффективность восстановления исследуемых событий применявшимися математическими программами. Было определено, что искомые резонансы могут быть зарегистрированы с помощью спектрометра БИС-2 с эффективностью порядка 10^{-4} в кинематической области:

$$\begin{aligned} X_F &\geq 0,2, \\ P_T &\leq 1 \text{ ГэВ/с}, \end{aligned} \quad (I)$$

где X_F - переменная Фейнмана, а P_T - поперечный импульс системы.

В четвертой главе приводятся результаты поиска узких бариониев с отрицательной и положительной странностью, обозначенных соответственно U/M_S и \bar{M}_S , а также узкого бариония со скрытой странностью, обозначаемого M_{Φ}^I . С этой целью было отобрано 70613/9253/62471 событий, содержащих соответственно $\Lambda / \bar{\Lambda} / K_S^0$ и не менее двух заряженных частиц.

Барионии искались в спектрах эффективных масс конечных состояний с отрицательной странностью:

$$\Lambda \bar{p} \pi^+, \quad (2a)$$

$$\Lambda \bar{p} \pi^+ \pi^+, \quad (2б)$$

$$\Lambda \bar{p} \pi^+ \pi^-, \quad (2в)$$

$$\Lambda \bar{p} \pi^-, \quad (2г)$$

и в зарядово-сопряженных состояниях с положительной странностью:

$$\bar{\Lambda} p \pi^-, \quad (3a)$$

$$\bar{\Lambda} p \pi^- \pi^-, \quad (3б)$$

$$\bar{\Lambda} p \pi^- \pi^+, \quad (3в)$$

$$\bar{\Lambda} p \pi^+. \quad (3г)$$

В комбинациях, содержащих Λ , отрицательная частица с наибольшим импульсом принималась за \bar{p} , а в комбинациях, содержащих $\bar{\Lambda}$, положительная частица с максимальным импульсом принималась за p . За π^\pm принимались все остальные заряженные частицы.

Для исключения части фоновых комбинаций, не содержащих реальные p/\bar{p} , использовалась информация от С1 и С2. При этом независимо от фоновых условий во всех анализируемых комбинациях для заряженных частиц одинакового типа были выбраны одинаковые критерии их идентификации. Такие условия идентификации не являются оптимальными для выделения исследуемых комбинаций, но исключают возможный элемент субъективности при поиске новых состояний. Кандидаты в \bar{p} и p , в основном, имели импульс меньше 15 ГэВ/с, что ниже порога черенковского излучения в С1/2 для p/\bar{p} . Поэтому они не могли быть идентифицированы однозначно. При отборе исключались не только те комбинации, в которых кандидат в \bar{p} был с большой вероятностью идентифицирован как π^- , но и те комбинации, в которых система идентификации не позволяла различать между собой \bar{p} , π^- и K^- . При таких условиях отбора среди отрицательных частиц, кандидатов в \bar{p} , исключается почти 90% π^- и теряется не более 20% \bar{p} . Для частиц, кандидатов в π^\pm , применялись такие

I) Индекс S указывает на наличие странного кварка, а индекс Φ - на скрытую странность.

условия идентификации, в результате которых было оставлено более 90% всех пионов. После такого анализа конечных состояний (2а)-(2г) количество всех исследуемых комбинаций уменьшилось почти в 10 раз и составило 9071 (табл.2). С учетом данных о рождении \bar{p} при серпуховских энергиях и приведенных условий отбора можно получить, что среди оставшихся комбинаций около 8% содержат $\Lambda + \bar{p}$ + пионы.

Таблица 2

Конечное состояние	Число комб.	Характеристики выбросов		
		Средняя масса МэВ/с ²	Ширина МэВ/с ²	Число комбинаций
$\Lambda \bar{p} \pi^+$	4815	3059±7±20	53±15	92±33
$\bar{\Lambda} p \pi^-$	5715	3042±7±20	38±15	47±24
$\Lambda \bar{p} \pi^+ \pi^+$	1562	3062±5±20	28±8	43±17
$\bar{\Lambda} p \pi^- \pi^+$	4295	3046±5±20	29±12	71±36
$\Lambda \bar{p} \pi^-$	2694	3069±9±20	72±22	65±25
$\bar{\Lambda} p \pi^+$	4362	3040±6±20	34±11	47±20

В случае исследования состояний с положительной странностью исключались только те комбинации, в которых кандидаты в p с высокой вероятностью могли быть идентифицированы как π^+ . Это позволило сохранить более 90% всех p . $\bar{\Lambda}$ в конечных состояниях были идентифицированы только по геометрическим и кинематическим признакам. В результате такого отбора число всех комбинаций в конечных состояниях (3а)-(3г) уменьшилось почти в два раза и составило 14372 (табл.2). Во всех полученных спектрах эффективных масс конечных состояний (2а)-(2г) в районе массы 3050 МэВ/с² наблюдались выбросы различной статистической значимости. Характеристики наблюдаемых выбросов приведены в таблице 2.

Суммарные спектры всех конечных состояний с отрицательной и положительной странностью (2а)-(2г) и (3а)-(3г) приведены соответственно на рис.2 а (сплошная гистограмма) и 2 б. На этих спектрах в области массы 3050 МэВ/с² видны четкие пики, обусловленные превышениями соответственно в 150 и 140 комбинаций над фоном. Статистические значимости пиков в спектрах эффективных масс конечных состояний с отрицательной и положительной странностью составляют соответственно 7,5 и 6 стандартных отклонений от фона. Пунктирной гистограммой на рис.2 а приведен спектр эффективных масс суммы конечных состояний (2а)-(2г), полученный при менее строгих критериях идентификации \bar{p} .

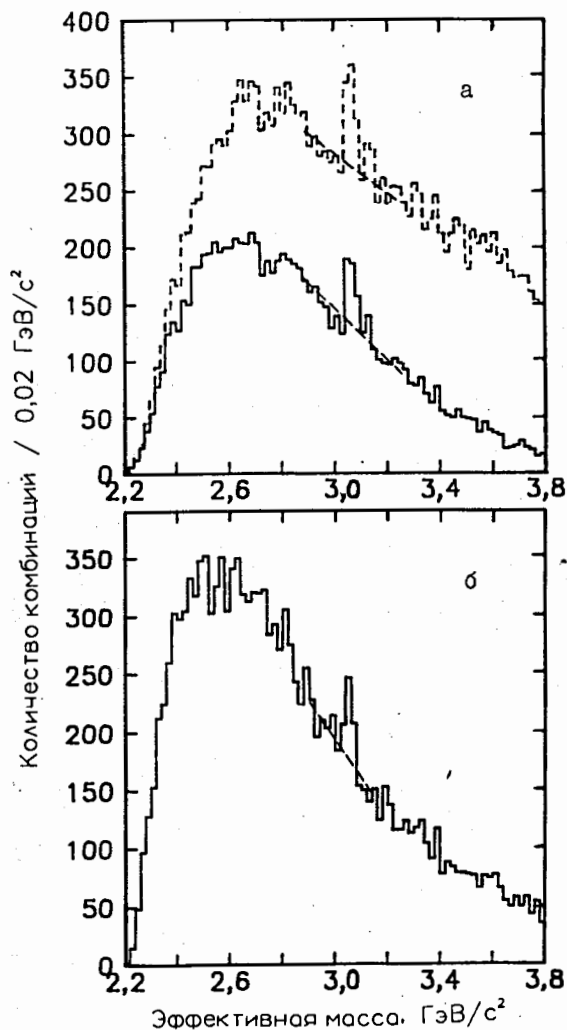


Рис.2. Суммарные спектры эффективных масс конечных состояний $\Lambda + \bar{p} + \pi^-$ (а) и $\Lambda + p + \pi^-$ (б).

В полученном спектре (рис.3) в области массы 2400 МэВ/с² виден пик, обусловленный 59 комбинациями над фоном (5,3 стандартных отклонения). Было получено также указание на распады U/M_S и \bar{M}_S через такие промежуточные состояния соответственно в системах $\Lambda \bar{p}$ и $\bar{\Lambda} p$. Относительная вероятность таких каскадных распадов не превышает 20%.

Была исключена гипотеза происхождения сигналов в результате кинематического отражения каких-либо резонансов из-за неправильной идентификации заряженных частиц.

Несмотря на незначительные различия между центральными значениями масс выбросов, наблюдавшихся в каждом из состояний (2а)-(2г) и (3а)-(3г), суммы чисел обуславливающих их комбинаций (табл.2) в пределах ошибок совпадают с числами комбинаций, обуславливающих пики в суммарных спектрах. Это позволяет предположить, что все или большинство из наблюдаемых выбросов являются физическими сигналами, т.е. что наблюдаются по четыре зарядовых состояния узких резонансов с отрицательной и положительной странностью U/M_S и \bar{M}_S .

Для поиска более легких состояний бариония при сходных условиях отбора событий исследовался спектр эффективных масс системы $\bar{\Lambda} p$. В полу-

Таблица 3

Конечное состояние	Число комб.	Характеристики выбросов		
		Средняя масса МэВ/с ²	Ширина МэВ/с ²	Число комбинаций
$\Delta \bar{p} K^+$	5339	$3230 \pm 8 \pm 20$	35 ± 16	73 ± 32
$\Lambda \bar{p} K^-$	3017	$3250 \pm 7 \pm 20$	21 ± 12	23 ± 12
$\Delta \bar{p} K^+ \pi^+$	1104	$3240 \pm 7 \pm 20$	23 ± 10	24 ± 10
$\Lambda \bar{p} K^- \pi^+$	1094	$3220 \pm 9 \pm 20$	54 ± 21	34 ± 14
$K_S^0 p \bar{p} K^\pm$	1343	$3270 \pm 7 \pm 20$	47 ± 18	50 ± 20

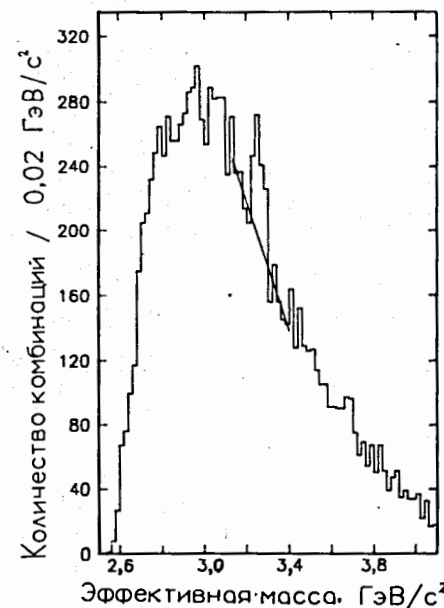


Рис. 4. Суммарный спектр эффективных масс конечных состояний (4а)–(5е).

Были измерены параметры сечения инклюзивного рождения резонансов, представленного в виде $\exp(-b \cdot P_T^2) \cdot (1 - X_F)^n$. С учетом измеренных параметров были определены величины произведений полных сечений рождения U/M_S , M_S и M_B в кинематической области их регистрации (I) на вероятности их распадов по наблюдаемым каналам.

В пятой главе проведено сравнение характеристик наблюдаемых резонансов с данными других экспериментов. Рассмотрены основные теоретические модели бариониев: дуально топологическая КХД модель, ядерная или потенциальная модель, модель мешков МП и модель цветных молекул, которая представляет собой упрощенный вариант модели мешков для случая больших орбитальных возбуждений.

Барионий в модели цветных молекул – это т.н. диквоний, содержащий пару кластеров (дикварк и антидикварк), разделенных большим орбитальным моментом. Состояния с (3–3)-цветовой связью между кластерами называют T(true)-бариониями, а состояния с (6–6)-цветовой связью – M(mock)-бариониями. В отличие от T-бариониев M-барионии могут быть достаточно узкими.

Барионий со скрытой странностью искался по распадам, содержащим барион, антибарион и странные частицы. Исследовались те восемь состояний, которые наиболее доступны для поиска в эксперименте БИС-2:

$$\Delta \bar{p} K^+, \quad (4a)$$

$$\Lambda \bar{p} K^-, \quad (4б)$$

$$\Delta \bar{p} K^+ \pi^+, \quad (5a)$$

$$\Lambda \bar{p} K^- \pi^+, \quad (5б)$$

$$K_S^0 p \bar{p} K^+, \quad (5в)$$

$$\Delta \bar{p} K^+ \pi^-, \quad (5г)$$

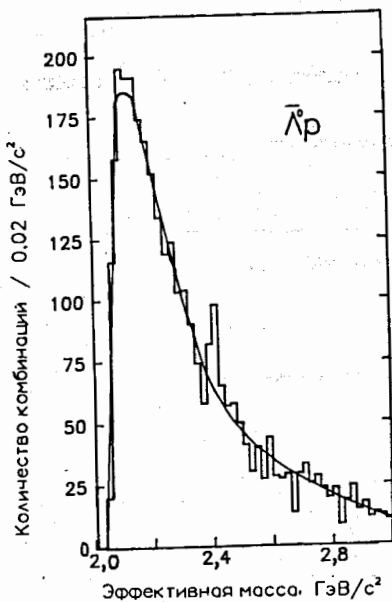
$$\Lambda \bar{p} K^- \pi^-, \quad (5д)$$

$$K_S^0 p \bar{p} K^-, \quad (5е)$$

При построении спектров эффективных масс конечных состояний (4а)–(5е) предполагалось, что более тяжелым заряженным частицам соответствуют большие импульсы. Это позволило существенно уменьшить комбинаторный фон.

Для исключения фоновых комбинаций, обусловленных неправильной идентификацией заряженных частиц, анализировалась информация от С1 и С2. В комбинациях, отобранных в результате такого анализа, в несколько раз (2+9) увеличилась относительная доля \bar{p} , p и K^\pm . Всего в результате проведенного отбора было оставлено 11897 комбинаций (табл. 3). Во всех спектрах эффективных масс конечных состояний (4а)–(5е) в области массы 3250 МэВ/с² наблюдаются выбросы различной статистической значимости. Характеристики этих выбросов приведены в таблице 3.

На рис. 4 представлен суммарный спектр эффективных масс, полученный для всех состояний (4а)–(5е). В области массы 3250 МэВ/с² наблюдается пик, обусловленный 220 комбинациями над фоном 766, что соответствует около восьми стандартным отклонениям. Наблюдаемый сигнал не может быть следствием кинематического отражения какого-либо резонанса, поскольку выбросы присутствуют в различных конечных состояниях (4а)–(5е) при близких массах. Следовательно, полученные данные могут быть рассмотрены как указание на существование узкого мезонно-го резонанса с нулевой странностью M_B^0 в трех зарядовых состояниях – положительной, нулевой и отрицательной.

Рис. 3. Спектр эффективных масс системы Λp .

Сопоставление представленных в диссертации результатов по наблюдению M_S с данными, полученными в эксперименте WA-62 по наблюдению U , позволяет предположить, что в обоих экспериментах наблюдается один и тот же резонанс U/M_S ²⁾. Присутствие среди продуктов распада этого резонанса бариона и антибариона, а также экзотический набор его квантовых чисел свидетельствуют о принадлежности U/M_S к бариониям.

Совокупность полученных данных по U/M_S , \bar{M}_S и $M_{\bar{p}}$ дает возможность предположить существование общего для них $SU(3)$ -мультиплета бариониев. Так, массы резонансов U/M_S и $M_{\bar{p}}$ отличаются друг от друга на 180 ± 200 МэВ/с², что соответствует типичному расщеплению различающихся на единицу гиперзаряда уровней в $SU(3)$ -мультиплетах барионов, а $M_{\bar{p}}$ может быть рассмотрен как кандидат в барионий со скрытой странностью.

Все рассмотренные состояния должны содержать не менее 4 валентных кварков; они характеризуются малой шириной и массами значительно выше барион-антибарионного порога. Эти качества, а также полученное указание на возможный их каскадный распад позволяют отнести наблюдаемые резонансы к представителям M -бариониев. В этом случае U/M_S и \bar{M}_S могут быть рассмотрены как M -барионии 4^- с орбитальным моментом $L = 3$ и изоспином $3/2$.

Существует также другая возможность интерпретации U/M_S как шестикваркового состояния типа $(q^2 s)_8 - (\bar{q}^3)_8$. В этой схеме два кластера, образующих барионий, связаны октетной цветовой трубкой. Рассчитанная масса основного состояния такой системы $3,0 \pm 3,1$ ГэВ/с² находится в согласии с полученными данными об U/M_S . M_S и $M_{\bar{p}}$ в рамках этой схемы могут быть отождествлены с основными состояниями $(\bar{q}^2 \bar{s})_8 - (q^3)_8$ и $(q^2 s)_8 - (\bar{q}^2 \bar{s})_8$ соответственно.

В заключении сформулированы основные результаты диссертации:

1. Подтверждено существование трех зарядовых состояний (отрицательного, положительного и нейтрального) узкого мезонного резонанса с отрицательной странностью U , распадающегося на Λ , \bar{p} и пионы. Подтверждены распады заряженных состояний U на $\Lambda p \pi^+$ и $\Lambda \bar{p} \pi^+$.

2. Получены новые данные об этом резонансе, обозначенном U/M_S :

а) впервые зарегистрированы распады нейтрального состояния на $\Lambda p \pi^+$;

б) впервые получено указание о существовании дважды заряженных состояний U/M_S^- в канале $\Lambda \bar{p} \pi^-$.

2) Различие центральных значений масс лежит в пределах ошибок экспериментов.

3. Получено указание о существовании S -сопряженного с U/M_S нового узкого резонанса с положительной странностью \bar{M}_S . Зарегистрированы четыре его зарядовых состояния (отрицательное, нейтральное, положительное и дважды положительное) в распадах на $\Lambda p \pi^+$, $\Lambda \bar{p} \pi^+$, $\Lambda p \pi^+$ и $\Lambda \bar{p} \pi^+$.

4. Определены основные характеристики резонансов U/M_S и \bar{M}_S :

а) масса $(3053 \pm 2 \pm 20)$ МэВ/с²;

б) ширина $\Gamma \leq (35 \pm 5)$ МэВ/с²;

в) изотопический спин $I \geq 3/2$.

5. Измерены характеристики рождения U/M_S и \bar{M}_S нейтронами со средней энергией ~ 40 ГэВ в кинематической области $P_T \leq 1$ ГэВ/с, $X_F \geq 0,2$:

а) произведение сечения рождения на вероятность распада по каждому из наблюдаемых каналов с 90% уровнем достоверности лежит в пределах $(0,5 \pm 1,0)$ мкб на нуклон;

б) зависимость сечения от P_T и X_F описывается выражением $(1 - X_F)^n \cdot \exp(-b \cdot P_T^2)$ при $b = (2,8 \pm 0,4)$ (ГэВ/с)⁻² и $n = 3 \pm 1$.

6. Указано на возможное существование более легкого резонанса в системе $\bar{\Lambda} p$ с массой $(2400 \pm 7 \pm 20)$ МэВ/с². Относительная вероятность каскадных распадов U/M_S через аналогичное резонансное состояние в системе $\Lambda \bar{p} \leq (20 \pm 8)\%$.

7. Получены данные, указывающие на существование трех зарядовых состояний (отрицательного, нейтрального и положительного) нового узкого мезонного нестранного резонанса $M_{\bar{p}}$, распадающегося с образованием странных частиц. Резонанс наблюдался в восьми спектрах эффективных масс конечных состояний: $\Lambda p \pi^+$, $\Lambda \bar{p} \pi^+$, $\Lambda p \pi^-$, $\Lambda \bar{p} \pi^-$ и $K_S^0 p \pi^+$. Измерены основные характеристики резонанса:

а) масса $(3255 \pm 3 \pm 20)$ МэВ/с²;

б) ширина $\Gamma \leq (35 \pm 5)$ МэВ/с²;

в) изотопический спин $I \geq 1$.

8. Получены основные характеристики рождения $M_{\bar{p}}$ нейтронами со средней энергией ~ 40 ГэВ в кинематической области $P_T \leq 1$ ГэВ/с и $X_F \geq 0,2$:

а) произведение сечения рождения на вероятность распада по наблюдаемым каналам с 90% уровнем достоверности лежит в пределах $(0,3 \pm 1,0)$ мкб на нуклон;

б) зависимость сечения от P_T и X_F описывается выражением $(1 - X_F)^n \cdot \exp(-b \cdot P_T^2)$, где $b = (2,5 \pm 0,6)$ (ГэВ/с)⁻² и $n = 4,0 \pm 1,5$.

9. На основании анализа совокупности полученных данных в рассмотренном и других экспериментах сделан вывод о принадлежности резонансов U/M_S , M_S и $M_{\bar{p}}$ к представителям одного $SU(3)$ -мультиплета многокварковых адронов - бариониев.

10. Проведено сопоставление характеристик U/M_s , \bar{M}_s и $M_{\bar{p}}$ с предсказаниями ряда теоретических моделей. Результат проведенного анализа указывает на возможную их принадлежность к орбитально возбужденным состояниям класса т.н. М-бариониев или основным состояниям 6-кварковых адронов, в которых кварковые кластеры связаны октетными цветовыми силами.

11. Решены задачи, имеющие методическое значение:

а) предложена и внедрена система организации обработки экспериментальной информации, полученной в экспериментах БИС-2;

б) разработан ряд алгоритмов и на их основе создан комплекс математических программ, применяемый сотрудничеством БИС-2.

Основные результаты диссертации опубликованы в работах:

1. А.Н.Алеев, ..., Г.Т.Татишвили и др. Краткие сообщения ОИЯИ, № 19-86, с.16, Дубна, 1986.
2. А.Н.Алеев, ..., Г.Т.Татишвили и др. ОИЯИ, ДП-88-368, Дубна, 1988.
3. А.Н.Алеев, ..., Г.Т.Татишвили и др. ОИЯИ, ДП-88-194, Дубна, 1988.
4. А.Н.Алеев, ..., Г.Т.Татишвили и др. ОИЯИ, ДП-88-369, Дубна, 1988.
5. А.Н.Алеев, ..., Г.Т.Татишвили и др. ОИЯИ, ДП-89-398, Дубна, 1989.

Рукопись поступила в издательский отдел
29 июня 1989 года.