

С346  
П-25

В.Н. Пенев

1773

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСОВ  
В  $\pi^-$ -P-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ  
ПРИ 7,5 ГЭВ/С  
С РОЖДЕНИЕМ СТРАННЫХ ЧАСТИЦ

Автореферат диссертации на соискание  
ученой степени кандидата физико-математических наук

Научный руководитель -  
доктор физико-математических  
наук

М.И.Подгорецкий

В.Н. Пенев

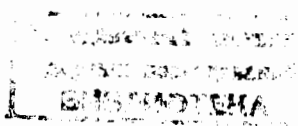
1773

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСОВ  
В  $\pi^-$ -P-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ  
ПРИ 7,5 ГЭВ/С  
С РОЖДЕНИЕМ СТРАННЫХ ЧАСТИЦ

Автореферат диссертации на соискание  
ученой степени кандидата физико-математических наук

Научный руководитель -  
доктор физико-математических  
наук

М.И. Подгорецкий



Дубна 1984

К одному из наиболее интересных в физике сильных взаимодействий явлений, интенсивно исследуемых в настоящее время, относятся резонансные состояния. Результаты исследований свидетельствуют о том, что почти во всех типах взаимодействий, например, пион-нуклонных, пион-пионных, пион-гиперонных,  $K^-$ -мезон-пионных, осуществляются процессы резонансного характера, которые можно интерпретировать как рождение большого количества короткоживущих частиц. Эти частицы распадаются по сильному или электромагнитному взаимодействию со временем жизни соответственно порядка  $10^{-22}$  сек и  $10^{-19} \div 10^{-20}$  сек. Список новых резонансов и частиц постоянно пополняется.

До последнего времени исследования резонансов проводились в основном в области энергий  $\pi^-$ -мезонов и  $K^-$ -мезонов порядка 1-2 Гэв, а также при аннигиляциях  $p\bar{p}$ . Сейчас успешно исследуются резонансные состояния при более высоких энергиях.

Настоящая работа посвящена исследованию резонансов, образующихся в  $\pi^-p$ -взаимодействиях при энергии первичных  $\pi^-$ -мезонов 7,5 Гэв/с. Изучались только такие взаимодействия, в которых генерировались странные частицы. С этой точки зрения все изучаемые события делятся на 2 типа: а) взаимодействия с образованием  $\Lambda K^-$ -пар и б) взаимодействия с образованием  $K\bar{K}$ -пар. Кроме того, эти группы событий разделены в свою очередь на подгруппы с разной множественностью заряженных частиц: 2 и 4. В большинстве случаев только одна из пары странных частиц была зарегистрирована в эффективном объеме камеры. По типу этой частицы будем в дальнейшем именовать события (а) - событиями с  $\Lambda^-$ -гиперонами и события (б) - событиями с  $K^0$ -мезонами. В настоящей работе исследовалось 251 событие с  $\Lambda^-$ -гиперонами со множественностью заряженных частиц  $n_{\pm} = 2$  и 102 - с  $n_{\pm} = 4$ ; 283 события с  $K^0$ -мезонами ( $n_{\pm} = 2$ ) и 138 - с  $n_{\pm} = 4$ . Наряду с поиском известных и новых резонансов автор ставил перед собой задачу изучить свойства обнаруженных резонансов, а также исследовать характеристики образования этих короткоживущих частиц. Большое внимание уделено обсуждению влияния отдельных резонансов на некоторые обнаруженные ранее особенности в угловых и импульсных характеристиках частиц.

Отметим, что сведения об образовании резонансов в  $\pi^-p$ -взаимодействиях с генерацией странных частиц при энергиях, близких к исследуемой в этой работе и выше, нельзя считать исчерпывающими, поскольку работы, посвященные этому вопросу,

основаны на малом количестве событий парного рождения странных частиц (до 100)<sup>1,2/</sup>, что затрудняет исследование. В этих работах получены лишь указания на образование некоторых резонансов: возбужденного  $Y(1385)$ -гиперона,  $K^*(888)$ -мезонов и др.

Диссертация состоит из введения и 4 глав.

Во введении обсуждается постановка проблемы.

Первая глава посвящена описанию опыта и методов анализа. Работа выполнена с помощью 55-сантиметровой пропановой пузырьковой камеры<sup>3/</sup>, установленной в постоянном магнитном поле напряженностью 13700 э с максимальной неоднородностью  $\pm 3\%$ . Точность измерения импульсов заряженных частиц в среднем равна 10%, а среднеквадратичная ошибка в измерении углов заряженных и нейтральных частиц при длине треков более 5 см составляет 34'. При изучении резонансов важна точность определения эффективных масс  $M_{\text{эфф}}$ . Обнаружено, что отношение  $\frac{\Delta M_{\text{эфф}}}{M_{\text{эфф}}}$  почти не зависит от величины эффективной массы  $M_{\text{эфф}}$  для определенной системы частиц. Среднеквадратичные относительные ошибки  $[\frac{\Delta M_{\text{эфф}}}{M_{\text{эфф}}}]^2$  для различных комбинаций частиц составляют 6-9%.

Идентификация  $V^0$ -частиц проводилась с применением критерия  $\chi^2$  с помощью электронно-счетной машины. Кроме того, для установления природы заряженных частиц от звезды, а также следов от распада  $V^0$ -частиц использовались другие возможности: измерение ионизации, измерение импульсов  $\delta$ -электронов, анализ вторичных взаимодействий частиц; для отбора групп определенных событий (например,  $LK^+$ -пар) привлекался расчет недостающих масс.

Изучение резонансов в нашем эксперименте усложняется трудностями методического характера, обусловленными наличием большого разброса в импульсе первичного пучка  $\pi$ -мезонов ( $P_{\pi^-} = 7,5 \pm 0,6$  Гэв/с). В первую очередь это сказывается на возможностях различения отдельных каналов реакций и выделения резонансных состояний на уровне фона. Эти вопросы рассматриваются в 1-й главе диссертации. Для выделения фона в распределениях эффективных масс автор использовал сравнение с кривыми фазового объема<sup>х)</sup>, расчеты по методу Монте-Карло и другие способы. Можно думать, что при наличии согласия между результатами этих методов имеется возможность правильно оценить фон.

В этой же главе рассмотрены:

а) критерии отбора  $\pi$ - $p$ -взаимодействий:

х) Подробности относительно сложения фазовых кривых для разных каналов вынесены в Приложение III диссертации. При сложении использовались предположения статистической модели. Правильность сложения контролировалась по средней множественности заряженных и нейтральных частиц. Исследование недостающих масс в некоторых случаях дает представление о величинах вкладов отдельных каналов. Эти данные также использовались для проверки правильности сложения фазовых объемов.

б) эффективность просмотра и влияние возможных систематических пропусков следов на спектры масс;

г) геометрические поправки и

д) влияние на спектры масс исключения из рассмотрения некоторых следов, импульсы которых по каким-либо причинам нельзя было измерить.

Во второй главе описываются результаты исследований резонансов в системах  $\pi$ -мезонов, сопровождающих образование странных частиц<sup>4,5/</sup>. Установлено существование максимумов в спектрах эффективных масс систем частиц  $(\pi^+\pi^-)$ ,  $(\pi^+\pi^+\pi^-)$  и  $(\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-)$ , принадлежащих соответственно  $\rho$ -мезону,  $A_1$ -мезону с массой 1040 Мэв и неизвестному до сих пор состоянию, условно обозначенному  $F$ -мезон.

$\rho^0$ -мезон, масса и полуширина которого, по нашим данным, составляет  $M_0 = 730$  Мэв и  $\Gamma/2 = 80$  Мэв, образуется только в событиях с множественностью заряженных частиц  $n_s = 4$  и составляет  $(40 \pm 8)\%$  событий, в которых образовались  $LK$ -пары (рис. 1) и  $\approx 14\%$  событий с  $KK$ -парами. Первая величина соответствует сечению  $(74 \pm 28)$  мкбарн. Угловое распределение  $\pi$ -мезонов в системе покоя  $\rho$ -мезонов не противоречит известным данным о спине  $\rho$ -мезона. Исследование поведения  $\rho^0$ -частиц показало, что

1. Интенсивность образования  $\rho^0$ -мезонов не связана с какой-нибудь определенной величиной переданного четырехмерного импульса  $\Delta = |\vec{\Delta}|^2 - \Delta_0^2$ , где  $\vec{\Delta}$  и  $\Delta_0$  - разности импульсов и энергий барионов до и после взаимодействия. В частности, мы не обнаружили преимущественного образования  $\rho^0$ -мезонов в событиях с малыми  $\Delta$ .

2. Имеется указание на то, что  $\rho^0$ -мезоны могут сопровождаться образованием  $\omega$ -мезонов (сечение совместного образования  $\sigma_{\rho\omega} \approx 15$  мкбарн) и  $Y(1385)$ -гиперонов.

3.  $\pi$ -мезоны, являющиеся продуктами распада  $\rho^0$ -мезонов и сами  $\rho^0$ -мезоны в угловых распределениях в с.п.м. направлены преимущественно вперед. Для  $\rho^0$ -мезонов отношение вперед-назад  $\frac{n_{\rho^0}^+}{n_{\rho^0}^-} = 2,8 \pm 0,7$ , для  $\pi^+$ - и  $\pi^-$ -мезонов, не являющихся продуктами  $\rho^0$ -частиц, эти отношения равны

$$\frac{n_{\pi^+}^+}{n_{\pi^+}^-} = 0,90 \pm 0,19 \quad \text{и} \quad \frac{n_{\pi^-}^+}{n_{\pi^-}^-} = 1,43 \pm 0,17.$$

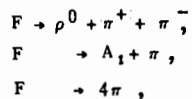
Приводятся также другие характеристики  $\rho^0$ -мезонов и продуктов их распада (средние значения полных поперечных и продольных импульсов и т.д.).

Оценено, что  $\eta$ -мезоны могут образовываться в  $(15 \pm 4)\%$  и  $\omega$ -мезоны в  $(33 \pm 7)\%$  случаев совместно с парами. Однако более подробное изучение в нашем эксперименте этих частиц затруднено.

Распределение масс  $M_{\pi^+\pi^-\pi^\pm}$  для событий с  $K\bar{K}$ -парами ( $n_\pi = 4$ ) свидетельствует об образовании примерно в 18% событий  $A_1$ -мезона с массой  $M_0 = 1040$  Мэв и  $\Gamma/2 = 70$  Мэв (рис. 2). Можно легко убедиться, что  $A_1$ -мезон распадается преимущественно каскадным способом с образованием  $\rho^0$ -мезона в промежуточном состоянии (рис. 2). Были отобраны взаимодействия, в которых наблюдалось образование  $\rho$ -мезонов и исследовались спектры эффективных масс  $\rho\pi$ -мезонов от этих событий. Результаты подтверждают факт образования  $A_1$ -мезонов в событиях с  $K\bar{K}$ -парами ( $n_\pi = 4$ , рис. 3) и не противоречат тому, что  $A_1$ -мезоны генерируются также совместно с  $\Lambda K$ -парами (рис. 2). В настоящее время о существовании  $A_1$ -мезона заявлено также в других экспериментах<sup>/8/</sup>. При изучении  $A_1$ -мезонов и звезд, в которых они образуются, обнаружены некоторые особенности. В частности, интересно отметить, что в с.д.м.  $\pi$ -р-взаимодействия  $A_1$ -мезоны летят в основном вперед (отношение для событий с  $\Lambda K$ -парами равно  $\bar{n}_{A_1}/\bar{n}_{A_1}$  ( $3.6 \pm 1.0$ )).

В конце главы обсуждается максимум, наблюдаемый в спектре масс четырех  $\pi$ -мезонов ( $\pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$ ). Анализ показал, что для объяснения этого максимума имеет несколько возможностей. К их числу можно отнести влияние совместного рождения  $\rho^0$  и  $\omega$ -резонансов и особенно наличие резонанса, распадающегося на  $\rho^0$  и  $\omega$ -мезоны. Кроме того, сильное кинематическое влияние на спектр четырех  $\pi$ -мезонов может оказывать образование  $A_1$ -мезонов.

Возможность рождения нового резонанса, обозначенного нами как F-мезон, с массой 1340 Мэв и  $\Gamma/2 = 70$ , который может иметь следующие схемы распада:



необходимо проверить на большем количестве событий.

В третьей главе излагаются результаты исследования резонансов, распадающихся на странные частицы и  $\pi$ -мезоны<sup>/4,5,7,8/</sup>.

$Y^+(1385)$  - гиперон образуется (рис. 3) как в звездах с  $n_\pi = 2$  (в  $(15 \pm 3)\%$  случаев), так и в звездах с  $n_\pi = 4$ , (в  $(32 \pm 7)\%$  событий). Сечение генерации  $Y^+$ -гиперона равно  $(129 \pm 38)$  мкбн, из которых на долю событий с множественностью  $n_\pi = 4$  падает  $(59 \pm 23)$  мкбн и с  $n_\pi = 2$   $(70 \pm 25)$  мкбн.  $Y^+(1385)$ -гипероны образуются, по-видимому, с меньшей вероятностью. Подробно проанализированы были только  $Y^+$ -гипероны. Установлено, например, что

А. Угловое распределение  $\Lambda$ -частиц в системе покоя  $Y^+$ -гиперонов согласуется с известными данными о спине  $Y$ -гиперонов (рис. 5).

В. Величины переданного четырехмерного импульса в событиях с  $Y^+$ -гиперонами распределены изотропно от 0,6 до 2 Гэв.

С. В импульсном распределении в с.д.м.  $\Lambda$ -гипероны от распада  $Y^+$ -гиперонов попадают в основном в область до 1300 Мэв/с;  $\pi$ -мезоны от распада  $Y^+$ -гиперонов имеют величины импульсов до 400 Мэв/с.

Приводятся и другие сведения, касающиеся поведения  $Y^+$ -гиперонов в с.д.м.  $\pi$ -р-взаимодействия, их средние угловые и импульсные характеристики и т.д. Обсуждается влияние фоновых событий на обнаруженные эффекты.

Делается оценка интенсивности образования гиперона с массой = 1630 Мэв и  $\Gamma/2 = 36$  Мэв, который мы отождествляем с наблюдавшимся  $Y(1660)$ -гипероном<sup>/9/</sup>.  $Y(1630)$  составляют  $(16 \pm 5)\%$  от полного числа событий, что соответствует сечению  $\sigma_{Y(1630)} = (30 \pm 13)$  мкбн.

Подробно обсуждается максимум в спектре масс  $(\Lambda\pi^+\pi^-)$ -частиц из двухлучевых звезд. Показано, что это не есть результат образования нового резонанса. Эффект может быть объяснен кинематическим влиянием известного резонанса  $Y(1385)$ . Наблюдавшееся в области = 1770 Мэв на спектре  $M_{\Lambda\pi^+\pi^-}$ -отклонение от фоновой кривой, учитывающей образование  $Y(1385)$ -гиперонов может быть обусловлено неточностями при определении вклада  $Y^+(1385)$ -резонанса, а также статистической флуктуацией.

В этой же главе помещены данные о резонансах, распадающихся на  $K$ - и  $\pi$ -мезоны. Более подробно исследовались резонансы в событиях с  $K\bar{K}$ -парами. Установлено, что интенсивно образуются известные  $K^*(888)$ - и  $K^*(730)$ -мезоны; их доля в процентах и сечения приведены в таблице 1.  $K^*$ -мезоны выделяются гораздо лучше поскольку среди отрицательных  $\pi$ -мезонов меньше примеси неоднозначно идентифицированных частиц.

Т а б л и ц а 1

Вклады резонансов  $K^*(730)$ - и  $K^*(888)$ -мезонов

	$\bar{K}^*(888) \rightarrow \bar{K}^0 + \pi^-$	$\bar{K}^*(730) \rightarrow \bar{K}^0 + \pi^-$	$\bar{K}^*(888) \rightarrow \bar{K}^0 + \pi^-$	$K^*(730) \rightarrow K^0 + \pi^+$
%	$18 \pm 5^x$	$7 \pm 3$	$\approx 38$	$\approx 19$
$\sigma$ (мкбн)	$48 \pm 17$	$18 \pm 8$		

х) Ошибки статистические.

Более подробно исследовались  $K^*(888)$ -мезоны. Изучение угловых распределений продуктов распада этого резонанса показало (рис. 4), что спин этого резонанса  $I \geq 1$ . Наш результат согласуется с данными других работ<sup>/13/</sup>, в которых установ-

лено, что спин  $K^*(888) I=1$ . Имеется по крайней мере 2 группы  $K^*$ -мезонов, наибольшее различие между которыми наблюдается в угловом распределении в с.д.м.  $\pi^-p$  (рис. 6). Для описания группы  $K^*$ -частиц, вылетающих строго вперед ( $\approx 30\%$ ) можно применить диаграмму одномезонного обмена с образованием  $K^*$ -мезонов в мезонной вершине.

Автором сделана попытка исследовать образование  $K^*$ -резонансов в событиях с  $\Lambda K$ -парами. Количество случаев, когда обе нейтральные странные частицы зарегистрированы в камере, мало, и на основании только этих взаимодействий трудно сделать какие-либо заключения. По ионизации,  $\delta$ -электронам, вторичным взаимодействиям частиц, а также с помощью анализа недостающих масс из группы событий с  $\Lambda$ -гиперонами были отобраны взаимодействия, которые с большой вероятностью можно считать событиями с  $\Lambda K^+$ -парами. Методы выделения  $\Lambda K^+$  и  $K^0 K^+$ -пар описаны в следующей главе. Здесь же рассматриваются лишь спектры эффективных масс  $M_{K^+\pi^-}(n_s = 2, 4)$ , которые указывают на интенсивное образование  $K^*(888)$ -мезонов (рис. 7). Отметим интересную особенность в поведении  $\Lambda$ -гиперонов, образующихся вместе с  $K^0$ -мезонами, которая состоит в том, что преобладающая часть этих частиц имеет большие импульсы в с.д.м. (рис. 7) и большие отрицательные значения косинусов углов вылета. Этот факт находится в согласии с расчетами, проведенными нами<sup>/10/</sup> и авторами<sup>/11/</sup> на основании одномезонных диаграмм, учитывающих рождение  $K^*$ -мезонов в мезонной вершине.

Далее рассматривается распределение эффективных масс частиц ( $K^0 \pi^+ \pi^-$ ) с суммарным зарядом  $\Sigma Q = 1$  и ( $K^0 \pi^- \pi^+$ ) с  $\Sigma Q = -1$ , которые указывают на наличие нового резонанса с массой 1660 Мэв и  $\Gamma/2 \approx 100$  Мэв, названного нами  $U$ -мезоном (рис. 8).  $U$ -мезон может распадаться каскадным способом через  $K^*(888)$ -резонанс. Поскольку система с  $\Sigma Q = -1$  может распадаться через состояние  $K^*(888) (K^+ \rightarrow K^0 + \pi^+)$ , то  $U$ -резонанс должен иметь изотопический спин не меньше  $T = 3/2$ . Попытки определить спин не привели к успеху. Можно лишь утверждать, что квантовые числа  $I^P = 0^+$  исключаются.

В главе III изложены также результаты поисков нуклонных изобар в событиях с образованием  $K\bar{K}$ -пар и других резонансов (в системе  $(K2\pi)$  и т.д.).

В четвертой главе приводятся данные по изучению пар странных частиц<sup>/13/</sup>  $\Lambda K^+$  и  $K^0 K^-$ . Описаны способы выделения событий с  $\Lambda K^+$  и  $K^0 K^-$ -парами из общего числа взаимодействий. Установлено, что импульсные и угловые распределения  $K^+$  и  $K^-$ -мезонов ничем не отличаются от соответствующих распределений  $K^0$ -мезонов.

В спектре эффективных масс  $K^0 K^-$ ,  $K^-$ -мезонов обнаружен максимум (рис. 9) при массе  $\approx 1080$  Мэв. События, входящие в область максимума, исследованы более подробно. Результаты свидетельствуют о том, что этот пик можно приписать

образованию резонанса, однако трудно оценить примесь событий, не относящихся к нему. Резонанс в этой же области наблюдался нами и другими авторами<sup>/2/</sup> в спектре масс  $K_1^0 K_1^0$ . По-видимому, максимумы в распределениях эффективных масс  $K_1^0 K_1^0$  и  $K_1^0 K^-$ -пар можно считать проявлением разных мод распада одного и того же резонанса  $A_1$  с изотопическим спином  $T=1$ , и, значит, разрешен распад этого состояния на  $3\pi$  или  $\rho\pi$ -частицы. Отсюда следуют квантовые числа для  $A_1$ -мезона, равные  $I^G = 2^{+-}$ . На распределении имеется второй выброс за фазовую кривую в области 1300-1350 Мэв, однако он плохо обеспечен статистически. Пик в спектре около массы  $\approx 1350$  Мэв, приписываемый  $A_2$ -резонансу, был обнаружен авторами<sup>/14/</sup>. Ими же был установлен распад  $A_2$ -мезона на  $\rho, \pi$ -частицы. Таким образом, по-видимому, имеется второй  $A_2$ -резонанс, квантовые числа и моды которого подобны  $A_1$ -мезону.

Большая часть главы IV посвящена суммированию и обсуждению результатов настоящего эксперимента.

#### Основные результаты и выводы диссертации

1. С наибольшей достоверностью установлено образование следующих уже известных резонансов:  $\rho^-$  и  $K^*(888)$ -мезонов и  $Y(1385)$ -гиперона с  $\Lambda K$ -парами и  $K^*(888)$  и  $K^*(730)$ -мезонов с  $K\bar{K}$ -парами.

Наши заключения о спинах этих резонансов не противоречат уже известным из других работ данным.

Подробные сведения об образовании этих резонансов вместе со странными частицами при высоких энергиях получены впервые в данной работе.

Получены также указания на возможность генерации других известных резонансов:  $\eta^-$ ,  $\omega$ -мезонов и новых:  $A_2$ -мезона с массой 1300-1400 Мэв и  $F$ -мезона ( $F \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^+ + \pi^-$ ) с массой  $1340 \pm 70$  Мэв, однако эти данные еще мало убедительны и нуждаются в подтверждении. В частности, важно проверить другие предложенные нами интерпретации для максимума  $1340 \pm 70$  Мэв, кроме возможности  $F$ -резонанса.

2. Впервые получены сведения об образовании новых резонансов:  $Y(1660)$ -гиперона,  $U$ - и  $A_1$ -мезонов.  $Y(1660)$ - и  $A_1$ -частицы позже были обнаружены и другими авторами.

3. Нами впервые было указано<sup>/15/</sup> на возможность каскадных распадов тяжелых резонансов на примерах  $A_1$ - $U$ -и  $F$ -мезонов. В дальнейшем эта идея была подтверждена открытием новых резонансов, обладающих каскадной схемой распада.

Например: В-мезон<sup>/16/</sup> ( $V \rightarrow \omega + \pi^{\pm}, \omega \rightarrow \pi^{\pm} + \pi^{\mp} + \pi^0$ , мезон с массой 959 Мэв)<sup>/17/</sup>  
 $(\pi\pi\eta)^* \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \eta, \eta \rightarrow \begin{cases} 2\gamma \\ \pi^+ \pi^- \pi^0 \\ 3\pi^0 \end{cases}$ .

4. Установлено, что интенсивность образования резонансов в  $\pi^-p$ -взаимодействиях при 7,5 Гэв/с очень велика; простая сумма вкладов всех резонансов дает величину, значительно большую 100% (для событий  $\Lambda K^-$  и  $\bar{K}K^-$ -пар четырехлучевых звезд). Это говорит о наличии процессов совместного рождения резонансов в одном акте взаимодействия. Экспериментальная проверка не противоречит этому утверждению. В частности, данные указывают на совместное рождение  $\rho^-$  и  $\omega$ -мезонов,  $\rho^-$  и  $Y$ -гиперонов.

5. События с образованием двух заряженных частиц сильно отличаются по генерации резонансов от событий с четырьмя заряженными частицами. Кроме  $K^*(888)$ -мезонов и  $Y(1385)$ -гиперонов, обнаруженных в событиях с  $\Lambda K^-$ -парами, не найдено никаких других резонансов.

6. Важно подчеркнуть одну особенность, касающуюся средних значений полных и поперечных импульсов и энергий частиц в с.ц.м.  $\pi^-p$ -взаимодействия. Было замечено, что с увеличением массы образующейся частицы возрастает средний импульс и энергия этих частиц. Увеличивается, хотя и слабо, средний поперечный импульс.

7. Изучение поведения продуктов распада резонансов позволило объяснить обнаруженные нами ранее особенности в угловых и импульсных распределениях  $\Lambda$ -,  $K^-$  и  $\pi$ -частиц. В частности, было экспериментально проверено наше<sup>/10/</sup> и авторов<sup>/11/</sup> утверждение относительно возможности описать "двугорбый" спектр  $\Lambda$ -гиперонов<sup>/18/</sup> с помощью расчетов по одномезонным диаграммам с учетом зависимости  $\pi$ - $K$ -взаимодействия от энергии в мезонной вершине диаграммы.

Обнаруженный нами ранее избыток над кривыми, рассчитанными по статистической теории,  $\pi$ -мезонов с малыми импульсами в с.ц.м. (до 400 Мэв/с), оказалось возможным объяснить влиянием образования  $Y(1385)$ -гиперонов и изобар  $N_{3/2}^* 3/2$ .

8. При анализе угловых распределений в с.ц.м. резонансов и частиц замечена интересная особенность, состоящая в том, что с увеличением массы образующихся мезонов ( $\pi(140) K^0, \rho, K^*$  и  $A_1(1040)$ ) увеличивается направленность вылета этих мезонов вперед. Барыоны с ростом массы, по-видимому, сильнее коллимированы назад. Указанный эффект отражается и на других характеристиках частиц, в частности, на средних импульсах частиц и т.д. (см. п.7).

9. Поскольку образование ряда резонансов ( $Y_1$ -гиперонов и  $\rho$ -мезонов и др.) не связано с малыми значениями переданных импульсов, то можно думать, что вклад диаграмм, соответствующих периферическим процессам, невелик.

Основные данные, вошедшие в диссертацию, опубликованы в работах<sup>/4,5,7,8,12,13,15,19/</sup>

## Л и т е р а т у р а

1. T.Bartke, R.Budde, W.A.Cooper et al. Nuovo Cim., 24, 876 (1962).
2. a) A.Bigi, S.Brandt, R.Carrara, W.A.Cooper, Aurelia de Marco, G.R.Macleod, Ch.Peyrou, R.Sosnovski, A.Wroblevski, Proc of 1962 Ann Int Conf. on High Energy Phys at Geneva, p. 247.  
b), J.Belliere, M.Bloch, D.Drijard et al. Nuovo Cim, v. XXIX, 339 (1963).
3. Ван Ган-чан, М.И.Соловьев, Ю.Н.Шкобин. ПТЭ, 1, 41 (1959).
4. В.А.Беляков, Ван Юн-чан, В.И.Векслер, Н.М.Вирясов, Ду Юань-цай, Е.Н.Кладницкая, Ким Хи Ин, А.А.Кузнецов, А.К.Михул, Нгуен Дин Ты, В.Н.Пенев, Е.С.Соколова, М.И.Соловьев. Препринт ОИЯИ, P-1019, (1962).
5. В.А.Беляков, В.И.Векслер, Н.М.Вирясов, Е.Н.Кладницкая, Г.И.Копылов, А.Михул, В.Н.Пенев, Е.С.Соколова, М.И.Соловьев. Препринт ОИЯИ, P-1506; ЖЭТФ, 46, 1967 (1964).
6. M.Aderholz, L.Bondar, et al Phys Let., v. 10, 226 (1964).
7. В.А.Беляков, В.И.Векслер, Н.М.Вирясов, Е.Н.Кладницкая, Г.И.Копылов, В.Н.Пенев, М.И.Соловьев. Препринт ОИЯИ, P-1807, ч. I (1964).
8. В.А.Беляков, В.И.Векслер, Н.М.Вирясов, Е.Н.Кладницкая, Г.И.Копылов, В.Н.Пенев, М.И.Соловьев. Препринт ОИЯИ, P-1808, ч. II (1964).
9. L.Bertanza et al. Proc of 1962 Ann Int Conf. on High Energy Phys at Geneva, p.373.  
L.W.Alvarez, M.N.Aiston et al. Phys. Rev. Let., 10, 184 (1963).
10. В.А.Беляков, Ван Юн-чан, В.И.Векслер, Н.М.Вирясов, И.Врана, Ду Юань-цай, Ким Хи Ин, Е.Н.Кладницкая, А.А.Кузнецов, Э.Михул, Нгуен Дин Ты, И.Патера, В.Н.Пенев, Е.С.Соколова, М.И.Соловьев, Т.Хофмохль, Чень Лин-янь, А.Михул. ЖЭТФ, 44, 433 (1963).
11. В.С.Барашенков, Д.И.Блохинцев, Э.К.Михул, И.Патера, Г.Л.Семашко. Препринт ОИЯИ, P-1245, Дубна, 1963.
12. Ван Юн-чан, В.И.Векслер, Ду Юань-цай, Е.Н.Кладницкая, А.А.Кузнецов, А.Михул, Нгуен Дин Ты, В.Н.Пенев, Е.С.Соколова, М.И.Соловьев. ЖЭТФ, 44, 815 (1963).
13. В.А.Беляков, Н.М.Вирясов, Е.Н.Кладницкая, В.Н.Пенев, Е.С.Соколова, М.И.Соловьев. Препринт ОИЯИ, P-1586, (1964).
14. V.A.Suh, Urk Chung, Orin I Dahl, et al. Preprint UCRL 11371 (1964).
15. V.A.Belyakov, Wang Yung-chang, V.I.Veksler, N.M.Viryasov Du Yuan-cai, E.N.Kladnitskaya, Kim Hi In, A.A.Kuznetsov, A.C.Mikhul, Nguyen Dinh Tu, V.N.Penev, E.S.Sokolova and M.I.Solov'ev. Proc of High Energy Phys. Conf. at Geneva, p. /336/ (1962).
16. M.Abolins, R.L.Lander, W.W.Melhop, N.Huong and Yager Phys. Rev. Letters, 11, 381 (1963).
17. M.Godberg et al. Phys. Rev. Letters, 12, 546 (1964).
18. В.И.Векслер, И.Врана, Е.Н.Кладницкая, А.А.Кузнецов, А.К.Михул, Э.К.Михул, Нгуен Дин Ты, В.Н.Пенев, М.И.Соловьев, Т.Хофмохль, Чен Лин-янь. Препринт ОИЯИ, Д-806, Дубна, 1961.

19. V.A. Belyakov, Wang Yung-chang, VI Veksler, N.M. Viryasov, I. Vrana, Du Du Yuan-cai, Kim Hi In, E.N. Kladnitskaya, A.A. Kuznetsov, A. Mihul, E. Mihul, Nguyen Dinh-Tu, I. Patera, V.N. Penev, E.S. Sokolova, M.I. Soloviev, T. Hofmohl, Tshen Lin-yen, M. Schneeberger. Proc. of High Energy Phys. Conf. at Geneva p. 252 (1962).

Рукопись поступила в издательский отдел  
25 июля 1964 г.

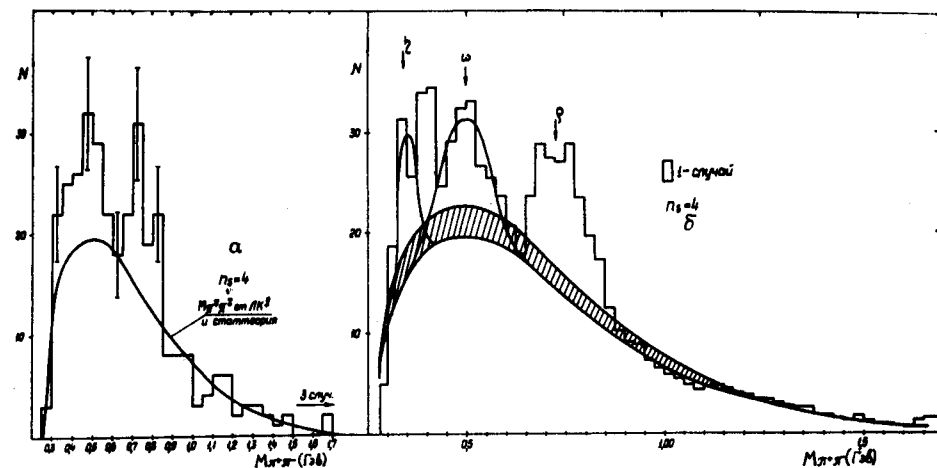


Рис. 1. а,б. а) Гистограмма эффективных масс ( $\pi^+\pi^-$ ) -комбинаций для случаев  $p_s = 4$  типа "А". Кривая представляет результат сложения фазовых объемов, которая хорошо описывает спектр  $M_{\pi^+\pi^-}$ . б) Гистограмма эффективных масс ( $\pi^+\pi^-$ ) комбинаций. Нанесены кривые, соответствующие  $\eta$ - и  $\omega$ -мезонам. Фоновая кривая нормирована по событиям с  $M_{\pi\pi} > 0,8$  ГэВ. Заштрихованная область представляет разброс ошибок при нормировке.



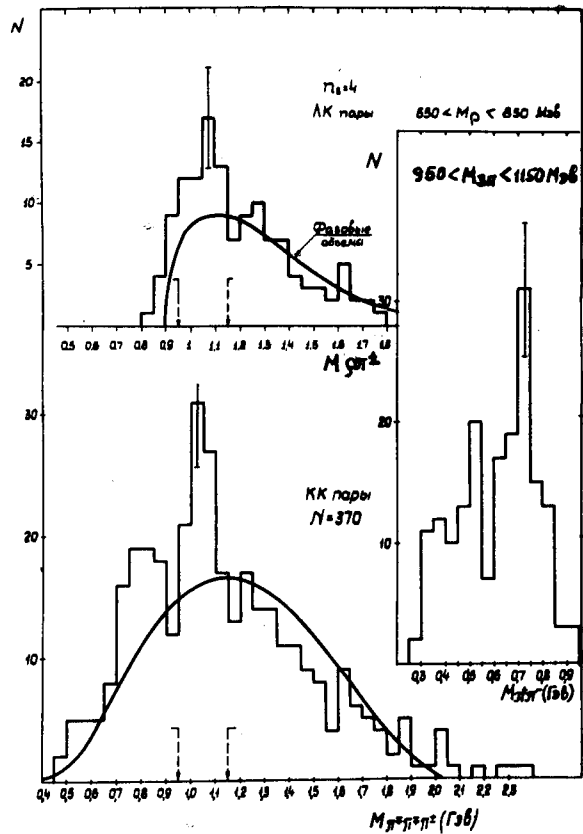


Рис. 2. Распределения эффективных масс  $M_{\pi^+\pi^-\pi^\pm}$  для случаев с  $K^0$ -мезонами (вниз у); распределение  $M_{\rho\pi^\pm}$  для событий ЛК-пар (вверх у). Справа расположены эффективные массы  $M_{\pi^+\pi^-}$  для случаев из области пика  $950 < M_{\pi^+\pi^-} < 1150$  МэВ на распределении рис. 2 (внизу).

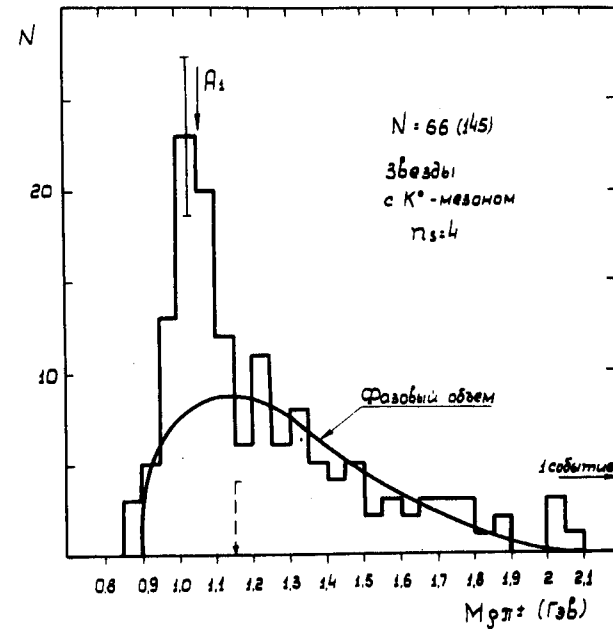
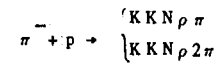


Рис. 3. Распределение  $M_{\rho\pi^\pm}$  для событий с  $K^0$ -мезонами ( $n_s = 2$ ). Кривая - фазовый объем для реакций:



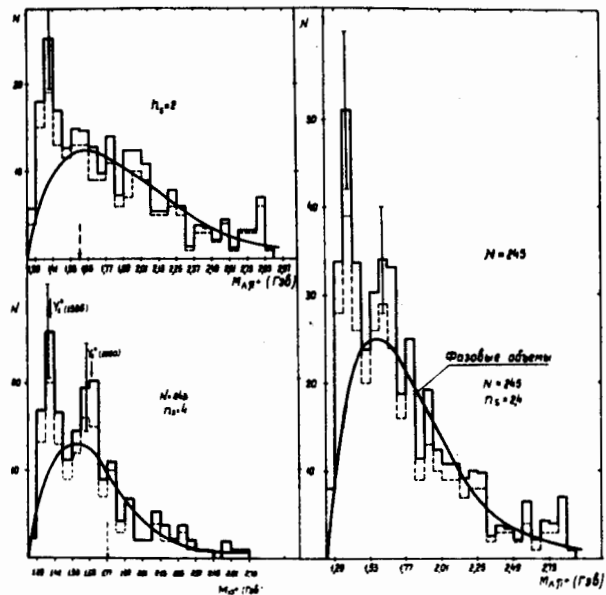


Рис. 4 а,б,в. Распределения эффективных масс  $M_{\Lambda\pi^+}$  а)  $n_s = 4$ , б)  $n_s = 2$  в (суммарное  $n_s = 2,4$ .)

Плавные кривые соответствуют фазовым объемам, совпадающими с расчетом Монте-Карло. Пунктиром здесь и далее обозначены распределения без геометрической поправки.

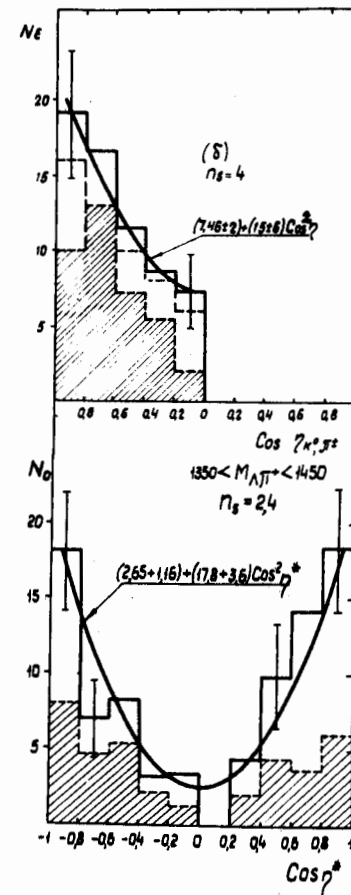


Рис. 5. Распределения углов вылета относительно первоначального полета (внизу)  $\Lambda$ -гиперонов от  $\Lambda\bar{K}$ -пар (вверху)  $K^0$ -мезонов от событий  $\Xi^0$  в системе центра масс  $Y^+$ -гиперонов и  $K^{*\pm}$ -мезонов, соответственно. Кривые проведены методом наименьших квадратов. Заштрихованы события с углом вылета резонансов в с.ц.м.  $|\cos \theta^*| > 0,8$ .

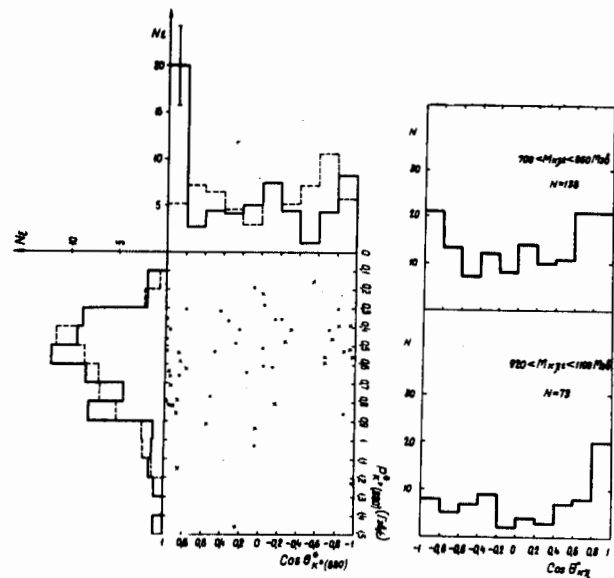


Рис. 6. (справа) Распределение углов вылета  $K^*$ -мезонов в зависимости от их импульсов в с.д.м.  $\pi^-$ -р-взаимодействия. На спектры углов и импульсов нормированы распределения  $K^0$ -мезонов, не являющихся продуктами  $K^*(888)$ -резонансов ( $\nu_s = 4$ ); (слева) распределения углов вылета ( $K\pi$ )-систем для событий из областей эффективных масс  $M_{K\pi}$ , соседних с областью резонанса  $K^*(888)$

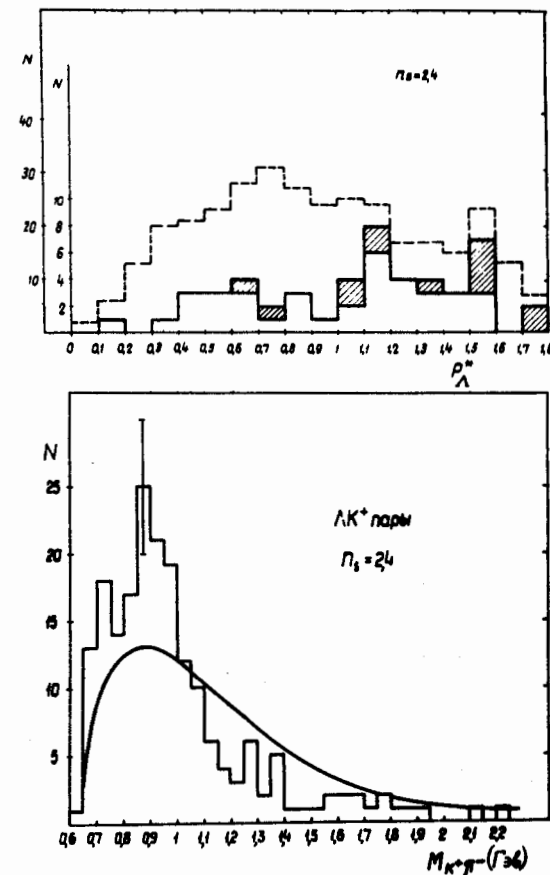


Рис. 7. Распределение  $M_{K\pi^-}$  для событий  $AK^+$  пар ( $\nu_s = 2,4$ ) /внизу/. Кривая - результат сложения фазовых объемов, нормирована на весь спектр. Импульсное распределение  $p_{\Lambda^-}$ -гиперонов ( $\nu_s = 2,4$ ), образующихся вместе с  $K^*$ -мезонами (вверху).

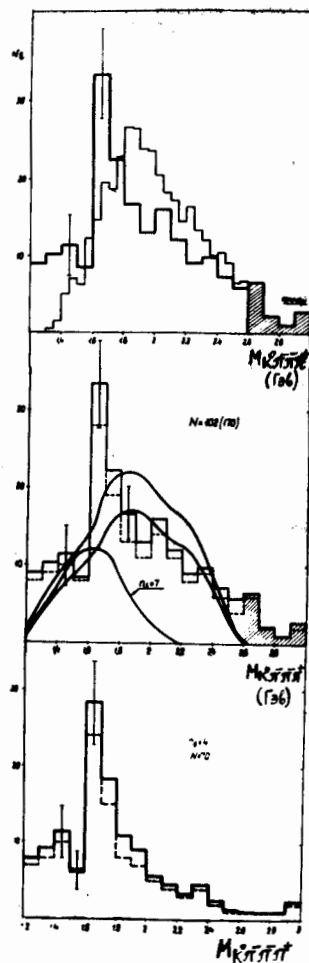


Рис. 8. Распределения эффективных масс  $M_{K^0 \pi^+ \pi^-}$ . Внизу гистограмма эффективных масс событий с недостающей массой  $M_{нед} > M_{\pi^+} + M_{\pi^-}$ . Заштрихованы события, не допустимые по кинематике. Кривая, нормированная на весь спектр, результат расчета по статистической теории с учетом резонансов  $\omega$ ,  $\rho$ ,  $N_{\frac{3}{2}}$ ,  $K^*(892)$  (т.е.  $K^*(780)$ ). Отдельно нарисован фазовый объем для реакции с числом частиц в конечном состоянии  $n_f = 7$ . Пунктирная линия - распределения без геометрической поправки  $\epsilon$ . На верхней гистограмме нормировано распределение, полученное методом Монте-Карло.

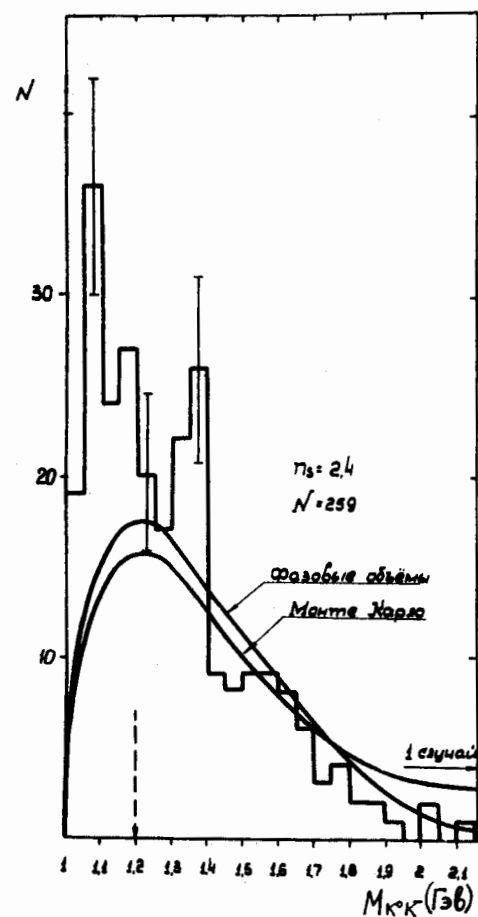


Рис. 9. Распределение эффективных масс  $M_{K^0 K^-}$ . Кривые - результаты сложения фазовых объемов и полученная с помощью метода Монте-Карло.