

Г-761



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1 - 6530

И.М. Граменицкий

ИЗУЧЕНИЕ

ПРОЦЕССОВ РОЖДЕНИЯ РЕЗОНАНСОВ

В π^+ p - ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 2,34 ГЭВ/С

Специальность 040 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Дубна 1972

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук М.И. Адамович,
доктор физико-математических наук, профессор С.С. Герштейн,
доктор физико-математических наук, профессор В.Г. Шевченко.

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Лаборатория ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований, г. Дубна.

Автореферат разослан " " 1972 г.

Защита диссертации состоится " " 1972 г. на заседании Ученого совета Лаборатории высоких энергий ОИЯИ, г. Дубна.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ ОИЯИ.

Секретарь Ученого совета

С.В. Мухин

1 - 6530

И.М. Граменицкий

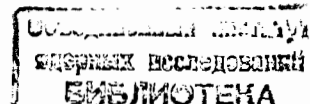
Г-761

ИЗУЧЕНИЕ
ПРОЦЕССОВ РОЖДЕНИЯ РЕЗОНАНСОВ
В π^+ p - ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 2,34 ГЭВ/С

Специальность 040 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)



В последние годы развитие экспериментальной техники в области физики высоких энергий привело к появлению новых видов детекторов элементарных частиц, таких, как искровые и стримерные камеры, установки, использующие электронную методику, и искровые камеры, связанные непосредственно с ЭВМ в процессе эксперимента. Несмотря на это, роль пузырьковых камер по-прежнему весьма значительна. Постоянное совершенствование камерной методики, улучшение программного обеспечения обработки пленочного материала, применение автоматических измерительных устройств позволяет проводить эксперименты с высокой точностью измерения при статистике, сравнимой со статистикой в электронных экспериментах. Наиболее существенным преимуществом пузырьковых камер является возможность изучения многочастичных конечных состояний. В этой области пузырьковые камеры будут вне конкуренции, по крайней мере, в течение ближайших лет. Традиционными для камерной методики являются исследования резонансов: определение их характеристик и изучение механизма рождения. Применение камерной методики особенно полезно для изучения парного рождения резонансов, так как в этом случае она позволяет получать наиболее полную информацию о характеристиках такого процесса.

Настоящая диссертация посвящена изучению механизма образования резонансов в π^+p -взаимодействиях при импульсе π^+ -мезонов 2,34 Гэв/с. Работа выполнена на основании анализа материалов, полученных с помощью 40-сантиметровой жидководородной пузырьковой камеры. Диссертация состоит из 5 глав и приложения.

В первой главе рассмотрены характеристики квазидвухчастичных процессов, т.е. реакций типа



в которых a и (или) b являются резонансами и распадаются на две или несколько частиц. Одним из общих свойств квазидвухчастичных процессов является быстрое падение дифференциального сечения $d\sigma/d|t|$ с ростом $|t|$, где t — переданный 4-импульс. Это обстоятельство наводит на мысль о периферическом характере механизма взаимодействия, приводящего к таким реакциям. Часто периферические взаимодействия описываются диаграммами с одномезонным обменом, которые в ряде случаев позволяют получать конкретные результаты, дающие возможность провести сравнение с экспериментом. В конце 50-х — начале 60-х годов такая модель разрабатывалась довольно большим числом авторов. В частности, в работе ^{/1/} на основе модели однопионного обмена производились расчеты для неупругих π^-p -взаимодействий при энергии 7 Гэв в полюсном приближении.

Большое количество работ, выполненных в последние годы, было посвящено изучению квазидвухчастичных процессов с рождением одного или двух резонансов. В соответствии с этим

и теоретические модели касались описания таких процессов. Краткий обзор этих моделей и сравнение результатов расчетов, выполненных с их помощью, с экспериментальными данными содержится в первой главе. Рассмотрены также особенности анализа дифференциальных сечений и угловых распределений продуктов распада резонансов в квазидвухчастичных реакциях.

Вторая глава посвящена методике эксперимента. В ней приводится краткое описание 40-сантиметровой жидководородной камеры ^{/2/} и характеристик канала ^{/3/}, с помощью которого был получен пучок сепарированных π^+ -мезонов с импульсом $2,34 \pm 0,06$ Гэв/с.

Обработка на современном уровне большого объема экспериментальных данных, получаемых на пузырьковых камерах, невозможна без использования быстродействующих ЭВМ и целой системы программ обработки. Один из вариантов подобной системы был разработан для анализа статистического материала данного эксперимента.

В эту систему входили следующие программы:

- а) определение геометрических параметров события (геометрическая программа);
- б) расчет на основе законов сохранения вероятности различных интерпретаций события (кинематическая программа);
- в) разделение событий по каналам реакций и запись суммарных результатов на специальную ленту суммарных результатов ЛСР (программа анализа многочастичных состояний);
- г) статистический анализ результатов, записанных на магнитную ленту (программа анализа суммарных результатов).

В основу геометрической программы была положена стандартная геометрическая программа 1-3^{/4/}, разработанная в ВЦ ОИЯИ. В эту программу введены следующие отдельные блоки:

а) блок обсчета треков для различных предположений о массах частиц с учетом корреляционной матрицы ошибок за счет многократного кулоновского рассеяния^{/5/} и введением поправок на ионизационные потери;

б) специальный блок обсчета коротких треков с остановками;

в) блок получения начальных значений параметров для обсчета треков, идущих под малым углом к базе стереофотоаппарата.

В качестве кинематической программы использовалась программа ПИКР-2^{/6/} и специальный вариант программы 10-10^{/7/}, в который был введен ионизационный признак для протонов, позволивший сократить время расчета на ЭВМ на 40%.

Кинематические характеристики событий, отнесенных к определенным гипотезам, рассчитывались с помощью программы ПАМС^{/8/} и записывались на ЛСР. Статистический анализ событий, записанных на ЛСР, производился с помощью программы "МИНИСТАР"^{/9/}. Эта программа позволяет производить статистический анализ любых данных, записанных на ЛСР, в стандартном виде. Анализ состоит в классификации событий по ряду признаков (тестов), гистограммировании для отобранных событий ряда физических величин, записи на магнитную ленту и выдачи на перфокарты массивов некоторых заданных физических величин.

Использование системы программ позволило получить надежные результаты при анализе π^+ - p -взаимодействий.

В третьей главе приводятся результаты по определению сечений рождения и параметров резонансов в π^+ - p -взаимодействиях при 2,34 Гэв/с. В эффективном объеме камеры было отобрано и измерено около 25000 2- и 4-лучевых событий без видимых странных частиц. Разделение каналов реакций осуществлялось по критерию χ^2 с привлечением информации об ионизации треков, оцениваемой визуально. При определении сечений каналов реакций вносились поправки на эффективность просмотра, взаимодействия вторичных частиц, примесь состояний с 2 и более нейтральными частицами. Классификация неоднозначно интерпретированных событий производилась с помощью специальной процедуры^{/10/}. Результаты по определению сечений приведены в таблице 1.

Для упругого π^+ - p -рассеяния было определено дифференциальное сечение $d\sigma/d|t|$ ^{/11/}, которое аппроксимировалось экспоненциальной зависимостью $d\sigma/d|t| = A \exp[-B|t|]$. Значения параметров A и B , найденные по методу наименьших квадратов, оказались равными $51,6 \pm 1,7$ мб (Гэв/с)² и $6,41 \pm 0,16$ (Гэв/с)⁻², соответственно.

Исследования реакции $\pi^+ p \rightarrow \pi^+ p \pi^0$ при импульсе 2,34 Гэв/с показали, что в образование конечного состояния $\pi^+ p \pi^0$ большой вклад дают квазидвухчастичные процессы с рождением резонансов N^* и ρ -мезона^{/12,13/}. Для оценки сечения рождения резонансов, их масс и ширин использовался метод максимального правдоподобия. Для этого минимизировался функционал

$$L(\beta_i) = -2 \sum_k \ln P_k(M_1^2, M_2^2, \beta_i), \quad (2)$$

Таблица I

Число лучей	Реакция	Число событий (без поправок)	Сечение в мб
2	$\pi^+ p \rightarrow \pi^+ p$	5886	$8,9 \pm 0,15$
	$\rightarrow \pi^+ p \pi^0$	2870	$4,2 \pm 0,2$
	$\rightarrow \pi^+ \pi^+ n$	1728	$2,9 \pm 0,15$
	$\rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$ или $\pi^+ \pi^+ n$	397	-
	$\rightarrow \pi^+ \pi^0 p (k > 1)$	2055	$3,6 \pm 0,2$
	$\rightarrow \pi^+ \pi^+ n (l > 1)$ $l > 1$	1267	$2,4 \pm 0,15$
	$\rightarrow \pi^+ \pi^0 p (k \neq 1)$ или $\pi^+ \pi^+ n (l \neq 1)$	545	-
4	$\pi^+ p \rightarrow \rho \pi^+ \pi^+ \pi^-$	3469	$3,74 \pm 0,11$
	$\rightarrow \rho \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^0$	2906	$3,07 \pm 0,10$
	$\rightarrow \rho \pi^+ \pi^+ \pi^+ \pi^-$	270	$0,24 \pm 0,01$
	$\rightarrow \rho \pi^+ \pi^+ \pi^+ \pi^- (k \pi^0)$ или $\rho \pi^+ \pi^+ \pi^+ \pi^- (l \pi^0)$ $k > 1, l > 1$	360	-

где P - плотность распределения событий на двумерном распределении эффективных масс $M_1^2 = M_{\pi^+ \pi^0}^2$ и $M_2^2 = M_{\rho \pi^+}^2$ (диаграмма Далитца). Плотность распределения событий на диаграмме Далитца задавалась в виде суммы, содержащей релятивистские формулы Брейта-Вигнера, в которых учитывалась зависимость ширины Γ от эффективной массы. При этом предполагалось, что нерезонансный фон пропорционален фазовому объему. В качестве параметров β_i были взяты массы резонансов M_{i0} , их ширины Γ_{i0} и процентное содержание резонансов a_i . Полученные оценки приведены в таблице II^{/14/}.

Оценка ширины и массы изобары N_{1238}^{*++} хорошо согласуется с данными, полученными при исследовании рождения этой изобары в $K^+ p$ и $\pi^+ p$ - взаимодействиях. Их отличие от значений M_0 и Γ_0 , полученных из анализа упругого рассеяния, вызвано тем обстоятельством, что выражение для $P(M_1^2, M_2^2)$ недостаточно полно учитывает динамику образования резонансов. Как показано в работе^{/15/}, это особенно существенно в том случае, когда масса резонанса M_0 близка сумме масс распадающихся частиц.

Как видно из таблицы II, для изобар N_{1238}^{*++} и N_{1238}^{*+} получены весьма различные массы и ширины, и их процентное содержание не соответствует отношению $\sigma_{N^{*++}} / \sigma_{N^{*+}} = 9/4$, следующему из изотопической инвариантности. Большое сечение и ширина N_{1238}^{*+} могут свидетельствовать о наличии существенной конструктивной интерференции между амплитудами рождения ρ^+ -мезона и изобары N_{1238}^{*+} , которая не учитывается в выражении для $P(M_1^2, M_2^2)$. В таблице II (вариант Б) приведены оценки параметров резонансов для случая, когда процентное содержание N_{1238}^{*+} было фиксировано при значении 3,5%, приблизительно

Таблица II

Реакция	Вариант А		Вариант Б	
	$M_0, \text{Мэв}$	$\Gamma_0, \text{Мэв}$	$M_0, \text{Мэв}$	$\Gamma_0, \text{Мэв}$
$\pi^+ p \rightarrow \rho^+ p$	$775,7 \pm 3,9$	$145,3 \pm 12,6$	$780,2 \pm 4,1$	$161,5 \pm 13,4$
$\rightarrow N_{1238}^{*++} \pi^0$	$1224,9 \pm 4,3$	$58,6 \pm 15,1$	$1225,0 \pm 3,8$	$43,3 \pm 2,3$
$\rightarrow N_{1238}^{*+} \pi^+$	$1196,0 \pm 22$	245 ± 71	$1231,5 \pm 11,6$	$77,5 \pm 26,7$
$\rightarrow \pi^+ p \pi^0$	-	-	$39,3$	$46,1$

следующем из изотопических соотношений. В этом случае изменились также оценки параметров ρ^+ -мезона. Полученная разница в двух этих оценках параметров ρ^+ -мезона может характеризовать реальные пределы точности, достигаемые в используемом методе.

Во всех предшествующих работах по изучению рождения ρ^+ -мезона в пузырьковых камерах оценки его параметров производились на основе анализа лишь одномерных распределений по $M_{\pi^+ \pi^0}$, причем были получены существенно различные значения массы и ширины ρ^+ -мезона (см., например, /16/). Эти расхождения можно объяснить различием $d\sigma/dM_{\pi^+ \pi^0}$, использовавшихся в различных работах, а также недостаточно точным учетом влияния на параметры ρ^+ -мезона процессов образования изобар N_{1238}^{*++} и N_{1238}^{*+} , дающих различный вклад при разных энергиях.

На рис. 1 и 2 приведены распределения по $M_{\pi^+ \pi^0}$ и $M_{\pi^+ p}$ вместе с кривыми, описывающими вклады различных членов в выражении $P(M_1^2, M_2^2)$. Полученные значения сечений реакций $\pi^+ p \rightarrow \rho^+ p$ и $\pi^+ p \rightarrow N_{1238}^{*++} \pi^0$ оказались равными $1,70 \pm 0,16$ мбн и $0,35 \pm 0,06$ мбн, соответственно. При исследовании реакции $\pi^+ p \rightarrow \pi^+ \pi^+ p$ в спектре масс $M_{\pi^+ p}$ был обнаружен максимум в области масс $M_{\pi^+ p} \sim 1680$ Мэв. Методом, описанным выше, были определены параметры наблюдаемого резонанса: $M_0 = 1680 \pm 14$ Мэв и $\Gamma_0 = 109 \pm 32$ Мэв. Сечение рождения N_{1688}^{*+} оказалось равным $(0,32 \pm 0,10)$ мбн. Изучение двумерных распределений эффективных масс в реакциях $\pi^+ p \rightarrow \rho^+ \pi^+ \pi^-$ и $\pi^+ p \rightarrow \rho^+ \pi^+ \pi^- \pi^0$ показало наличие большого вклада совместного рождения резонансов, приводящих к следующим конечным состояниям: $\pi^+ p \rightarrow N_{1688}^{*+} \omega$, $\pi^+ p \rightarrow N_{1688}^{*+} \eta$ (рис. 3 и 4). Для оценки

сечения совместного рождения резонансов проводилась аппроксимация двумерных распределений эффективных масс M_{π^+p} vs M_{π^+p} и M_{π^+p} vs $M_{\pi^+\pi^-\pi^0}$ методом максимального правдоподобия /18/. Для реакции $\pi^+p \rightarrow p\pi^+\pi^+\pi^-$ плотность распределения событий на двумерной диаграмме описывалась выражением

$$P dM_1 dM_2 = \frac{1}{2} \left[a_1 \left(\frac{W_{N^*}}{I_{N^*}} + \tilde{W}_{N^*} \right) + a_2 \left(\frac{W_{\rho}}{I_{\rho}} + \tilde{W}_{\rho} \right) + a_3 \left(\frac{W_{N^*\rho}}{I_{N^*\rho}} + \tilde{W}_{N^*\rho} \right) + 2(1 - \sum a_i) \frac{W_{ps}}{I_{ps}} \right] dM_1 dM_2, \quad (3)$$

где M_1 и M_2 - эффективные массы M_{π^+p} и $M_{\pi^+\pi^-}$, a_1 и a_2 - доля резонансов N^{*++} и ρ^0 , a_3 - доля канала $N^*\rho$; W_{ps} - выражение для фазового объема четырех частиц, W_{α} - произведение релятивистских функций Брейта-Вигнера на фазовый объем распада резонанса и общий фазовый объем четырех частиц, I_{α} - нормировочные интегралы. Члены W_{α} , вычисленные методом Монте-Карло, учитывают влияние "отражения" резонансов.

Аналогичное выражение использовалось при анализе реакции $\pi^+p \rightarrow p\pi^+\pi^+\pi^-\pi^0$.

Полученные результаты приведены в таблице III, причем для описания η -мезона вместо функции Брейта-Вигнера использовалась функция Гаусса, а для ω -мезона приведены данные, полученные с помощью той и другой функций /17/.

Наблюдаемый эффект сдвига массы ρ^0 -мезона согласуется с выводом Росса /18/, который на основании компиляций многих экспериментальных данных установил, что ρ^0 -мезон в реакции $\pi^+p \rightarrow N^{*++}\pi^0$ имеет меньшую массу (~ 750 Мэв) по сравнению

Таблица III

Реакция	% Сечение, МОН	Масса резонанса M_0 (Мэв)	Ширина резонанса	
			Γ_0 (Мэв)	Γ_0 Мэв
$\pi^+p \rightarrow N^*\rho$	52,8 \pm 2,50	1,97 \pm 0,10	$\Gamma_{N^*} = 1215 \pm 2,7$	$\Gamma_{\rho} = 107,7 \pm 11,7$
$\rightarrow N^*\pi^+\pi^-$	15,7 \pm 3,2	0,59 \pm 0,12		
$\rightarrow \rho\pi^+\pi^-$	0	0	$\Gamma_{\rho} = 747 \pm 2,9$	
$\rightarrow \rho\pi^+\pi^0$	31,5 \pm 4,05	1,18 \pm 0,15		
$\pi^+p \rightarrow N^*\omega$	50,1 \pm 2,9	1,54 \pm 0,09	$\Gamma_{N^*} = 1228 \pm 5,0$	$\Gamma_{\omega} = 137,2 \pm 22$
$\rightarrow N^*\eta$	5,9 \pm 0,7	0,18 \pm 0,02	$M_{\omega(\eta)} = 787 \pm 0,9$	$\Gamma_{\omega} = 43,2 \pm 2,4$
$\rightarrow N^*\pi^+\pi^-\pi^0$	0	0	$M_{\omega(\eta)} = 788 \pm 1,0$	$\Gamma_{\omega} = 26,4 \pm 0,9$
$\rightarrow \omega\pi^+\pi^-$	4,9 \pm 2,9	0,15 \pm 0,09	$M_{\eta} = 553 \pm 4,2$	$\Gamma_{\eta} = 28,5 \pm 2,9$
$\rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-\pi^0$	39,1 \pm 3	1,20 \pm 0,09		

с ρ^0 -мезоном в реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^0 p$. По-видимому, этот сдвиг можно связать с эффектами, зависящими от динамики процесса.

В четвертой главе приводятся результаты исследования механизма образования резонансов в трехчастичных конечных состояниях.

Для реакции $\pi^+ p \rightarrow \rho^+ p$ было получено дифференциальное сечение $d\sigma/d|t'|$, где $t' = t - t_{min}$, t - квадрат переданного 4-импульса системе $(\pi^+ \pi^0)$ и t_{min} - минимально возможное значение этой величины при данном значении $M_{\pi^+ \pi^0}$. Дифференциальное сечение было аппроксимировано экспонентой $d\sigma/d|t'| = A e^{-B|t'|}$, наклон которой в интервале $0,03 \leq |t'| \leq 0,3$ (Гэв/с)² оказался равным $B = 10,8 \pm 0,8$ (Гэв/с)⁻². Из анализа угловых распределений продуктов распада резонансов получены значения элементов спиновой матрицы плотности и их зависимость от $|t'|$. Результаты расчетов, проведенных по модели с поглощением^{/19/}, не дают удовлетворительного согласия с экспериментальными данными.

Аналогичные данные были получены для реакции $\pi^+ p \rightarrow N^{*++} \pi^0$. Характерной особенностью $d\sigma/d|t'|$ для этой реакции является наличие минимума при $|t'| \sim 0,6$ (Гэв/с)². Такое поведение сечения согласуется с расчетами, выполненными по модели полюсов. Редже, в предположении, что происходит обмен одним ρ -мезонным полюсом^{/20/} (см. рис. 5).

Исследование канала $\pi^+ p \rightarrow N_{1688}^{*+} \pi^+$ в реакции $\pi^+ p \rightarrow \pi^+ \pi^+ n$ показало^{/21/}, что изобара N_{1688}^{*+} в отличие от резонансов ρ^+ и N^{*++} образуется в основном при больших значениях $|t|$ (см. рис. 6). Анализ диаграммы Чу и Лоу в осях u и $M_{\pi^+ n}^2$ (рис. 7)¹²³⁸ показывает, что образование N_{1688}^{*+} происходит при малых зна-

чениях u . Это свидетельствует о большом вкладе процесса с баронным обменом в реакцию с рождением этой изобары.

В реакции $\pi^+ p \rightarrow \pi^+ \pi^+ n$ было определено сечение $\pi\pi$ -взаимодействия в чистом $T=2$ состоянии методом Чу-Лоу^{/22/}. Результаты по определению сечения $\sigma_{\pi\pi}$ для различных значений ω -энергии $\pi\pi$ -системы приведены в таблице IV^{/23/}. Там же приведены данные, полученные методом интегрирования в физической области.

Пятая глава посвящена изучению механизма совместного рождения резонансов в реакциях $\pi^+ p \rightarrow N^{*++} \rho^0$ и $\pi^+ p \rightarrow N^{*++} \omega$ ^{/24,25/}. Дифференциальные сечения этих реакций приведены на рис. 8 и 9. Там же приведены кривые, вычисленные по модели одночастичного обмена с поглощением. Можно видеть, что результаты расчета не согласуются с экспериментальными данными. При аппроксимации $d\sigma/d|t'|$ экспоненциальной зависимостью получены значения показателей экспоненты, равные $8,54 \pm 0,52$ (Гэв/с)⁻² для реакции $\pi^+ p \rightarrow N^{*++} \rho^0$ в интервале $0 \leq |t'| \leq 0,3$ (Гэв/с)² и $2,84 \pm 0,34$ (Гэв/с)⁻² для реакции $\pi^+ p \rightarrow N^{*++} \omega$ в интервале $0,1 \leq |t'| \leq 0,6$ (Гэв/с)².

При анализе угловых распределений продуктов распада резонансов были определены элементы спиновой матрицы плотности и их зависимость от $|t'|$. Изучение угловых распределений продуктов распада резонансов в реакциях их совместного образования позволяет провести анализ спиновых амплитуд $\langle \lambda_{N^*} \lambda_{\rho} | R | \frac{1}{2} \rangle$ этих реакций^{/26,27/} (λ_{N^*} , λ_{ρ} - спиральности резонансов в конечном состоянии: изобары и векторного мезона). Проведенный анализ показал, что при малых углах вылета резонансов в системе центра инерции θ_s для реакции $\pi^+ p \rightarrow N^{*++} \rho^0$ основной вклад вносит только одна амплитуда $\langle \frac{1}{2} 0 | R | \frac{1}{2} \rangle$.

Таблица IV

Интервал ω^2 (Гэв) ²	ω^2 (Гэв) ²	Интегрирование	
		Экстраполяция σ мбн	σ мбн
0,07-0,39	0,23	8,8±0,1	9,9±1
0,39-0,59	0,49	7,0±0,7	8,5±0,8
0,59-0,83	0,71	4,1±0,5	4,7±0,5

Для исследуемых реакций было проведено также сравнение с предсказаниями аддитивной кварковой модели^{/28,29/}. Выражая амплитуды \hat{R} через кварковые амплитуды, можно получить дополнительные соотношения между $\langle \lambda_{N^*} \lambda_{\nu} | \hat{R} | \frac{1}{2} \rangle$, проверяемые по экспериментальным данным. Полученные результаты показали, что предсказания аддитивной кварковой модели не противоречат экспериментальным данным для реакции $\pi^+p \rightarrow N^{*+}p^0$ до углов рассеяния в с.ц.м. $\theta_s \leq 11^\circ$ и для реакции $\pi^+p \rightarrow N^{*+}\omega$ до углов $\theta \leq 30^\circ$.

В заключении приводятся основные результаты диссертации.

1. Проведено облучение 40-сантиметровой жидководородной камеры сепарированным пучком π^+ -мезонов с импульсом 2,34 Гэв/с.

2. Разработана система программ обработки снимков для ЭВМ класса БЭСМ-4, позволяющая автоматизировать основные этапы обработки.

3. Определены сечения каналов реакций в π^+p -взаимодействиях при импульсе 2,34 Гэв/с.

4. При анализе реакции $\pi^+p \rightarrow \pi^+p \pi^0$ определены сечения рождения ρ^+ -мезона и изобары N_{1238}^{*+} , оказавшиеся равными $1,70 \pm 0,16$ мбн и $0,35 \pm 0,06$ мбн, соответственно.

5. При изучении механизма рождения ρ^+ -мезона и изобары N_{1238}^{*+} получены дифференциальные сечения их рождения и определена зависимость элементов спиновой матрицы плотности от t . Полученные экспериментальные данные не согласуются с моделью OPEA. Экспериментальное распределение $d\sigma/d|t'|$ для реакции $\pi^+p \rightarrow N^{*+}\pi^0$ имеет ярко выраженный минимум при $|t'| \approx 0,6$ (Гэв/с)², предсказываемый моделью с обменом ρ -мезонным полюсом Редже.

6. Показано, что образование изобары N_{1688}^{*+} в реакции $\pi^+ p \rightarrow N_{1688}^{*+} \pi^+ \rightarrow p \pi^+ \pi^+$ происходит при малых значениях u , т.е. может быть описано механизмом с барионным обменом.

7. В реакции $\pi^+ p \rightarrow \pi^+ \pi^+ n$ определено сечение $\pi^+ \pi^+$ -взаимодействия методом экстраполяции.

8. Определены сечения совместного рождения резонансов в реакциях $\pi^+ p \rightarrow N^{*+} \rho^0$ и $\pi^+ p \rightarrow N^{*+} \omega$, оказавшиеся равными $1,97 \pm 0,10$ мбн, $1,54 \pm 0,09$ мбн, соответственно.

9. Анализ дифференциальных сечений и зависимости элементов спиновой матрицы плотности от t' для этих реакций показал, что экспериментальные данные не согласуются с моделью OPEA.

10. Разработан метод анализа спиральных амплитуд при совместном рождении резонансов и показано, что в реакции $\pi^+ p \rightarrow N^{*+} \rho$ при малых углах рождения вклад вносит только одна амплитуда.

11. Показано, что предсказания аддитивной кварковой модели не противоречат экспериментальным данным для реакции $\pi^+ p \rightarrow N^{*+} \rho^0$ до углов рассеяния в с.ц.м. $\theta_s \leq 11^\circ$ и для реакции $\pi^+ p \rightarrow N^{*+} \omega$ до углов $\theta_s \leq 30^\circ$.

Содержащиеся в диссертации материалы опубликованы в работах /1,5,9-14,16,17,20,21,23-27/.

Л и т е р а т у р а

1. И.М. Граменицкий, И.М. Дремин, Д.С. Чернавский, ЖЭТФ, **41**, 856 (1961).
2. А.В. Белоногов, Е.И. Дьячков, А.Г. Зельдович, А.М. Моисеев, М.Д. Шафранов. Препринт ОИЯИ 2254, Дубна, 1965.

3. А.С. Вовенко, Г.Г. Воробьев, А.Д. Кириллов, В.В. Миллер, А.М. Моисеев, М.Д. Шафранов. XII Межд. конф. по физике высоких энергий. т. 2, стр. 553 (1964).
4. Д.В. Благодирова и др. Препринт ОИЯИ 2005, Дубна, 1965.
5. И.М. Граменицкий, Л.А. Тихонова, П.В. Шляпников. Препринт ОИЯИ Р-2146, Дубна, 1965.
6. А.Д. Макаренкова, А.М. Моисеев. Препринт ОИЯИ 2263, Дубна, 1965.
7. З.М. Иванченко и др. Препринт ОИЯИ Р-2397, Дубна, 1965.
8. Т.В. Рыльцева, Л.А. Тихонова. Препринт ОИЯИ, 11-3458, Дубна, 1967.
9. И.М. Граменицкий, А.М. Моисеев, Л.А. Тихонова, М.Д. Шафранов. Препринт ОИЯИ, 10-3772, Дубна, 1968.
10. Н. Ангелов, И.М. Граменицкий, Х. Каназирски, А.М. Моисеев, Л.А. Тихонова, А.Б. Фенюк, М.Д. Шафранов. Препринт ОИЯИ, Р1-4097, Дубна, 1968.
11. Н. Ангелов, И.М. Граменицкий, Х.М. Каназирски, А.М. Моисеев, Л.А. Тихонова, А.Б. Фенюк, М.Д. Шафранов. Препринт ОИЯИ, Р1-4003, Дубна, 1968.
12. Н.С. Ангелов, И.М. Граменицкий, А.И. Златева, Х.М. Каназирски, П.П. Керачев, А.М. Моисеев, В.Н. Пенев, Х.М. Семерджиев, Л.А. Тихонова, А.Б. Фенюк, М.М. Христов, М.Д. Шафранов, А.И. Шкловская. Препринт ОИЯИ Р1-2997, Дубна, 1966.
13. И.М. Граменицкий, Х.М. Каназирски, А.М. Моисеев, Л.А. Тихонова, А.Б. Фенюк, М.Д. Шафранов, Н.С. Ангелов, А.И. Златева, П.П. Керачев, В.Н. Пенев, Х.М. Семерджиев, М.М. Христов, А.И. Шкловская. Изв. АН СССР, сер. физ., XXXI, №9, 1483 (1967).
14. Н. Ангелов, И.М. Граменицкий, Х. Каназирски, А.М. Моисеев, Л.А. Тихонова, А.Б. Фенюк, М.Д. Шафранов. ЯФ **11**, 613 (1970).
15. J. Jackson. Nuovo Cim., **34**, 1645 (1964).
16. Н. Ангелов, И.М. Граменицкий, Х. Каназирски, П. Керачев, Р. Леднишки, А.М. Моисеев, А. Прокеш, Л.А. Тихонова, А.Б. Фенюк, М. Христов, М.Д. Шафранов. Препринт ОИЯИ, Р1-4611, Дубна, 1969.

17. Н. Ангелов, И.М. Граменицкий, Х. Каназирски, П. Керачев, Р. Ледницки, А.М. Моисеев, А. Прокеш, Л.А. Тихонова, А.Б. Фенюк, М. Христов, М.Д. Шафранов. ЯФ 12, 788 (1970).
18. M. Ross. Nucl. Phys., B2, 615 (1967).
19. J. Gottfrid, J. Jackson. Nuovo Cim., 34, 735(1964).
20. Н. Ангелов, И.М. Граменицкий, Х. Каназирски, П. Керачев, А.М. Моисеев, А. Прокеш, Л.А. Тихонова, А.Б. Фенюк, М. Христов, М.Д. Шафранов. Препринт ОИЯИ Р1-4330, Дубна, 1969.
21. Н. Ангелов, И.М. Граменицкий, Х. Каназирски, А.М. Моисеев, Л.А. Тихонова, А.Б. Фенюк, М.Д. Шафранов. Препринт ОИЯИ Р1-4164, Дубна, 1968.
22. G. Chew, I. Low. Phys.Rev., 113, 1640 (1959).
23. Н. Ангелов, И.М. Граменицкий, Х. Каназирски, А.М. Моисеев, Л.А. Тихонова, А.Б. Фенюк, М.Д. Шафранов. Препринт ОИЯИ Р1-4125, Дубна, 1968.
24. Н. Ангелов, И.М. Граменицкий, Х. Каназирски, П. Керачев, А.М. Моисеев, А. Прокеш, Л.А. Тихонова, А.Б. Фенюк, М. Христов, М.Д. Шафранов. Препринт ОИЯИ Р1-4339, Дубна, 1969.
25. Н. Ангелов, И.М. Граменицкий, Х. Каназирски, П. Керачев, Р. Ледницки, А.М. Моисеев, А. Прокеш, Л.А. Тихонова, А.Б. Фенюк, М. Христов, М.Д. Шафранов. Сообщение ОИЯИ Р1-4657, Дубна, 1969.
26. Н. Ангелов, И.М. Граменицкий, Х. Каназирски, П. Керачев, Р. Ледницки, А.М. Моисеев, А. Прокеш, Л.А. Тихонова, А. Б. Фенюк, М. Христов, М.Д. Шафранов. Сообщение ОИЯИ Р1-4668, Дубна, 1969.
27. И.М.Граменицкий, Р. Ледницки, А.М. Моисеев, А. Прокеш, Л.А. Тихонова, М.Д. Шафранов. Сообщение ОИЯИ Р1-5236, Дубна, 1970.
28. Е.М. Левин, Л.Л. Франкфурт. Письма ЖЭТФ, 2, 105 (1965).
29. С.И. Itzykson, М. Jacob. Nuovo Cim., 48A, 909 (1967).

Рукопись поступила в издательский отдел
20 июня 1972 года.

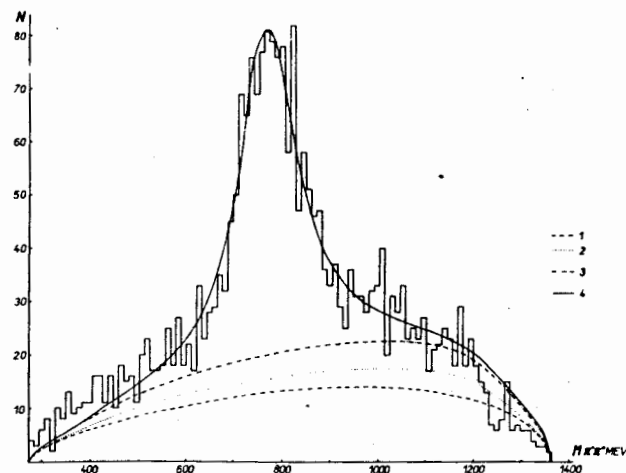


Рис. 1. Распределение по $M_{\pi^+\pi^0}$ для реакции $\pi^+ p \rightarrow \pi^+ p \pi^0$. Кривая 1 описывает фазовый объем, 2 - фазовый объем и проекцию изобары N_{1238}^{*++} , 3 - фазовый объем и проекцию изобар N_{1238}^{*++} и N_{1238}^{*++} , 4 - фазовый объем, проекции изобар N_{1238}^{*++} и ρ^+ -мезона.

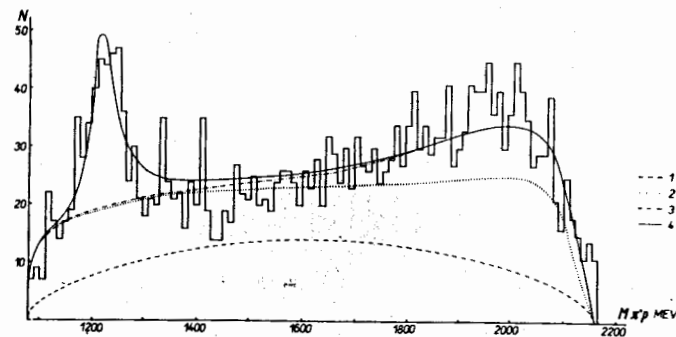


Рис. 2. Распределение по M_{π^+p} для реакции $\pi^+ p \rightarrow \pi^+ p \pi^0$. Кривая 1 описывает фазовый объем, 2 - фазовый объем и проекцию ρ^+ -мезона, 3 - фазовый объем и проекции ρ^+ -мезона и изобары N_{1238}^{*++} , 4 - фазовый объем, проекции ρ^+ -мезона и изобар N_{1238}^{*++} и N_{1238}^{*++} .

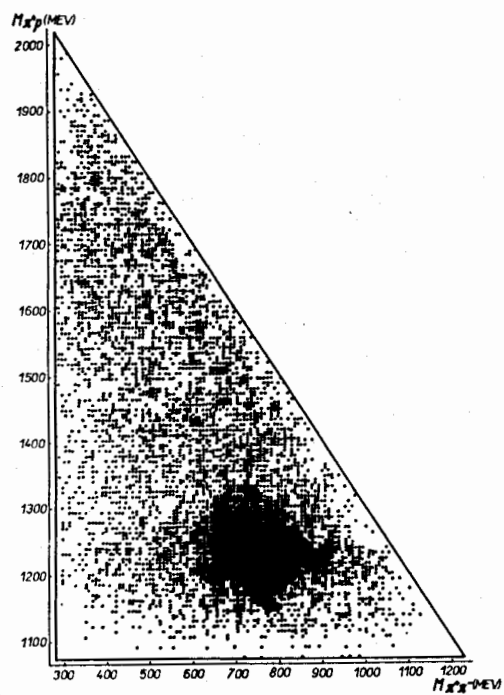


Рис. 3. Двумерное распределение эффективных масс M_{π^+p} и $M_{\pi^+\pi^-}$ для реакции $\pi^+p \rightarrow r \pi^+\pi^+\pi^-$.

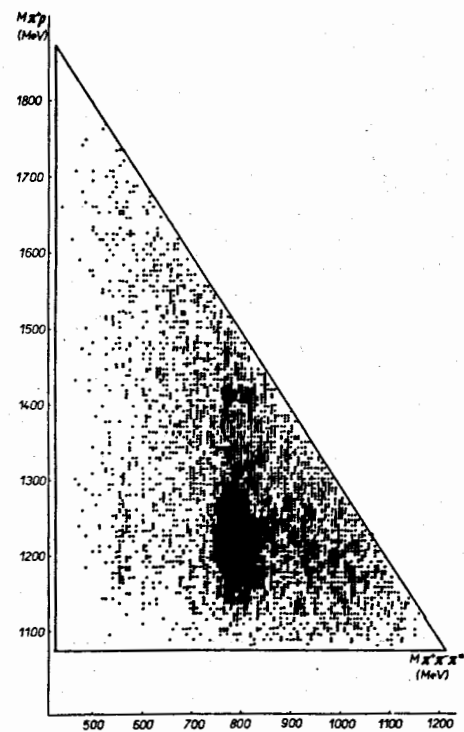


Рис. 4. Двумерное распределение эффективных масс M_{π^+p} и $M_{\pi^+\pi^-\pi^0}$ для реакции $\pi^+p \rightarrow r \pi^+\pi^+\pi^-\pi^0$.

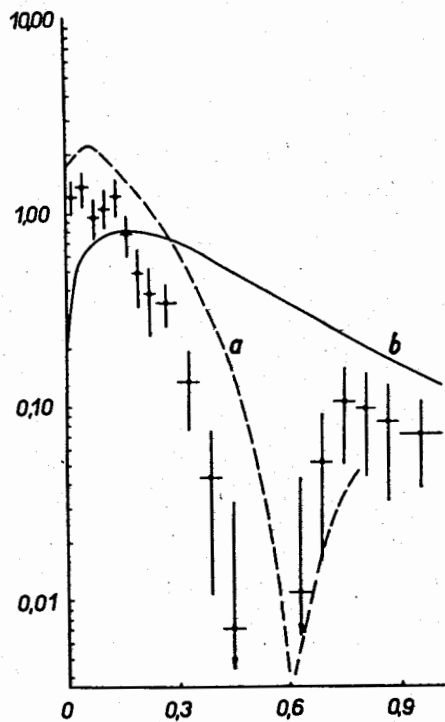


Рис. 5. Дифференциальное сечение реакции $\pi^+ p \rightarrow N \pi^+ \pi^0$. Кривая (а) соответствует расчету по модели ОРЕА, кривая (в) - расчету модели полюсов Редже.

Рис. 6. Распределение по $M_{\pi^+ \pi^-}$ для событий с $|t| \leq 0,25$ (Гэв/с)² (штриховая линия) и $|t| \geq 1,5$ (Гэв/с)² (сплошная линия).

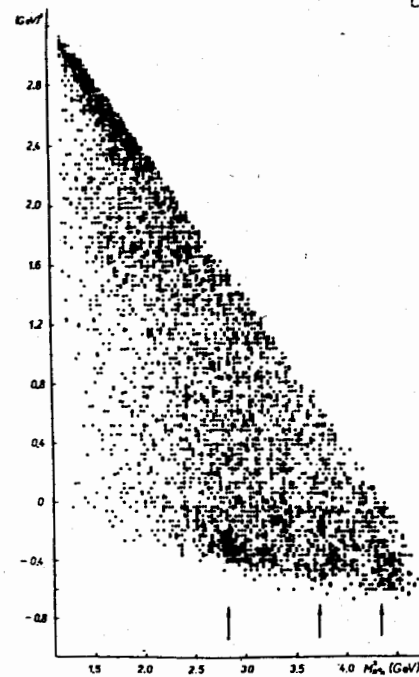
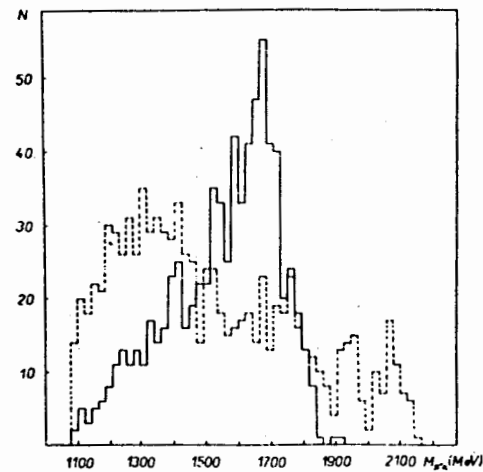


Рис. 7. Диаграмма Чу-Лоу и от $M_{\pi^+ \pi^-}^2$ для реакции $\pi^+ p \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-$.

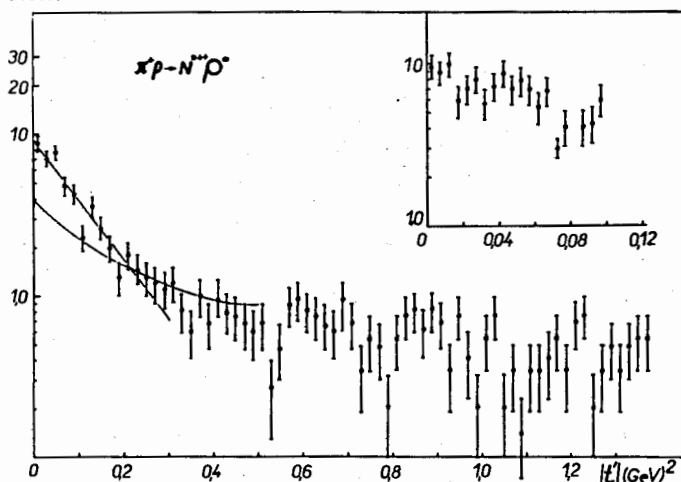
$$\frac{d\sigma}{dt} \text{ mb} / (\text{ГэВ})^2$$


Рис. 8. Дифференциальное сечение $d\sigma/d|t'|$ для реакции $\pi^+p \rightarrow N^{*+}\rho^0$. Прямая линия - результат аппроксимации экспонентой с параметрами $A = 10,3 \pm 0,6$ мбн/ $(\text{ГэВ}/c)^2$, $b = 8,54 \pm 0,52$ $(\text{ГэВ}/c)^{-2}$ в интервале $0 < |t'| \leq 0,3$ $(\text{ГэВ}/c)^2$, кривая - результат расчета по модели ОРЕА.

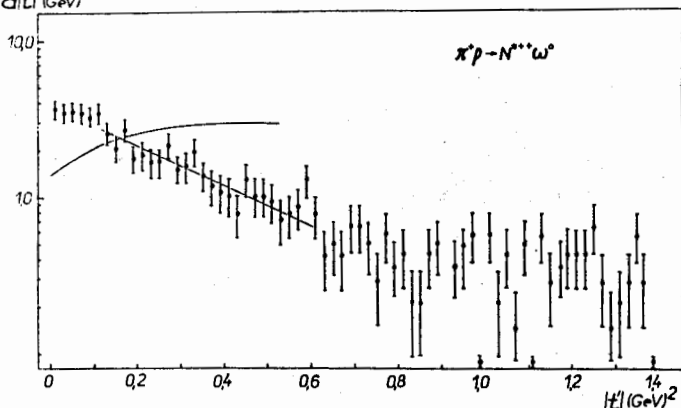
$$\frac{d\sigma}{dt} \text{ mb} / (\text{ГэВ})^2$$


Рис. 9. Дифференциальное сечение $d\sigma/d|t'|$ для реакции $\pi^+p \rightarrow N^*\omega$. Прямая линия - результат аппроксимации экспонентой с параметрами $A = 3,9 \pm 0,4$ мбн/ $(\text{ГэВ}/c)^2$, $b = 2,84 \pm 0,34$ $(\text{ГэВ}/c)^{-2}$, кривая - результат расчета по модели ОРЕА.