

201-70

Б-705

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

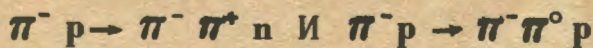
1 - 4839



Т.Д. Блохинцева, А.В. Кравцов, В.И. Медведев,  
В.И. Поромов, Г.Л. Соколов, С.Г. Шерман

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ



ПРИ ЭНЕРГИИ 339 МЭВ

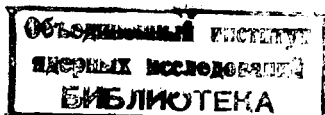
1969

1 - 4839

8150/2 чр  
Т.Д. Блохинцева, А.В. Кравцов, В.И. Медведев,  
В.И. Поромов, Г.Л. Соколов, С.Г. Шерман

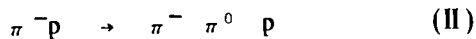
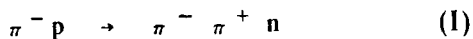
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ  
 $\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^+ n$  и  $\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^0 p$   
ПРИ ЭНЕРГИИ 339 МЭВ

Направлено в ЯФ



Настоящий эксперимент проводился с помощью 25-сантиметровой водородной камеры ЛЯП ОИЯИ<sup>/1/</sup>, помещенной в магнитное поле 12, 12 кэ. Пучок  $\pi^-$ -мезонов от внутренней мишени синхроциклотрона ОИЯИ анализировался рассеянным полем ускорителя, а также дополнительным отклоняющим магнитом с углом отклонения  $10^\circ$ . Среднее число частиц, вводимых в камеру за цикл расширения, составляло 10-12. Подробности опыта описаны в работе<sup>/2/</sup>. Энергия первичного пучка  $\pi^-$ -мезонов, определенная путем измерения радиусов кривизны пучковых треков и усредненная по всем сеансам работы, равнялась  $339 \pm 12$  Мэв.

Регистрировались следующие процессы:



Всего было просмотрено  $\approx 400$  тысяч стереофотографий.

## Процедура измерения и критерии отбора

Полученные фотографии дважды просматривались на просмотрных проекторах, при этом эффективность обнаружения двухлучевых звезд составляла  $\approx 99\%$ .

Геометрическое восстановление и измерение найденных событий производилось с помощью стереопроектора. Для повышения точности измерений отбирались только те события, которые удовлетворяли следующим геометрическим критериям:

- 1) угол между первичным треком и медианной плоскостью камеры не превышает  $4^\circ$ ;
- 2) расстояние от точки взаимодействия до границ видимого объема камеры больше 4 см;
- 3) угол между плоскостью рассеяния отрицательной частицы и медианной плоскостью камеры не превышает  $70^\circ$ ;
- 4) длина протонного трека больше 0,5 см.

После этого из всей совокупности отобранных событий выделялись неупругие события. Критерии разделения упругих и неупругих событий формулировались различным образом для трех интервалов значений угла рассеяния положительной частицы  $\theta_2$  /3/.

Для интервала  $10^\circ < \theta_2 < 70^\circ$  в качестве меры отклонения от упругой кинематики принималась величина

$$\rho_1^2 = \left( \frac{\Delta\phi}{\sigma(\Delta\phi)} \right)^2 + \left( \frac{\Delta\theta}{\sigma(\Delta\theta)} \right)^2,$$

где  $\Delta\phi$  - отклонение от компланарности события,  $\Delta\theta$  - отклонение от упругой корреляции углов рассеяния положительной и отрицательной частиц.

В интервале  $\theta_2 \leq 10^\circ$  в связи с большой погрешностью измерения азимутального угла за меру отклонения от упругой кинематики принималась величина

$$\rho_2^2 = \left( \frac{\Delta E}{\sigma(\Delta E)} \right)^2 + \left( \frac{\Delta \theta}{\sigma(\Delta \theta)} \right)^2,$$

где

$$E = E_+ + E_- - E_0,$$

$E_0$  - начальная энергия,  $E_+$ ,  $E_-$  - энергия вторичных частиц.

В интервале  $\theta_2 \geq 70^\circ$  отклонение от упругой кинематики характеризовалось величиной

$$\rho_3^2 = \left( \frac{\Delta \theta_\rho}{\sigma(\Delta \theta_\rho)} \right)^2 + \left( \frac{\Delta \theta}{\sigma(\Delta \theta)} \right)^2,$$

где  $\Delta \theta_\rho$  - отклонение от упругой корреляции угла рассеяния и пробега положительной частицы.

Величины  $\sigma(\Delta \phi)$ ,  $\sigma(\Delta \theta)$ ,  $\sigma(\Delta E)$  и  $\sigma(\Delta \theta_\rho)$  - дисперсии распределений событий по соответствующим величинам, определенные экспериментально. Событие считалось неупругим, если величины  $\rho_1^2$ ,  $\rho_2^2$  и  $\rho_3^2$  превышали значения 16,5; 15 и 16,5 соответственно. При этом примесь упругих событий в неупругие не превышала 0,2%.

#### Обсчёт событий и идентификация

Отобранные неупругие события были дважды измерены на стереопроекторе. Результаты измерений обсчитывались на ЭВМ "Минск-22" по программе TREPANG<sup>/4/</sup>, которая устраняла систематические ошибки, связанные с усадкой пленки, преломлением в водороде, конической репроекцией при измерении радиусов<sup>x/</sup> и торможением частиц.

<sup>x/</sup> Импульс частицы определялся по радиусу кривизны одной из косогольных проекций трека на горизонтальную плоскость. Радиус измерялся путем совмещения проекции трека с дугой окружности, нанесенной на плексиглаговую пластинку.

Дальнейший подсчет события проводился по фит-программе (1 - С фит), которая использовала алгоритм, описанный в работе <sup>/5/</sup>.

Каждое событие обсчитывалось в 3-х гипотезах, соответствующих реакциям I, II и III.

Для данного события гипотезы II и III отвергались, если одновременно выполнялись следующие неравенства:

$$\chi^2_I < 7; \quad \chi^2_{II} > 7; \quad \chi^2_{III} > 7.$$

Если же наряду с  $\chi^2_I < 7$  оказывалось, что хотя бы одно из  $\chi^2_{II}$  или  $\chi^2_{III}$  меньше 7, то привлекалась дополнительная информация о событии. Проводилась визуальная оценка ионизации положительного трека. Наличие отчетливых разрывов на треке однозначно исключает реакции II и III, т.к. при данной энергии все протоны имеют сплошные треки. В некоторых случаях применялась идентификация по пробегу. Для этого определялся пробег протона, имеющего импульс на 3 стандартных ошибки больше измеренного импульса положительной частицы. Если вычисленный таким образом пробег оказывался меньше, чем длина положительного трека, то реакции II и III исключались.

Для разделения реакции I и V использовался тот факт, что 99,8% пар Далица имеют инвариантную массу  $\omega_{e^+e^-}$  меньше  $100 \text{ Мэв}/c^{2/6/}$ . Если оказывалось, что  $\omega_{e^+e^-}$  превышает  $130 \text{ Мэв}/c^2$  ( $30 \text{ Мэв}/c^2$  соответствует приблизительно 3 ошибкам в этой величине), то событие считалось принадлежащим реакции 1. Если же  $\omega_{e^+e^-}$  оказывалось меньше  $130 \text{ Мэв}/c^2$ , проводились ионизационные измерения, и электронные события отделялись в соответствии с результатами работы <sup>/7/</sup>.

На рис. 1 приведено распределение по  $\chi^2_I$  для событий, принадлежащих реакции 1. Гистограмма хорошо описывается  $\chi^2$ -распределением с 1 степенью свободы.

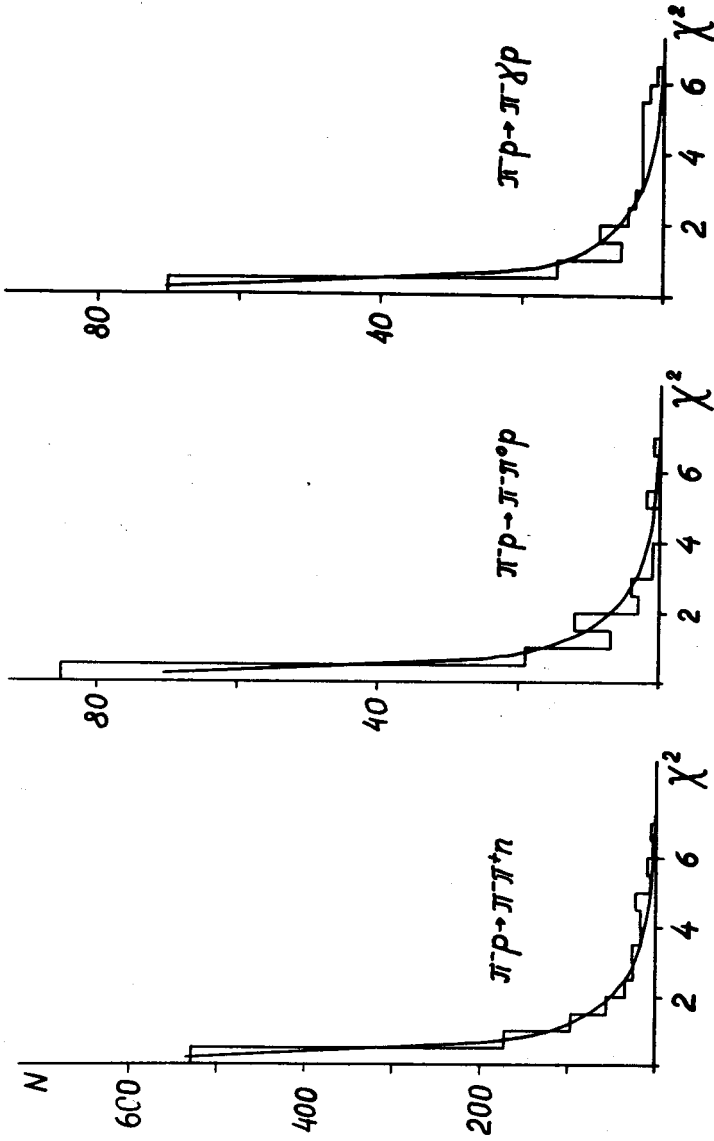


Рис. 1. Распределения по  $\chi^2$  для событий, принадлежащих реакциям  $\pi^+p \rightarrow \pi^+\pi^+n$ ,  $\pi^+p \rightarrow \pi^+\pi^0p$ ,  $\pi^+p \rightarrow \pi^+\pi^-p$ ; сплошная кривая  $\chi^2$  - распределение с 1 степенью свободы.

Для событий, принадлежавших реакциям II и III было построено распределение по квадрату недостающей массы (рис. 2). События в гистограмме группируются вокруг двух значений  $M^2$ , равных 0 и  $135^2$ . В качестве критерия разделения событий реакций II и III была выбрана величина  $M_0^2 = 9000 \text{ Мэв}^2/\text{с}^4$ , соответствующая минимуму между двумя пиками. События с  $M_0^2 < 9000 \text{ Мэв}^2/\text{с}^4$  были отнесены к реакции III, а события с  $M_0^2 > 9000 \text{ Мэв}^2/\text{с}^4$  - к реакции II.

Для оценки примесей реакции III в II и II в III, а также для проверки правильности используемых в фит-программе ошибок измерений, проводилось моделирование событий реакций II и III. Для этого сначала моделировалось "точное" событие с помощью 5 независимых случайных чисел, которые определяли следующие кинематические параметры:

- 1) импульс пучковой частицы;
- 2) импульс нейтральной частицы в с.ц.и.;
- 3) угол рассеяния нейтральной частицы в с.ц.и.;
- 4) угол вылета протона в системе покоя пары заряженных частиц по отношению к направлению движения этой пары;

5) азимутальный угол протона в системе покоя этой пары. При этом имелась возможность задавать распределения 5 указанных независимых величин произвольным образом (практически для них задавались экспериментальные распределения). Для полученного таким образом "точного" события вычислялись измеряемые величины в лабораторной системе, и в них вносились нормально распределенные случайные добавки, соответствующие средним экспериментальным ошибкам в измеряемых величинах. Моделированное таким образом "экспериментальное" событие обсчитывалось по фит-программе.

Для реакции III задавались следующие экспериментальные ошибки:  $\frac{\Delta p_+}{p_+} = 0,090$ ;  $\frac{\Delta p_-}{p_-} = 0,075$ ; ошибки в углах =  $1^\circ$ . Эти



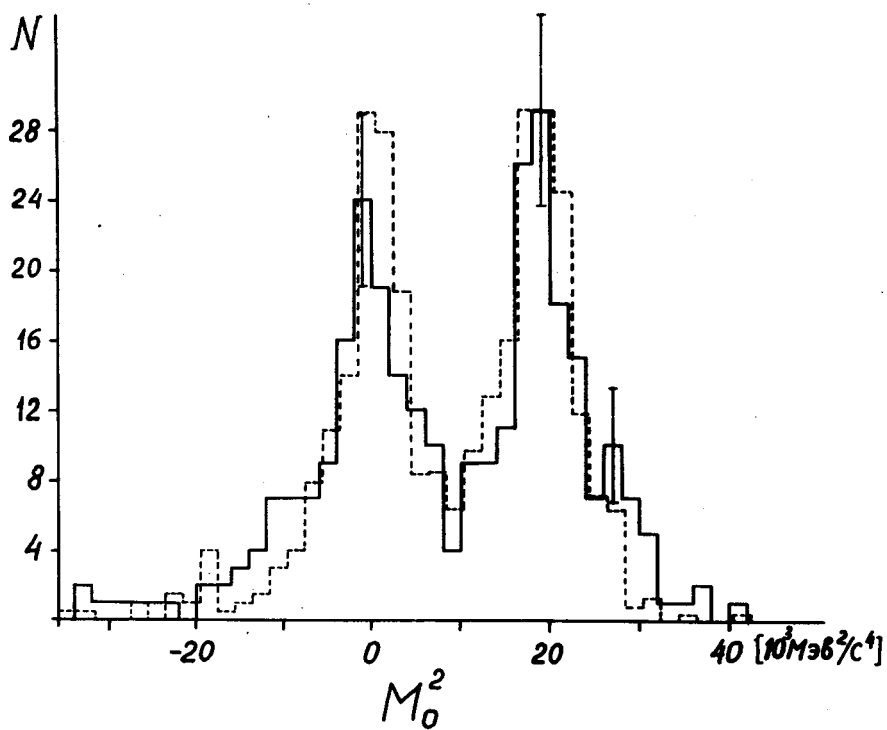


Рис. 2. Распределение по квадрату недостающей массы для событий типа  $\pi^-p \rightarrow \pi^- \pi^0 p$  и  $\pi^-p \rightarrow \pi^- u r$ . Пунктирная гистограмма - модельное распределение, нормированное на экспериментальное количество событий.

величины были получены усреднением ошибок, выданных программой геометрического восстановления.

Было разыграно 300 событий. Модельное распределение по  $M_0^2$ , полученное при розыгрыше реакции III, совпало с левым пиком экспериментального распределения (рис. 2). Модельные распределения по  $\chi^2_{III}(\gamma)$  (т.е. в верной гипотезе) и  $\chi^2_{II}(\gamma)$  (т.е. в неверной гипотезе) также хорошо совпали с соответствующими экспериментальными распределениями.

Для розыгрыша реакции II вначале задавались средние экспериментальные ошибки, равные  $\overline{\Delta p_+ / p_+} = 0,091$ ;  $\overline{\Delta p_- / p_-} = 0,086$ ; ошибки в углах =  $1^\circ$ . При розыгрыше с такими ошибками модельное распределение по  $M_0^2$  оказалось значительно шире, чем правый пик экспериментального распределения, из чего следовало, что ошибки в реакции II, по-видимому, завышены. На это же обстоятельство указывает также и тот факт, что экспериментальное распределение по  $\chi^2_{II}(\pi^0)$  (в верной гипотезе) уже, чем ожидаемое  $\chi^2$  распределение с II степенью свободы (рис. 1). Завышение ошибок в реакции II можно, по-видимому, объяснить неточным учётом многократного рассеяния при вычислении ошибок импульсов в геометрической программе. В реакции II этот дефект должен сказываться сильнее, т.к. средний импульс частиц в этой реакции меньше, чем в реакции III :

$$\begin{array}{ll} \text{в реакции II} & \overline{p_+} = 360 \text{ Мэв/с}, & \overline{p_-} = 140 \text{ Мэв/с}, \\ \text{в реакции III} & \overline{p_+} = 430 \text{ Мэв/с}, & \overline{p_-} = 240 \text{ Мэв/с}. \end{array}$$

С учётом этого обстоятельства розыгрыш реакции II был проделан заново. При этом в фит-программе по-прежнему использовались экспериментальные ошибки, а в розыгрыше модельной звезды - вдвое меньшие. Было разыграно 360 событий. Полученное в результате модельное распределение по  $M_0^2$  удовлетворительно совпало с правым пи-

ком экспериментального распределения (рис. 2). Модельные распределения по  $\chi^2_{II}(\pi^0)$  (верная гипотеза) и  $\chi^2_{III}(\pi^0)$  (неверная гипотеза) хорошо совпали с экспериментальными.

Оценка примеси по критерию  $\chi^2$  существенно превышает оценку примеси по распределению  $M_0^2$ , что, по-видимому, есть следствие завышенных ошибок. Поскольку экспериментальные ошибки известны неточно, а модельные распределения по  $M_0^2$  хорошо совпадают с экспериментальными, оценки примеси, сделанные по модельным распределениям  $M_0^2$ , рассматривались как окончательные и учитывались при вычислении ошибок в сечениях. Величины примесей реакции II в III и III в II оказались равными 10 и 9 соответственно.

#### Оценка разрешающей способности

Разрешающая способность по основным физическим характеристикам реакции I определялась с помощью матрицы ошибок варьируемых параметров  $H^{-1}$ , вычислявшейся в фит-программе.

Полученные оценки разрешающей способности для инвариантных масс пар частиц и угловых распределений в с.п.и. приведены в таблице 1.

Таблица 1

Величина	Разрешающая способность для реакции I
$\omega_{\pi^-}$	8,4 Мэв/с <sup>2</sup>
$\omega_{\pi^+}$	8,1 Мэв/с <sup>2</sup>
$\omega_{\pi^- \pi^+}$	6,5 Мэв/с <sup>2</sup>
$\cos \theta_{\pi^-}$	0,032
$\cos \theta_{\pi^+}$	0,030
$\cos \theta_n$	0,080

## Результаты

Сечения реакций I—III определялись по отношению числа зарегистрированных событий данной реакции к количеству упругих событий. Учёт небольшой примеси низкоэнергетических частиц в пучке и падения эффективности регистрации при больших азимутальных углах проводился описанным ранее способом<sup>/8/</sup>.

Поправка к сечениям реакций II и III, обусловленная отбрасыванием событий с пробегом протона, меньшим 0,5 см, была оценена по статистическому распределению для импульсов протона в этих реакциях и оказалась равной 1,4% для реакции II и 2,9% — для реакции III.

В таблице II приведено количество отобранных и идентифицированных событий для реакций I—III, а также вычисленные полные сечения.

Таблица II  
Полные сечения

Реакция	Количество событий	Сечение
$\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^+ n$	1200	$1,39 \pm 0,05$
$\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^0 p$	152	$0,17 \pm 0,01$
$\pi^- p \rightarrow \pi^- \gamma p$	155	$0,17 \pm 0,01$

На рис. 3,5 представлены экспериментальные угловые распределения частиц в с.ц.и., а на рис. 4,6 — распределения по инвариантным массам пар частиц для реакций I и II<sup>x/</sup>.

<sup>x/</sup> Результаты обработки реакции III обсуждались в работе<sup>/9/</sup>.

Все угловые распределения хорошо описываются разложением по полиномам Лежандра  $A_0 P_0 + A_1 P_1 + A_2 P_2$ . Коэффициенты  $A_0$ ,  $A_1$  и  $A_2$ , определенные по методу наименьших квадратов для каждого распределения, приведены в таблице III.

Таблица III

Коэффициенты разложения угловых распределений  
в ряд  $\sum_{k=0}^2 A_k P_k (\cos \theta)$

Реакция	Частица	$A_0$ (мб)	$A_1$ (мб)	$A_2$ (мб)
$\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^+ n$	$\pi^-$	$0,689 \pm 0,022$	$-0,292 \pm 0,039$	$0,147 \pm 0,048$
	$\pi^+$	$0,690 \pm 0,022$	$0,186 \pm 0,037$	$-0,049 \pm 0,048$
	n	$0,694 \pm 0,022$	$0,164 \pm 0,038$	$0,010 \pm 0,049$
$\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^0 p$	$\pi^-$	$0,082 \pm 0,007$	$-0,020 \pm 0,013$	$0,009 \pm 0,017$
	$\pi^0$	$0,081 \pm 0,007$	$0 \pm 0,012$	$-0,006 \pm 0,017$
	p	$0,083 \pm 0,007$	$0,011 \pm 0,013$	$0,003 \pm 0,017$

#### Анализ результатов

В ряде работ<sup>/10/</sup> подчеркивалась значительная роль образования изобары  $\Delta (3/2 \ 3/2)$  в процессах  $\pi N \rightarrow \pi \pi N$ .

В 1963 г. Олссоном и Иодхом<sup>/11/</sup> была предложена усовершенствованная изобарная модель для описания реакции  $\pi N \rightarrow \pi \pi N$ . Согласно модели Олссона-Иодха, реакция описывается диаграммой, приведенной на рис. 7. В качестве промежуточного состояния авторы модели рассматривали резонанс  $\Delta$  в s-состоянии по отношению к конечному  $\pi$ -мезону и нерезонансную систему  $N^* (1/2 \ 1/2)$  также в s-состоянии. Существенным и принципиальным недостатком модели была ее неспособность объяснить спектр масс  $\pi \pi$ -систем с  $T = 0$ , в котором наблюдается значительный избыток событий при больших  $\omega_{\pi \pi}$ <sup>/12,3/</sup>.

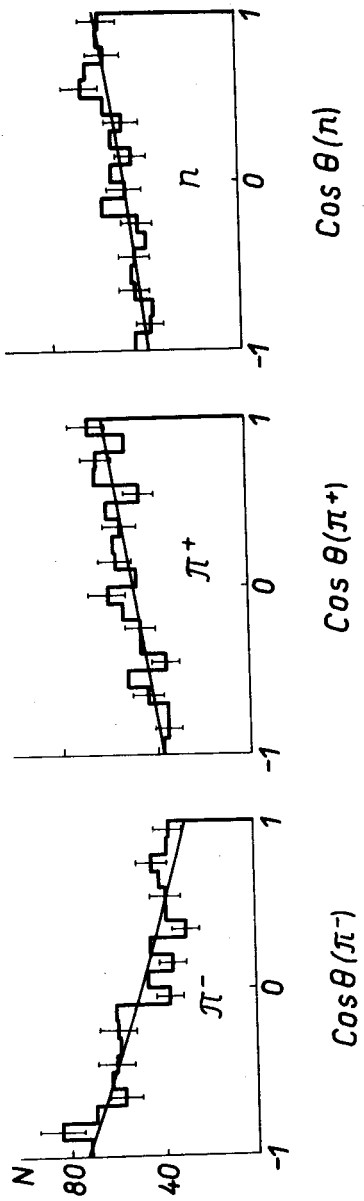


Рис. 3. Угловые распределения в реакции  $\pi^- p \rightarrow \pi^+ \pi^- n$ . Сплошная кривая - расчёт по модели.

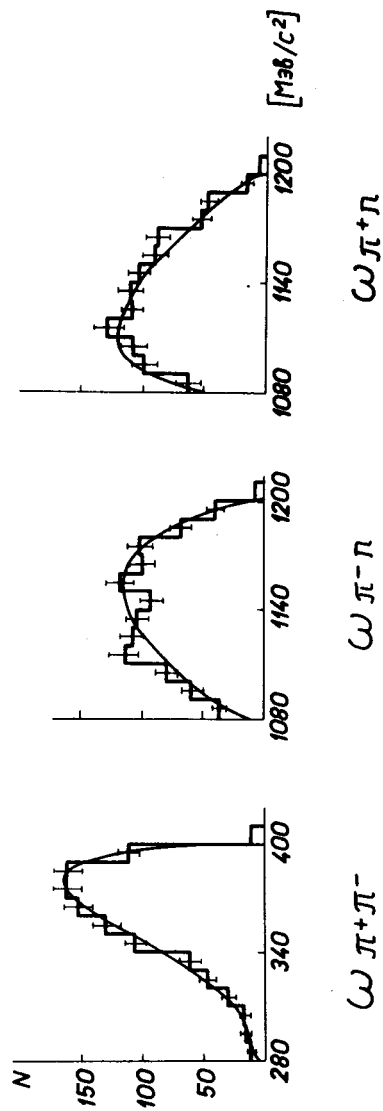


Рис. 4. Распределение по инвариантным массам пар частиц в реакции  $\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^+ \pi^- \pi^0$ . Сплошная кривая - расчёт по модели.

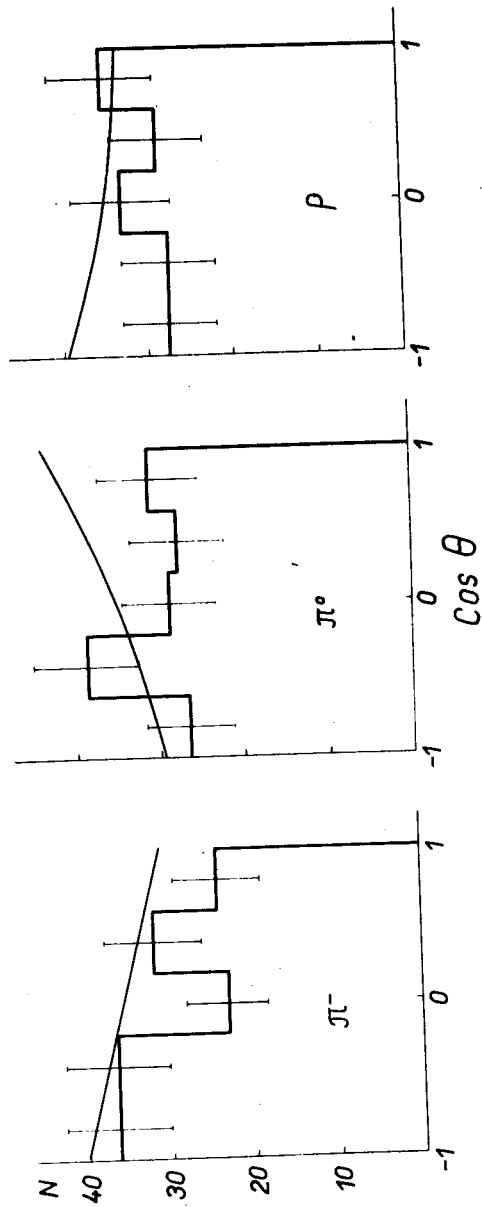


Рис. 5. Угловые распределения в реакции  $\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^0 p$ . Сплошная кривая — расчёт по модели.



В работе Анисовича и др. /13/ было показано, что наблюдаемая аномалия в спектре  $\omega_{\pi\pi}$  в основном может быть объяснена интерференцией между двумя каналами: резонансным с рождением в  $P$ -состоянии и нерезонансным (оба канала имеют начальное состояние  $P_{1/2}^+$ ).

Анализ, проведенный в настоящей работе, использует модель, учитывающую следующие каналы:

- 1)  $s$  - рождение изобары  $\Delta$  из начального состояния  $D_{3/2}^-$ ;
- 2)  $P$  - рождение  $\Delta$  из начального состояния  $P_{1/2}^+$  (начальное состояние  $P_{3/2}^+$  не учитывалось, т.к. согласно фазовому анализу упругого  $\pi N$ -рассеяния поглощение из этого состояния при низких энергиях мало);
- 3) рождение системы  $N^*(1/2 \ 1/2)^-$  в  $s$ -состоянии из начального состояния  $P_{1/2}^+$  (нерезонансный канал).

Амплитуды, соответствующие этим каналам, использовались в той форме, в которой они были описаны в работе Олссона /11/.

Использованная модель содержала следующие 11 параметров:  $a_1$  и  $a_3$  - амплитуды  $s$ -рождения  $\Delta$  в изотопсостояниях  $T = 1/2$  и  $T = 3/2$ ;  $\Phi_1$  - фаза между ними;  $g_1$  и  $g_3$  - амплитуды  $p$ -рождения  $\Delta$  в состояниях  $T = 1/2$  и  $T = 3/2$ ;  $\Phi_2$  - фаза между ними;  $c_1$  и  $c_2$  - амплитуды рождения  $N^*(1/2 \ 1/2)^-$  в состояниях  $T = 1/2$  и  $T = 3/2$ ;  $\Phi_3$  - фаза между ними;  $\Phi_4$  - фаза между каналом с  $p$ -рождением  $\Delta$  и нерезонансным каналом;  $\Phi_5$  - фаза между каналом с  $s$ -рождением  $\Delta$  и нерезонансным каналом.

Параметры модели были определены по методу наименьших квадратов. При этом использовались следующие экспериментальные данные:

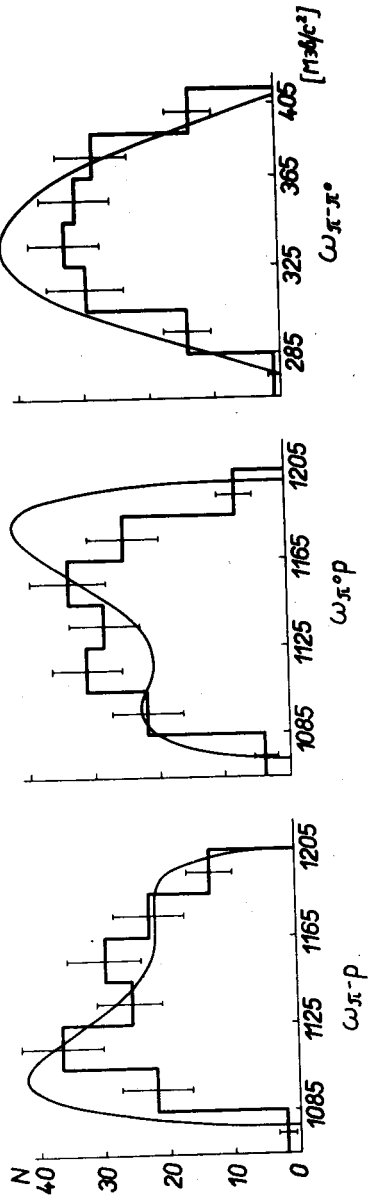


Рис. 6. Распределения по инвариантным массам пар частиц в реакции  $\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^0 p$ . Сплошная кривая - расчёт по модели.

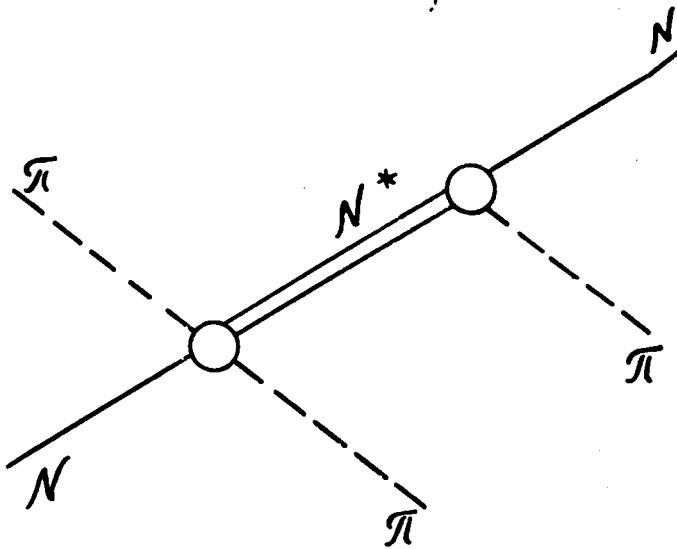
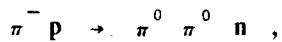
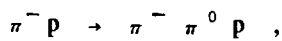
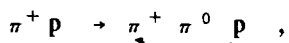
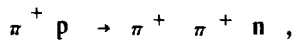


Рис. 7.

1) полные сечения реакций



найденные интерполяцией имеющихся экспериментальных данных при энергиях  $\leq 600$  Мэв. Результаты интерполяции приведены в работе /14/;

2) спектры инвариантных масс  $\omega_{\pi^+\pi^-}$ ,  $\omega_{\pi^-\pi^0}$ ,  $\omega_{\pi^+\pi^0}$ ;

3) коэффициенты разложения угловых распределений реакции  $\pi^-p \rightarrow \pi^-\pi^+p$  в ряд по полиномам Лежандра.

Число степеней свободы равнялось  $NDF = 38$ . Использовалась программа минимизации квадратичного функционала методом линеаризации /15/. Начальные значения фаз  $\Phi_1 + \Phi_5$  задавались генератором случайных чисел. В результате минимизации из  $\approx 20$  случайных наборов были получены 2 решения, имеющие  $\chi^2_I = 52,7$  и  $\chi^2_{II} = 55,2$ .

Оба решения приведены в таблице IV.

Таблица IV

Параметры модели

(амплитуды  $a, g, c$  приведены в ферми, фазы  $\Phi$  — в градусах)

Параметр	Решение I	Решение II
$a_1$	$0,007 \pm 0,011$	$0,009 \pm 0,018$
$a_3$	$0,020 \pm 0,014$	$0,017 \pm 0,022$
$g_1$	$0,128 \pm 0,009$	$0,131 \pm 0,008$
$g_3$	$0,04 \pm 0,07$	$0,05 \pm 0,08$
$c_1$	$2,48 \pm 0,12$	$2,40 \pm 0,13$
$c_3$	$0,23 \pm 0,10$	$0,22 \pm 0,10$
$\Phi_1$	$-6 \pm 720$	$-3 \pm 640$
$\Phi_2$	$-87 \pm 33$	$82 \pm 22$
$\Phi_3$	$207 \pm 67$	$202 \pm 56$
$\Phi_4$	$151 \pm 73$	$293 \pm 57$
$\Phi_5$	$210 \pm 75$	$202 \pm 58$
$\chi^2$	52,7	55,2
NDF	38	38

Оба набора практически одинаково хорошо описывают массовые и угловые распределения в реакции 1 (рис. 3,4).

Ни угловые, ни массовые спектры реакции  $\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^0 p$  при определении параметров не использовались. Спектры этой реакции, вычисленные с помощью наборов I и II, отличаются друг от друга не существенно. Согласие с экспериментом в реакции  $\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^0 p$  значительно хуже, чем в реакции  $\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^+ n$  (рис. 5,6), особенно в распределениях по  $\omega_{\pi^- p}$  и  $\omega_{\pi^0 p}$ .

С помощью полученных параметров были определены парциальные сечения реакции  $\pi N \rightarrow \pi \pi N$ , оказавшиеся равными:

$$\begin{aligned} \sigma(P_{11}) &= 3,48 \pm 0,25 \text{ мб}; & \sigma(D_{13}) &= 0,01 \pm 0,08 \text{ мб}; \\ \sigma(P_{31}) &= 0,1 \pm 0,2 \text{ мб}; & \sigma(D_{33}) &= 0,2 \pm 0,2 \text{ мб}. \end{aligned}$$

Вычисленные парциальные сечения не противоречат результатам фазового анализа упругого  $\pi N$ -рассеяния, приведенным в работах <sup>/16/</sup>, однако величина  $\sigma(P_{11})$ , полученная в настоящей работе, существенно больше значения, приведенного в работе Барейра и др. <sup>/17/</sup>.

В таблице V приведены сечения различных реакций в каждом канале

Таблица V

Сечения каналов модели для различных реакций (мб)

Реакция	каналы		
	s-рождение $\Delta$	p-рождение $\Delta$	нерезонансный
$\pi^+ p \rightarrow \pi^+ \pi^+ n$	$0,03 \pm 0,04$	$0,01 \pm 0,04$	$0,04 \pm 0,03$
$\pi^+ p \rightarrow \pi^+ \pi^0 p$	$0,1 \pm 0,2$	$0,05 \pm 0,20$	$0,011 \pm 0,009$
$\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^0 p$	$0,01 \pm 0,03$	$0,10 \pm 0,02$	$0,08 \pm 0,02$
$\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^+ n$	$0,05 \pm 0,02$	$0,32 \pm 0,06$	$0,99 \pm 0,06$
$\pi^- p \rightarrow \pi^0 \pi^0 n$	$0,001 \pm 0,009$	$0,18 \pm 0,03$	$0,69 \pm 0,15$

Использованная модель в основном хорошо согласуется с экспериментальными данными. Имеющиеся расхождения с экспериментом (главным образом, в массовых спектрах реакции  $\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^0 p$ ) относятся к реакции с малым сечением, поэтому можно надеяться устранить их с помощью малых поправок к модели.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить Л.Л.Неменова за постановку задачи, постоянное внимание и систематические обсуждения, Г.И.Селиванова, В.А.Жукова, В.Г.Гребинника, Г.Либмана и группу лаборантов - за большую помощь в получении и обработке пленки, а также коллектив ВЦ филиала ЛФТИ - за содействие в обработке результатов.

#### Л и т е р а т у р а

1. Т.Д.Блохинцева, А.Т.Василенко, В.Г.Гребинник, В.А.Жуков, Г.Либман, Л.Л.Неменов, Г.И.Селиванов, Юань Жун-фан. ПТЭ, 5, 51 (1962).
2. Т.Д.Блохинцева, В.Г.Гребинник, В.А.Жуков и др. ЖЭТФ 44, 116 (1963).
3. Т.Д.Блохинцева, В.Г.Гребинник, В.А.Жуков и др. ЯФ 3, 511 (1966).
4. Т.Д.Блохинцева, С.Г.Шерман и др. Препринт ОИЯИ 10-3929, Дубна 1968.
5. З.М.Иванченко, А.Ф.Лукьянцев, В.И.Мороз и др. Препринт ОИЯИ Р-2399, Дубна 1965.
6. N.Samios, R.Plano, A.Prodell et al. Phys.Rev. 126, 1844 (1962).  
E.Fowler, F.Grawford, L.Lloyd et al. Phys.Rev.Lett. 10, 110 (1963).
7. Л.Л.Неменов. Диссертация, ОИЯИ, 1966.
8. Т.Д.Блохинцева, В.Г.Гребинник, В.А.Жуков и др. ЯФ 1, 103 (1965).
9. Т.Д.Блохинцева, А.В.Кравцов, С.Г.Шерман. ЯФ 8, 928 (1968).
10. В.А.Жуков, Л.Л.Неменов, Юань Жун-фан. ЯФ 4, 148 (1966).  
А.П.Комар, М.М.Макаров, В.А.Шегельский. Препринт ФТИ-060, Ленинград (1967).

11. M.Olsson, University of Maryland Technical Report, No 379(1964).  
G.Yodh, M.Olsson. Phys.Rev., 145, 1309 (1966).
12. J.Kirz, J.Schwartz, R.Tripp. Phys.Rev., 130, 2481 (1963).
13. В.В.Анисович, Е.М.Левин, А.К.Лихоед, Ю.Г.Строганов, ЯФ 8, 563  
(1968).
14. А.В.Кравцов. Препринт ФТИ-208, Ленинград (1969).
15. С.Н.Соколов, И.Н.Силин. Препринт ОИЯИ Д-810, Дубна 1961 .
16. A.Donnachie, R.Kirsopp, C.Lovelace. Phys.Lett. 268, 161 (1968).
- В.А.Шегельский. Препринт ФТИ-185, Ленинград (1969).
17. P.Bareyre, C.Brichman, C.Villet. Phys.Rev. 165, 1730 (1968).

Рукопись поступила в издательский отдел  
8 декабря 1969 года.