

6339

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАЛА

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P1 - 6339



Л.Н.Глonti , Ю.М.Казаринов,  
В.С.Киселев, И.Н.Силин

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

МАТРИЦА УПРУГОГО НУКЛОН-НУКЛОННОГО  
РАССЕЯНИЯ ПРИ ЭНЕРГИИ 630 МЭВ

1. Фазовый анализ pp-рассеяния

1972

P1 - 6339

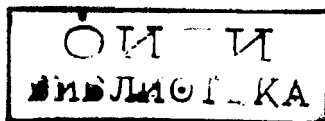
Л.Н.Глonti\*, Ю.М.Казаринов,  
В.С.Киселев, И.Н.Силин

МАТРИЦА УПРУГОГО НУКЛОН-НУКЛОННОГО  
РАССЕЯНИЯ ПРИ ЭНЕРГИИ 630 МЭВ

1. Фазовый анализ pp-рассеяния

---

\* Тбилисский государственный университет



В настоящее время основным путем получения информации о матрице нуклон-нуклонного рассеяния в области энергии до 1 Гэв является, как известно, фазовый анализ. В интервале энергий 50-400 Мэв такой анализ позволил восстановить матрицу рассеяния однозначно. Выше этих энергий, вблизи 630 Мэв, где имеется довольно большой объем экспериментальных данных, положение сложнее. Однозначный результат фазового анализа  $NN$ -данных вблизи этой энергии был получен пока только при определенных предположениях относительно характера процессов мезообразования и интервала орбитальных моментов, где справедливо одномезонное приближение ( $l \geq 6$ )/1/.

Фазовый анализ  $pp$ -данных вблизи энергии 630 Мэв проводился ранее неоднократно/2-15/, но, если судить по последним работам/13,15/, однозначное решение задачи до сих пор не получено.

В связи с появившейся в последнее время обширной экспериментальной информацией и развитием вычислительной техники возникла реальная возможность провести фазовый анализ  $pp$ -данных в более общих предположениях, чем это делалось ранее и, таким образом, проверить эти предположения. Ниже излагаются результаты анализа.

### 1. Экспериментальные данные

В приложении 1 приведены результаты экспериментов по изучению упругого  $pp$ -рассеяния, полные сечения взаимодействия и полные сечения неупругих процессов в  $pp$ -столкновениях вблизи энергий 630 Мэв/16-47/.

Необходимо отметить, что данные по дифференциальным сечениям и поляризации, появившиеся в последние годы/19,20,28,34/, имеют более высокую точность и, в основном, подтверждают ранние измерения. Новые результаты по деполяризации/36,38/ недостаточно хорошо согласуются между собой и с прежними измерениями. Эксперименты по тройному рассеянию (измерение  $D_{pp}$ ,  $R_{pp}$ ,  $R'_{pp}$  /36,40/) при энергиях 600 и 670 Мэв указывают на то, что при полученных точностях проследить энергетическую зависимость этих параметров внутри указанного интервала невозможно.

По-прежнему мало данных по корреляционным параметрам  $C_{nn}^{pp}$  и  $C_{kp}^{pp}$  при энергиях, близких к 630 Мэв, и эти данные имеют относительно невысокую точность. Недавно двумя разными группами была измерена корреляция поляризаций  $C_{nn}^{pp}$  при энергиях 575 и 680 Мэв/27,46/. Между результатами этих групп наблюдается систематическое расхождение при углах рассеяния, близких к  $90^\circ$ , вызванное, по-видимому, энергетической зависимостью этого параметра.

На первом этапе фазового анализа – при поиске решений со случайных начальных значений – были использованы данные по дифференциальным сечениям, поляризации и параметрам тройного рассеяния, полученные в интервале энергий 590–670 Мэв/18–43/, коэффициенты корреляции поляризаций, измеренные в интервале энергии 575–680 Мэв/27,44–47/. Полные сечения  $pp$ -взаимодействия и полные сечения неупругих процессов были взяты в интервале 615–640 Мэв, т.к. вне этого интервала указанные величины заметно зависят от энергии/16/. Такой отбор данных позволил на первом этапе использовать для проведения фазового анализа максимальное число экспериментальных точек, не принимая во внимание энергетической зависимости величин, измеренных экспериментально.

После того как поиск решений со случайных начальных значений был закончен, стало ясно, что данные, полученные в разных экспериментах, по-видимому, недостаточно хорошо согласуются друг с другом. Это заключение было сделано на основании того, что даже лучшее из найденных решений не давало статистически удовлетворительного описания экспериментальных данных ( $\chi^2/\bar{\chi}^2 = 1,45$  при  $\bar{\chi}^2 = 299$ ). Столь высокое зна-

чение  $\chi^2$  можно объяснить либо наличием в экспериментальных данных неучтенных систематических ошибок, либо энергетической зависимостью использованных данных внутри выбранного интервала энергий. Для устранения этих факторов величины дифференциальных сечений и поляризации были перенормированы. При этом дифференциальные сечения нормировались на полное сечение упругого рассеяния, величина которого внутри интервала 590–660 Мэв в пределах ошибок постоянна/16/ и составляет  $25,06 \pm 0,91$  мб.

Нормировочные коэффициенты для разных измерений  $(d\sigma/d\Omega)_{pp}$  и  $P_{pp}$  приведены в таблице 1. Как видно из таблицы, эти коэффициенты отклоняются от единицы в ту и другую сторону не более чем на одну-две ошибки. Отклонения носят случайный характер. Это указывает на отсутствие заметной (в пределах ошибок) энергетической зависимости дифференциальных сечений и поляризации в исследуемой области энергий. Необходимо отметить, что перенормировка не устранила больших отклонений от средних значений данных по  $(d\sigma/d\Omega)_{pp}$  и  $P_{pp}$ , полученных в работах/25,26,29/, и в дальнейшем эти данные не были использованы.

Довольно сильный разброс результатов разных экспериментов по измерению  $D_{pp}$  и  $R_{pp}$ , по-видимому, вызван наличием систематических погрешностей, устранение которых без повторных измерений невозможно. На последней стадии из обработки были исключены данные по  $C_{nn}^{pp}$ , измеренные при энергиях 575 и 680 Мэв/27,46/, т.к. корректная интерполяция их к энергии 630 Мэв авторам не представлялась возможной.

## 2. Результаты поиска решений

Процедура, использованная при проведении фазового анализа, подробно описана в работах/48–50/. Поиск решений со случайных начальных значений проводился при  $l_{max} = 6$ . Вклад в амплитуду рассеяния от состояний с более высокими орбитальными моментами учитывался в одномезонном приближении. Константа связи  $\pi$ -мезона с нуклоном считалась равной 0,08 и фиксировалась. При поиске предполагалось, что мезообразование идет из начальных состояний  ${}^3P_{0,1,2}$ ,  ${}^1D_2$ ,  ${}^3F_{2,3,4}$ . Соот-

Таблица I.

Обработанные экспериментальные данные.

Эксп. величина	E, Мэв	число точек <sup>x)</sup>	норма <sup>xx)</sup>		вклад в $\chi^2$ наборов		источник
					A	B	
$\sigma_{tot}^{pp}$	615-640	4			5,9	6,0	/16/
$\sigma_{ln}^{pp}$	610-640	5			6,6	6,3	/16/
$(d\sigma/d\Omega)_{pp}$	590	3	0,960	0,042	1,2	0,7	/18/
	590	10	1,074	0,050	16,4	21,8	/19/
	590	12	1,093	0,048	12,6	18,0	/19/
	625	12	0,982	0,044	8,4	6,2	/20/
	650	36(5)	0,986	0,043	24,6	26,9	/21/
	657	1	0,940	0,050	0,1	0,1	/22/
	660	5	1,024	0,057	3,3	1,3	/23/
	660	7	0,964	0,038	16,7	16,3	/24/
	660	6(6)	0,965	0,050			/25/
	660	7(7)	0,978	0,039			/26/
$R_{pp}$	590	11	0,937	0,032	3,2	3,3	/19/
	590	13	1,098	0,027	8,7	8,6	/19/
	596	16	0,977	0,038	11,1	11,4	/27/
	600	8	1,043	0,018	4,9	4,8	/28/
	609	26(26)	0,971	0,013			/29/
	614	8	1,173	0,084	4,4	4,5	/30/
	635	14	0,978	0,027	9,9	8,9	/31/
	635	6	0,893	0,044	8,2	8,0	/33/
	635	8(1)	1,040	0,028	8,0	9,3	/32/
	635	25	1,022	0,010	8,6	9,1	/34/
$D_{pp}$	600	1(1)					/35/
	600	4(1)			6,4	7,1/	/36/
	635	5			10,3	13,6	/37/
	635	1(1)					/33/
	635	8(1)			11,4	14,3	/38/
	660	2			3,6	3,6	/39/
$R_{pp}$	670	5			9,4	7,0	/36/
	600	3			0,9	5,8	/40/
	605	3			6,7	4,3	/41/
	635	5			8,3	2,7	/42/
$A_{pp}$	670	4			5,6	7,5	/40/
	608	5			3,4	0,6	/43/
$R_{pp}$	600	3			0,6	12,4	/40/
	670	4			5,3	11,3	/40/
$C_{np}^{pp}$	605-640	4			7,3	15,9	/44,45/
$C_{kp}^{pp}$	605-660	2			3,0	1,2	/44,47/

x) В скобках указано количество точек, исключенных из фазового анализа ( $\chi^2 > 9$ ).

xx) Для получения перенормированных значений параметров величины из приложения I<sup>/18-34/</sup> следует разделить на соответствующие нормы.

ветствующие фазовые сдвиги считались комплексными, и мнимые части их также находились со случайных начальных значений.

Всего было сделано около двухсот попыток поиска решений. Решения с положительными значениями фазового сдвига  $^1S_0$  отбрасывались, т.к. положительные значения в этом случае противоречат предположению о наличии сил отталкивания при малых расстояниях между нуклонами.

В результате поиска в интервале  $\bar{\chi}^2 \leq \chi^2 \leq 2\bar{\chi}^2$  было найдено три решения со значениями  $\chi^2$ , равными 246,6; 255,5 и 278,0 при  $\bar{\chi}^2 = 239$ . Из этих решений первые два заметно различались только по фазовым сдвигам  $^3P_0$  и  $^3P_1$ . Исследование профиля оврага, соединяющего эти решения по фазе  $^3P_0$ , показало, что высота барьера, разделяющего эти решения, в действительности заметно меньше единицы ( $\Delta\chi^2 = 0,3$ ), и, следовательно, второе решение может быть отброшено<sup>x/</sup>.

Таким образом, существует всего два решения с  $\chi^2 / \bar{\chi}^2 = 1,03$  и 1,16, соответственно (см. табл. 2), которые удовлетворительно описывают  $pp$ -данные при средней энергии 630 Мэв. Перенормировка экспериментальных данных в пределах ошибок не меняет средних значений фазовых сдвигов найденных решений, но позволяет заметно понизить значение  $\chi^2$  (примерно на 80 единиц) для каждого набора. Уровень достоверности по  $\chi^2$ -критерию составляет для наборов **A** и **B** соответственно 0,34 и 0,045. Таким образом, опираясь на  $\chi^2$ -критерий, отбросить набор **B** невозможно. Если использовать более жесткий критерий -  $\tau$  /52/, то набор **B** отбрасывается с вероятностью ошибки первого рода, не более 0,3%.

Для проверки устойчивости полученных решений при изменении числа параметров оба набора были уточнены при  $l_{max} = 5$ . При этом характер решений не изменился, и качество описания экспериментальных данных практически не ухудшилось (см. табл. 2). Последнее означает, что одно-мезонное приближение удовлетворительно описывает  $pp$ -взаимодействие при энергии 630 Мэв, начиная с орбитальных моментов  $l = 6$ .

Набор **A** с минимальной величиной  $\chi^2$  по средним значениям фазовых сдвигов отличается от наборов, полученных ранее в работах по

<sup>x/</sup> Этот метод отбора решений использован ранее в работе /50/.

Таблица 2.

Фазовые сдвиги  $pp$ -рассеяния при энергии 630 Мэв.

фазовые сдвиги	набор А				набор В			
	$l_{max}=6$		$l_{max}=5$		$l_{max}=6$		$l_{max}=5$	
	$\delta^\circ \pm \Delta\delta^\circ$	$\delta^\circ \pm \Delta\delta^\circ$	$\delta^\circ \pm \Delta\delta^\circ$	$\delta^\circ \pm \Delta\delta^\circ$	$\delta^\circ \pm \Delta\delta^\circ$	$\delta^\circ \pm \Delta\delta^\circ$	$\delta^\circ \pm \Delta\delta^\circ$	$\delta^\circ \pm \Delta\delta^\circ$
	действительные части							
$^1S_0$	-40,1	7,6	-30,9	8,5	-33,6	2,8	-33,2	2,6
$^3P_0$	-54,9	9,8	-56,0	6,1	-20,6	2,1	-20,6	1,7
$^3P_1$	-37,3	2,6	-36,5	3,3	-36,1	1,6	-36,0	1,6
$^3P_2$	22,0	1,6	18,3	2,1	28,6	2,0	28,6	1,9
$^1D_2$	-2,0	1,7	4,5	3,9	9,2	3,0	9,6	2,8
$E_2$	-2,5	2,7	-3,7	4,8	5,5	1,6	5,5	1,6
$^3F_2$	-6,3	2,1	-10,1	2,6	-3,0	1,1	-2,8	1,0
$^3F_3$	3,9	1,4	2,5	3,6	0,7	0,6	0,8	0,6
$^3F_4$	2,4	0,7	0,8	0,7	3,0	0,8	3,2	0,7
$^1G_4$	-0,9	1,0	5,0	1,6	5,8	0,8	6,2	0,6
$E_4$	-2,8	1,0	-3,1	1,6	0,9	0,6	0,9	0,6
$^3H_4$	1,8	0,6	0,8	1,0	-2,8	0,6	-2,7	0,6
$^3H_5$	-1,3	0,6	-2,6	1,0	-3,3	0,7	-3,3	0,7
$^3H_6$	2,4	0,3	1,8	0,3	-1,9	0,5	-1,9	0,4
$^1I_6$	-1,9	0,6		ОРЕ	0,2	0,5		ОРЕ
	миниме				части			
$^3P_0$	8,6	5,7	0,3	4,3	0(фикс.)		0(фикс.)	
$^3P_1$	2,2	3,4	0,3	7,8	0(фикс.)		0(фикс.)	
$^3P_2$	2,9	2,6	4,3	4,7	7,6	1,9	7,7	1,1
$^1D_2$	2,0	3,1	2,0	3,3	13,0	4,1	12,8	4,0
$^3F_2$	7,7	1,9	5,0	1,4	1,6	0,9	1,8	0,7
$^3F_3$	5,9	2,3	7,3	3,1	0,0	1,2	0,0	1,1
$^3F_4$	-0,8	1,2	1,1	0,8	2,3	0,7	2,2	0,7
$\chi^2$	246,6		252,2		278,0		278,3	
$\chi^2/\bar{\chi}^2$	1,03		1,05		1,16		1,16	
$P(\chi^2)\%$	34,0		29,2		4,5		4,5	

фазовому анализу  $pp$ -данных /9,10,12,13,15/. Этот набор, однако, близок к набору, найденному при совместном анализе  $pp$  и  $pp$ -данных (набор 2 работы/52/) и отброшенному позднее по результатам измерения параметра тройного рассеяния  $A_{pp}$  в работе/1/. Таким образом, необходимо отметить, что применение  $\gamma$ -критерия в несколько разных ситуациях дает противоречивые результаты. Последнее обстоятельство, по-видимому, указывает на наличие в экспериментальных данных каких-то систематических ошибок.

## З а к л ю ч е н и е

Кратко формулируя результаты работы, необходимо отметить следующее:

1. В результате проведенного фазового анализа при  $l_{max}=6$  найдено два решения, удовлетворительно описывающих экспериментальные  $pp$ -данные в интервале энергий 590–650 Мэв ( $\chi^2_A = 246,6$  и  $\chi^2_B = 278,0$  при  $\bar{\chi}^2 = 239$ ).

2. Удовлетворительное описание всей совокупности данных разных экспериментов достигается только при перенормировке дифференциальных сечений и поляризации.

3.  $pp$ -взаимодействие при энергии 630 Мэв в состояниях с орбитальными моментами  $l > 5$  достаточно хорошо описывается однозонным приближением.

4. Для удовлетворительного описания экспериментальных данных достаточно учитывать мезообразование из начальных  $^3P_{0,1,2}$ ,  $^1D_2$  и  $^3F_{2,3,4}$  состояний.

5. Для дальнейшего уточнения фазового анализа  $pp$ -данных при энергии 630 Мэв было бы очень интересно провести измерение коэффициента корреляции поляризации  $C_{nn}^{pp}$  во всем интервале углов рассеяния, деполяризации при  $\theta > 90^\circ$  (с.д.м.), и параметра  $R_{pp}$ . Такие измерения могут существенно повлиять на результаты фазового анализа.

На рисунках 1-4 приведены рассчитанные по фазовым сдвигам наборов **A** и **B** зависимости величин, наблюдаемых на эксперименте, от угла рассеяния, и известные экспериментальные данные [18-47] без перенормировки. Тонкими линиями указаны коридоры ошибок для кривых **A**. Для кривых **B** они примерно такой же ширины.

В заключение авторы выражают благодарность Р.Я. Зулькарнееву и В.И. Сатарову за полезные обсуждения, Р.Я. Абазовой и В.А. Максимовой - за помощь в работе. Авторы глубоко признательны также С.И. Биленькой, М.И. Джгаркава, Н.Н. Мачильской, А.И. Родионову и А.М. Розановой, во многом способствовавшим успешному проведению этой работы.

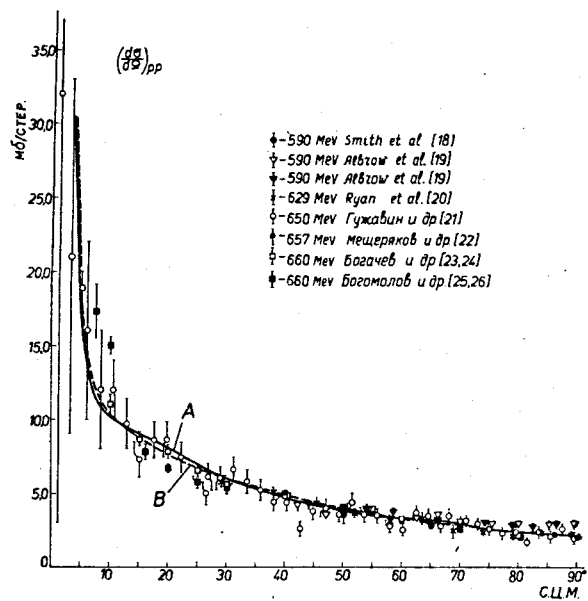
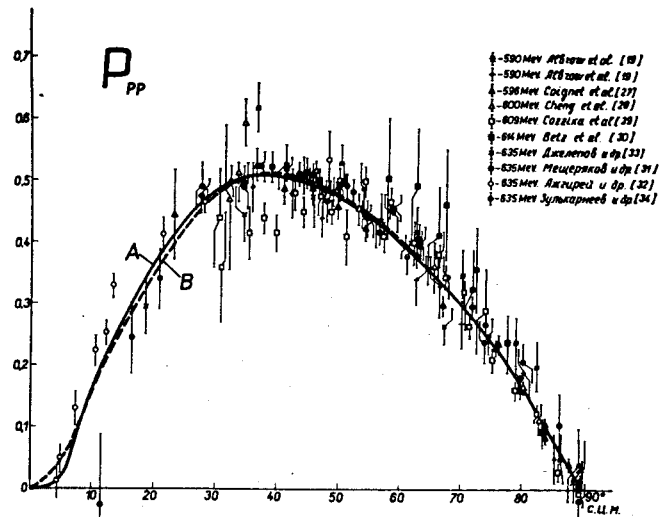
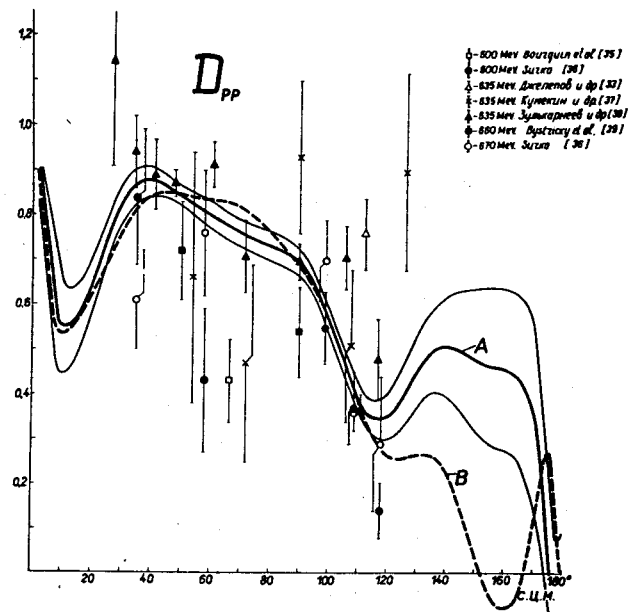


Рис. 1.



а.



б.

Рис. 2 .

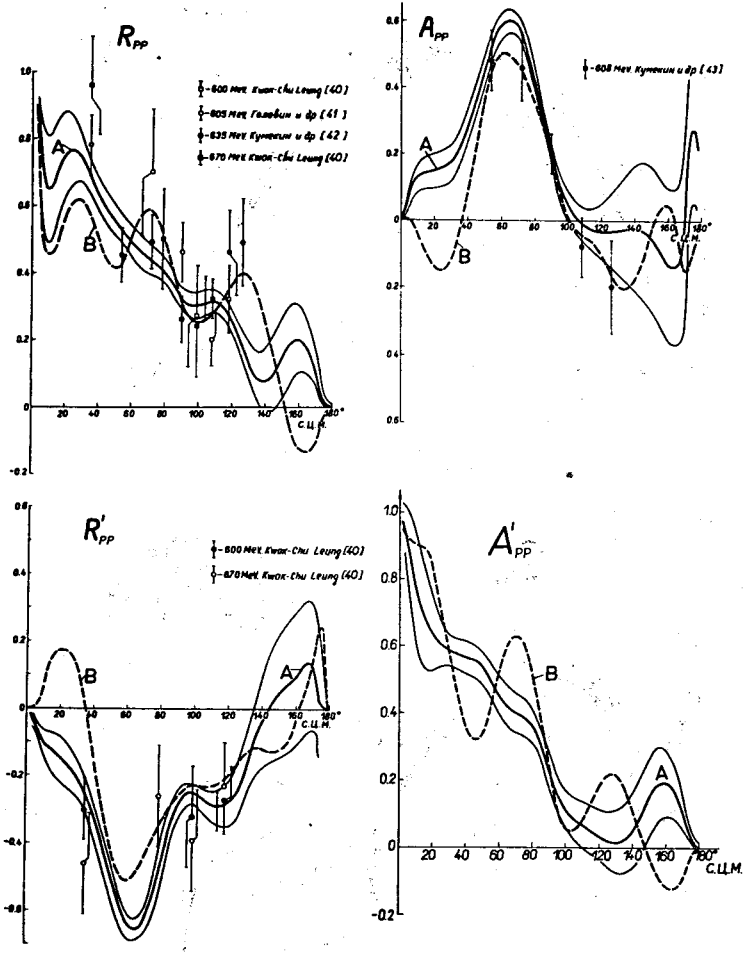


Рис. 3.

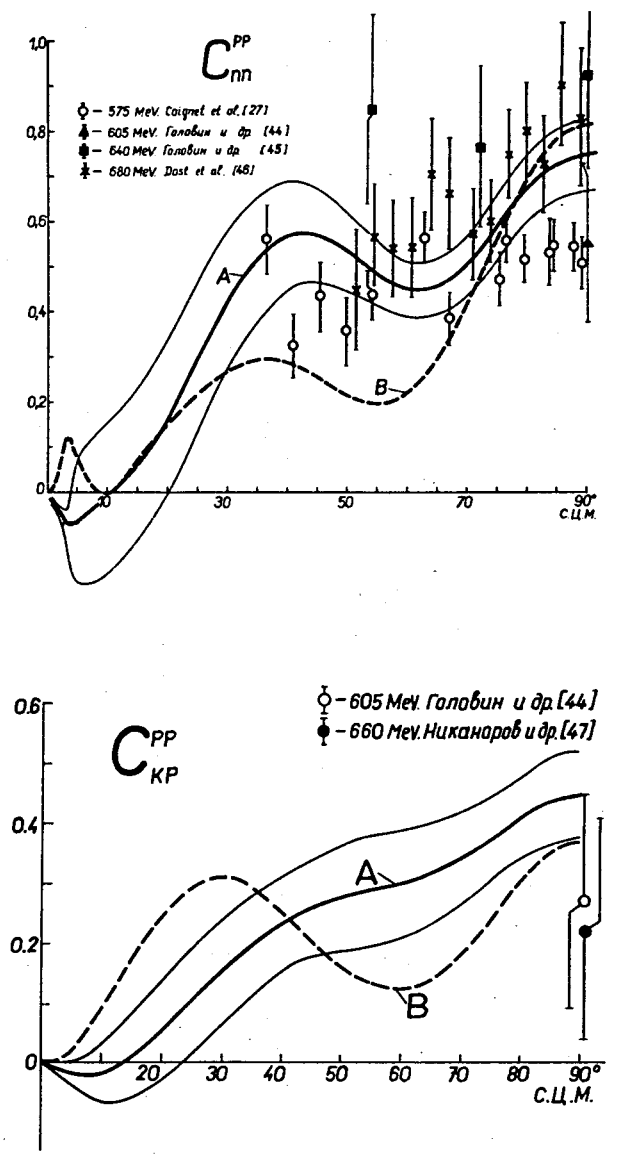


Рис. 4.

а.

б.



Л и т е р а т у р а

1. С.И. Биленькая, Л.Н. Глонти, Ю.М. Казаринов, В.С. Киселев. ЖЭТФ, 59, 1049 (1970).
2. N.Hoshizaki, S.Machida. Progr. Theor.Phys., 29,44 (1963).
3. Р.Я. Зилькарнеев, И.Н. Силин. ЖЭТФ, 44, 1106 (1963).
4. Р.Я. Зилькарнеев, И.Н. Силин. ЖЭТФ, 45, 664 (1963).
5. И. Быстрицкий, Р.Я. Зилькарнеев. ЖЭТФ, 45, 1169 (1963).
6. Л.С. Ажгирей, Н.П. Клепиков, Ю.П. Кумекин, М.Г. Мешеряков, С.Б. Нурушев, Г.Д. Столетов. ЖЭТФ, 45, 1174 (1963).
7. Л.С. Ажгирей, Н.П. Клепиков, Ю.П. Кумекин, М.Г. Мешеряков, С.Б. Нурушев, Г.Д. Столетов. Phys.Lett., 6, 196 (1963). ЖЭТФ, 46, 1074 (1964).
8. У. Нама, N.Hoshizaki. Progr.Theor.Phys., 31, 609 (1964).
9. Л.С. Ажгирей, Ю.П. Кумекин, М.Г. Мешеряков, С.Б. Нурушев, В.Л. Соловьянов, Г.Д. Столетов. ЯФ, 2, 892 (1965).
10. Л.С. Ажгирей. ЯФ, 4, 1248 (1966).
11. Б.М. Головин, Р.Я. Зилькарнеев, В.С. Киселев, С.В. Медведь, В.И. Никаноров, А.Ф. Писарев, Г.Л. Семашко. ЯФ, 6, 804 (1967).
12. Р.Я. Зилькарнеев, В.С. Киселев, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. ЯФ, 6, 995 (1967).
13. M.H.MacGregor, R.A.Arndt, R.M.Wright. Phys.Rev., 169, 1149 (1968).
14. Р.Я. Зилькарнеев, В.С. Киселев, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. ОИЯИ, P1-4155, Дубна, 1968.
15. В.Г. Вовченко, Р.Я. Зилькарнеев, В.С. Киселев. ЖЭТФ, 58, 826 (1970).
16. В.С. Барашенков. Сечения взаимодействия элементарных частиц. Москва, "Наука", 1966.
17. D.V.Bugg., D.S.Salter, G.H.Stafford, R.F.George, K.F.Riley, R.J.Tapper. Phys.Rev., 146, 980 (1966).
18. L.M.Smith, A.W.MacReynolds, G.Snow. Phys.Rev., 97, 1186 (1955).
19. M.G.Albrow, S.Andersson/Almened, B.Bošnjakovič, C.Daum, F.C.Erne, J.P.Lagnaux, J.C.Sens, F.Ugo. Nucl.Phys., B23, 445 (1970).
20. В.А.Ряан, А.Кановский, Т.Д.Девлин, Р.Е.Миске, Р.Ф.Шерпарт. Phys.Rev., D3, 1 (1971).
21. В.М. Гужавин, Г.К. Клингер, В.З. Колганов, А.В. Лебедев и др. ЖЭТФ 47, 1228 (1964).
22. М.Г. Мешеряков, Б.С. Негапов, Л.М. Сороко, И.К. Взоров. ДАН СССР, 99, 959 (1954).
23. Н.П. Богачев, И.К. Взоров. ДАН СССР, 99, 931 (1954).
24. Н.П. Богачев. ДАН СССР, 108, 806 (1956).
25. Е.Г. Богомолов, С.М. Зомбковский, С.Я. Никитин, Я.М. Селектор, CERN, Symposium, Geneva, 2, 130 (1956).
26. С.Я. Никитин, Я.М. Селектор, Е.Г. Богомолов, С.М. Зомбковский. Изв. АН СССР, сер. физ., 19, 561 (1955).
27. G.Coignet, D.Cronenberger, K.Kuroda, A.Michalowicz, J.C.Oliver, M.Poulet, J.Teilac. Nuovo Cimento, 43, 708 (1966).
28. D.Cheng, B.Macdonald, J.A.Helland, P.M.Ogden. Phys. Rev., 163, 1470 (1967).
29. G.Cozzika, Y.Ducros, A. de Lesquen, J.Movchet, J.C.Raoul, L. Van Rossum. Phys.Rev., 164, 1672 (1967).
30. F.Betz, J.Arens, O.Chamberlain, H.Dost, P.Grannis, M.Mansroul, L.Hollowey, C.Schultz, G.Shapiro. Phys. Rev., 148, 1289 (1966).
31. М.Г. Мешеряков, С.Б. Нурушев, Г.Д. Столетов. ЖЭТФ 33, 37 (1957). Исправления, ЯФ 2, 892 (1965).
32. Л.С. Ажгирей, Ю.П. Кумекин, М.Г. Мешеряков, С.Б. Нурушев и др. ЯФ, 2, 892 (1965).
33. В.П. Желепов, Б.М. Головин, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. XII Международная конференция по физике высоких энергий, Дубна, 1964 г. Атомиздат I, II(1966).
34. Р.Я. Зилькарнеев, В.С. Киселев, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. ЯФ 6, 995 (1967).
35. M.Bourquin, F.Hear, B.Levrat, J.F.Renevey, C.Revillard, Helv.Phys.Acta, 39, 579 (1966).
36. Р.Н. Surko. UCRL-19451 (1970).
37. Ю.П. Кумекин, М.Г. Мешеряков, С.Б. Нурушев, Г.Д. Столетов. ЖЭТФ, 38, 1451 (1960). Исправления, ЯФ, 2, 892 (1965).
38. Р.Я. Зилькарнеев, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. ЯФ, 11, 178 (1970).
39. J.Bistricky, J.Cech, Z.Janout, Y.M.Kazarinov, F.Lehar, L.B.Parfenov. Phys.Lett., 28B, 572 (1969).
40. Kwok-Chu Leung. UCRL-19705 (1970).
41. Б.М. Головин, Р.Я. Зилькарнеев, В.С. Киселев, С.В. Медведь и др. ЯФ 6, 804 (1967).
42. Ю.П. Кумекин, М.Г. Мешеряков, С.Б. Нурушев, Г.Д. Столетов. ЖЭТФ, 43, 1665 (1962).

43. Ю.П. Кумекин, М.Г. Мещеряков, С.Б. Нурушев, Г.Д. Столетов, ЖЭТФ, 46, 50 (1964).
44. Б.М. Головин, Р.Я. Зулькарнеев, В.С. Киселев, С.В. Медведь и др. ЯФ 5, 146 (1967).
45. Б.М. Головин, В.П. Джелепов, Р.Я. Зулькарнеев, Цуй Ван-чуан. ЖЭТФ, 44, 142 (1963). Исправления. Р. Вильсон, Нуклон-нуклонные взаимодействия, "Мир", Москва, 1965 г.
46. H.E.Dost, J.Arens, F.Betz, O.Chamberlain, M.J.Hansroul, L.E.Holloway, C.H. Schultz, G.Shapiro. Phys.Rev., 153, 1394 (1967).
47. В.И. Никаноров, Г. Петер, А.Ф. Писарев, Х. Позе. ЖЭТФ, 42, 1209 (1962).
48. H.P.Stapp, T.I.Ypsilantis, N.Metropolis. Phys.Rev., 105, 302 (1957).
49. P.Cziffra, M.H.MacGregor, M.J.Moravcsik, H.P.Stapp. Phys.Rev., 114, 880 (1959).
50. Ю.М. Казаринов, И.Н. Силин. ЖЭТФ, 43, 692 (1962).
51. Л.Н. Глonti, Ю.М. Казаринов, А.М. Розанова, И.Н. Силин. ЯФ 7, 1060 (1968).
52. A.Pazman.ОИЯИ, Е5-3775, Дубна, 1968.  
A.Pazman, S.I.Bilenkaya, J.Bistricky, Z.Janout, Y.M.Kazarinov, F.Lehar. Czech.J.Phys., B19, 882 (1969).

Рукопись поступила в издательский отдел  
22 марта 1972 года.

Экспериментальные данные по упругому pp-рассеянию  
вблизи энергии 630 Мэв<sup>х</sup>.

Е, Мэв	$\theta$ с.ц.м.	$f(\theta)$	$\pm \Delta f$	источ- ник	Е, Мэв	$\theta$ с.ц.м.	$f(\theta)$	$\pm \Delta f$	источ- ник
полное сечение $\sigma_{tot}^{pp}$ (мб)					полное неупр. сечение $\sigma_{L}^{pp}$ (мб)				
590		37,8	2,1	/16/	590		10,8	3,6	/16/
590		36,0	3,0		597		11,39	0,85	
600		36,6	0,5		600		11,6	1,1	
615		37,7	1,4		610		12,38	0,85	
620		38,6	0,5		620		13,54	0,9	
630		42,8	3,2		620		13,6	1,1	
640		39,8	0,6		633		14,81	0,87	
650		41,8	1,1		640		14,8	1,2	
655		43,234	0,113	/17/	650		16,7	0,6	
660		41,4	0,6	/16/	650		14,4	1,4	
					650		16,0	0,90	
					657		17,22	0,87	
					660		16,70	1,2	
дифференциальное сечение					$(d\sigma/d\Omega)_{pp}$ (мб/степ.)				
590	50,0	3,67	0,70	/18/	650	1,13	32,0	29,0	/21/
	65,1	2,87	0,10			3,15	21,0	12,0	
	90,0	2,12	0,05			5,95	16,0	6,0	
590	42,27	4,17	0,34	/19/		8,23	12,0	4,0	
	47,15	3,72	0,30			10,52	12,0	2,0	
	54,55	3,92	0,26			12,78	9,7	1,7	
	62,62	3,36	0,27			15,12	7,3	1,3	
	66,42	3,39	0,38			17,53	8,6	1,2	
	70,12	3,04	0,24			19,75	8,6	1,2	
	75,52	2,97	0,24			22,15	7,4	1,0	
	80,22	2,93	0,24			26,32	5,0	0,8	
	85,42	2,85	0,23			26,72	6,1	0,9	
	89,43	2,97	0,34			28,92	6,0	0,8	
590	43,95	4,21	0,23	/19/		31,20	6,6	0,8	
	50,20	4,05	0,28			33,50	5,8	0,8	
	53,83	3,96	0,33			35,75	5,2	0,7	
	58,67	3,75	0,26			38,02	4,4	0,6	
	62,62	3,47	0,29			40,28	4,4	0,6	
	66,42	3,24	0,27			42,58	2,6	0,5	
	70,12	3,13	0,27			44,78	3,8	0,6	
	74,33	3,03	0,21			46,98	4,0	0,6	
	79,05	2,79	0,24			49,23	3,6	0,5	
	82,53	2,75	0,23			51,43	4,4	0,6	
	86,55	2,98	0,25			53,63	3,6	0,5	
	89,43	2,96	0,35			55,83	3,5	0,5	
625	29,30	5,80	0,40	/20/		58,02	2,8	0,4	
	38,12	5,04	0,35			60,22	2,6	0,4	
	45,46	4,41	0,34			62,37	3,7	0,5	
	51,97	3,70	0,32			64,53	3,5	0,5	
	57,94	3,16	0,34			66,67	2,8	0,4	
	63,54	3,35	0,41			68,15	3,5	0,5	
	68,89	2,46	0,44			70,93	3,2	0,4	
	74,04	2,38	0,18			73,05	3,0	0,4	
	79,07	2,09	0,18			75,15	2,6	0,4	
	84,01	2,35	0,19			77,25	2,3	0,4	
	86,20	2,25	0,16			79,50	2,4	0,4	
	88,91	2,24	0,20			81,40	1,7	0,3	

Е, МэВ	$\theta^\circ$ с.д.м.	$f(\theta)$	$\pm \Delta f$	источ- ник	Е, МэВ	$\theta^\circ$ с.д.м.	$f(\theta)$	$\pm \Delta f$	источ- ник
дифференциальное сечение $(d\sigma/d\Omega)_{pp}$ (мб/стер.)									
650	83,47	2,4	0,4	/21/		80,0	2,20	0,05	
	85,53	2,1	0,4			90,0	2,07	0,03	
	87,50	2,6	0,4		660	7,5	17,32	1,85	/25/
	89,58	2,0	0,4			10,0	14,98	0,60	
657	90,0	2,05	0,07	/22/		16,0	7,80	0,49	
660	5,0	18,9	1,1	/23/		20,0	6,75	0,29	
	10,0	11,0	0,7			25,0	5,79	0,41	
	15,0	8,67	0,53		660	30,0	5,47	0,29	/26/
	20,0	7,75	0,48			40,0	4,97	0,10	
	25,0	6,56	0,40			50,0	4,03	0,12	
660	30,0	5,58	0,15	/24/		60,0	3,20	0,12	
	40,0	4,78	0,26			70,0	2,59	0,10	
	50,0	3,99	0,20			80,0	2,19	0,11	
	60,0	3,41	0,13			90,0	2,06	0,08	
	70,0	2,94	0,12						

поляризация  $P_{pp}$ 

590	35,90	0,49	0,04	/19/		84,0	0,084	0,011	
	42,27	0,48	0,04			87,9	0,041	0,011	
	47,15	0,44	0,03			88,8	0,018	0,010	
	54,55	0,44	0,03		600	33,6	0,513	0,018	/45/
	62,62	0,34	0,04			34,5	0,595	0,039	
	66,42	0,33	0,05			46,1	0,516	0,018	
	70,12	0,27	0,04			49,5	0,484	0,018	
	75,52	0,25	0,04			63,1	0,399	0,023	
	80,22	0,19	0,04			65,6	0,361	0,040	
	85,42	0,05	0,04			80,2	0,168	0,011	
	89,43	0,03	0,05			82,9	0,114	0,025	
590	36,87	0,62	0,04	/19/	609	30,3	0,440	0,080	/29/
	43,95	0,51	0,03			30,8	0,360	0,091	
	50,20	0,53	0,03			35,2	0,415	0,043	
	53,83	0,49	0,04			37,8	0,440	0,026	
	58,67	0,45	0,03			39,8	0,415	0,029	
	62,62	0,42	0,04			42,6	0,480	0,027	
	66,42	0,38	0,04			44,1	0,450	0,026	
	70,12	0,35	0,04			47,0	0,476	0,029	
	74,33	0,25	0,03			48,7	0,450	0,019	
	79,05	0,24	0,04			50,0	0,500	0,023	
	82,53	0,20	0,04			51,1	0,410	0,045	
	86,55	0,05	0,04			53,1	0,455	0,024	
	89,43	0,04	0,06			54,2	0,500	0,024	
596	23,0	0,445	0,074	/27/		57,3	0,410	0,025	
	32,0	0,474	0,117			58,4	0,465	0,025	
	36,5	0,526	0,027			62,2	0,400	0,038	
	41,0	0,488	0,027			66,4	0,380	0,018	
	45,4	0,488	0,025			67,4	0,345	0,020	
	49,8	0,459	0,021			70,3	0,320	0,019	
	54,2	0,426	0,022			71,4	0,265	0,020	
	62,9	0,380	0,020			74,0	0,290	0,070	
	67,0	0,297	0,015			75,1	0,210	0,020	
	75,6	0,231	0,013			78,9	0,160	0,015	
	76,1	0,235	0,014			82,6	0,122	0,015	
	79,7	0,161	0,013			86,1	0,029	0,015	
	83,9	0,106	0,011			89,6	-0,006	0,020	

(продолжение)

Е, МэВ	$\theta^\circ$ с.д.м.	$f(\theta)$	$\pm \Delta f$	источ- ник	Е, МэВ	$\theta^\circ$ с.д.м.	$f(\theta)$	$\pm \Delta f$	источ- ник
поляризация $P_{pp}$									
614	58,0	0,505	0,096	/30/	635	18,5	0,295	0,045	/33/
	62,8	0,492	0,095			34,4	0,445	0,044	
	66,2	0,413	0,081			45,7	0,474	0,049	
	67,5	0,463	0,090			56,7	0,438	0,044	
	71,9	0,325	0,064			67,3	0,265	0,030	
	72,3	0,357	0,070			90,0	0,032	0,014	
	77,6	0,238	0,048		635	27,6	0,475	0,027	/34/
	83,5	0,091	0,023			32,2	0,499	0,026	
635	11,6	-0,027	0,116	/31/		34,4	0,496	0,028	
	16,2	0,242	0,057			36,7	0,522	0,025	
	20,8	0,340	0,049			38,9	0,522	0,025	
	27,6	0,491	0,039			41,2	0,518	0,021	
	34,4	0,493	0,039			43,4	0,511	0,021	
	41,2	0,523	0,038			44,5	0,513	0,025	
	47,9	0,465	0,035			45,6	0,508	0,021	
	54,5	0,440	0,030			46,7	0,501	0,021	
	61,0	0,378	0,027			47,8	0,485	0,018	
	67,5	0,344	0,035			49,0	0,482	0,024	
	73,8	0,240	0,035			50,1	0,492	0,021	
	80,1	0,206	0,032			51,2	0,492	0,021	
	86,3	0,104	0,050			52,3	0,482	0,020	
	89,7	0,019	0,032			54,5	0,445	0,020	
635	4,4	0,011	0,026	/32/		56,6	0,419	0,019	
	4,9	0,047	0,022			58,8	0,455	0,022	
	7,2	0,129	0,027			60,8	0,395	0,019	
	10,4	0,223	0,025			63,0	0,400	0,027	
	12,1	0,251	0,018			63,1	0,405	0,027	
	13,3	0,329	0,020			71,8	0,296	0,017	
	21,3	0,413	0,029			74,0	0,268	0,017	
	27,9	0,467	0,021			79,9	0,181	0,017	
	48,2	0,535	0,046			89,7	0,012	0,010	
деполяризация $D_{pp}$									
600	66,7	0,43	0,09	/35/	635	27,6	1,140	0,240	/38/
600	35,0	0,84	0,15	/36/		34,4	0,940	0,079	
	58,0	0,43	0,16			41,2	0,890	0,078	
	99,0	0,55	0,08			47,8	0,872	0,030	
	109,0	0,37	0,08			60,8	0,913	0,050	
	118,0	0,14	0,06			71,8	0,708	0,080	
635	54,0	0,66	0,28	/37/		90,0	0,697	0,040	
	72,0	0,47	0,22			106,0	0,707	0,070	
	90,0	0,93	0,17			117,0	0,480	0,090	
	108,0	0,51	0,17		660	50,0	0,72	0,11	/39/
	126,0	0,90	0,22			90,0	0,54	0,10	
635	112,3	0,76	0,08	/33/	670	35,0	0,61	0,11	/36/
						58,0	0,76	0,14	
						99,0	0,70	0,09	
						109,0	0,36	0,04	
						118,0	0,29	0,15	

(продолжение)

Е, МэВ	$\theta$ с.ц.м.	$f(\theta)$	$\pm \Delta f$	источ- ник
$R_{pp}$				
600	35,0	0,78	0,09	/40/
	99,0	0,27	0,15	
	118,0	0,32	0,10	
605	72,0	0,70	0,19	/41/
	90,0	0,46	0,09	
	108,0	0,20	0,08	
635	54,0	0,45	0,08	/42/
	72,0	0,49	0,08	
	90,0	0,26	0,07	
	108,0	0,32	0,06	
670	126,0	0,49	0,13	/40/
	35,0	0,96	0,15	
	79,0	0,50	0,15	
	99,0	0,24	0,15	
	118,0	0,46	0,13	

Е, МэВ	$\theta$ с.ц.м.	$f(\theta)$	$\pm \Delta f$	источ- ник
$A_{pp}$				
608	54,0	0,48	0,09	/43/
	72,0	0,46	0,10	
	90,0	0,20	0,06	
	108,0	-0,08	0,09	
	126,0	-0,20	0,14	
$R'_{pp}$				
600	35,0	-0,30	0,09	/40/
	99,0	-0,32	0,15	
	118,0	-0,27	0,10	
670	35,0	-0,46	0,15	/40/
	79,0	-0,26	0,15	
	99,0	-0,39	0,15	
	118,0	-0,23	0,13	

корреляция поляризации

$C_{pp}^{pp}$

575	36,3	0,562	0,076	/27/
	40,8	0,325	0,072	
	45,2	0,435	0,077	
	49,6	0,359	0,075	
	54,0	0,439	0,055	
	62,6	0,565	0,057	
	66,9	0,384	0,059	
	75,3	0,476	0,061	
	76,4	0,562	0,051	
	79,4	0,520	0,052	
	83,6	0,534	0,076	
	84,3	0,550	0,058	
	87,6	0,548	0,052	
	89,1	0,512	0,059	
	605	90,0	0,56	
$C_{kp}^{pp}$				
605	90,0	0,27	0,18	/44/
660	90,0	0,22	0,18	/47/

640	54,0	0,85	0,21	/45/		
	72,0	0,77	0,18			
	90,0	0,93	0,21			
680	51,2	0,449	0,130	/46/		
	54,3	0,570	0,112			
	57,4	0,543	0,107			
	60,5	0,545	0,111			
	63,7	0,708	0,122			
	66,7	0,665	0,123			
	70,8	0,574	0,097			
	73,7	0,603	0,092			
	76,7	0,752	0,099			
	79,6	0,806	0,112			
	82,6	0,731	0,108			
	85,6	0,909	0,136			
	88,7	0,835	0,153			
	$C_{qkp}^{pp}$					
	605	90,0	0,92		0,38	/44/

х) - Во всех данных к статистическим ошибкам квадратично добавлены систематические, если они приводятся авторами.  $(\delta\delta/d.n.)_{pp}$ ,  $R_{pp}$  и  $C_{pp}^{pp}$ , измеренные при углах  $> 90^\circ$  (с.ц.м.), приведены к интервалу  $0 - 90^\circ$ , согласно известным соотношениям, и усреднены с соответствующими величинами внутри этого интервала.  $R_{pp}$  из /32/ приведена к энергии 635 МэВ, по способу, указанному там же.