

К-143

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

Р - 2742 •



Ю.М. Казаринов, Ф. Легар, З. Яноут

ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ  
НУКЛОН-НУКЛОННОГО РАССЕЯНИЯ  
ПРИ ЭНЕРГИИ 14,5 МЭВ

ЛИБРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

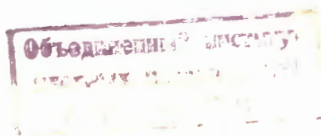
1966

P - 2742

Ю.М. Казаринов, Ф. Легар, З. Яноут

ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ  
НУКЛОН-НУКЛОННОГО РАССЕЯНИЯ  
ПРИ ЭНЕРГИИ 14,5 МЭВ

4332/3 нр.



Эксперименты с поляризованными пучками и поляризованными мишенями<sup>/1/</sup> дали возможность отодвинуть нижнюю границу области однозначного определения амплитуды нуклон-нуклонного рассеяния до энергии 23,1 Мэв<sup>/2/</sup>. При этом выяснилось, что аналитическое продолжение зависимостей, справедливых при энергиях, близких к нулю, до энергий порядка 20 Мэв, по-видимому, не всегда приводит к результатам, согласующимся с экспериментом при этих энергиях.

К сожалению, экспериментальные данные, которые имеются при энергиях ниже 20 Мэв, не позволяют провести достаточно строгий фазовый анализ хотя бы при одной из этих энергий. Однако даже не совсем строгий и однозначный фазовый анализ в этой области энергий в настоящее время необходим для того, чтобы оценить объем известной информации и наиболее рационально спланировать дальнейшие эксперименты. Именно с этой целью проведен фазовый анализ при энергии 14,5 Мэв, результаты которого излагаются ниже. Следует заметить, что выбранное значение энергии особенно выгодно при изучении  $np$ -столкновений, т.к. реакция  $T(d,n)^4He$  при энергии первичных дейтронов 3-5 Мэв является хорошим источником поляризованных нейтронов с энергией 14-15 Мэв при достаточно высокой степени поляризации.

Фазовый анализ выполнен по программе, подробно описанной в работе<sup>/3/</sup>. При учете кулона считалось, что кулоновский и ядерный фазовые сдвиги аддитивны. Законность этого приближения при столь малой энергии, как 14,5 Мэв, строго говоря, не доказана, но, забегая несколько вперед, следует сказать, что найденная величина  $^1S_0$ -фазы, например, в пределах ошибок не противоречит результату, полученному при анализе одних  $pp$ -данных<sup>/4/</sup>. Константа связи  $f^2$  полагалась равной 0,08 и фиксировалась. Поиск решений со случайных начальных условий проводился при  $l_{max} = 2$ , т.е., начиная с  $F$ -волны, амплитуда бралась в одновозонном приближении. Обработанные экспериментальные данные приведены в таблице 1. Из этой таблицы видно, что заметная часть данных получена интерполяцией по энергии в интервале 10-20 Мэв. Для поляризации в  $pp$ -рассеянии и корреляции поляризаций в  $np$ -рассеянии использованы оценочные значения (2 точки и 1 точка соответственно). При этом для оценки  $C_{nn}^{np}$  было использовано значение  $C_{nn}^{np}(175^\circ)$ , полученное при энергии 23 Мэв<sup>/1/</sup>, и то обстоятельство, что при стремлении энергии к нулю  $C_{nn}^{np}$  стремится к -1. Основанием для

интерполяции дифференциальных сечений послужило то, что в области энергий 10–20 Мэв  $^1S_0$  –фаза в пределах ошибок постоянна <sup>/4/</sup>, а отклонение от чистого S –рассеяния мало и, таким образом, произведение сечения на энергию можно считать постоянной величиной.

При поиске решений со случайных начальных условий было сделано 80 попыток. В результате найдены три решения с положительными значениями фазового сдвига  $^1S_0$ , удовлетворительно описывающие обработанные экспериментальные данные ( $\chi^2/\chi^2_{\text{теор}} < 1,5$ ). Каждое из решений повторялось при поиске 4–5 раз. Полученные решения приведены в таблице 2. По найденным фазовым сдвигам были рассчитаны экспериментально наблюдаемые величины, графики которых показаны на рис. 1–8.

Из таблицы 2 видно, что экспериментальных данных явно недостаточно для того, чтобы надежно определить все 11 параметров. Фазовые сдвиги D –волн, в частности, определяются весьма плохо. В связи с этим при уточнении найденных решений фазовые сдвиги волн  $^3D_2$  и  $^3D_3$  полагались равными нулю и фиксировались. Эта операция не изменила характера решений, но заметно уменьшила ошибки в определении ряда параметров ( $^3D_1, ^3S_1, ^1P_1$ ),

Планирование эксперимента, выполненное методом, указанным в работе <sup>/5/</sup>, показало, что наилучшим способом уменьшить ошибки в определении фазовых сдвигов является проведение экспериментов по рассеянию поляризованного пучка нейтронов на поляризованной протонной мишени. Из менее сложных экспериментов для этой цели весьма полезны измерения дифференциальных сечений  $\sigma_{\text{пр}} -$ рассеяния в области малых углов  $0 < \phi < 40^\circ$ . Следует заметить, что все перечисленные опыты выгодны также тем, что их результаты не содержат вклада от электромагнитных процессов и, следовательно, не вносят в фазовый анализ дополнительных неопределенностей, связанных с учетом кулона. Можно надеяться, что с повышением точности определения фазового сдвига  $^3S_1$  –волны решения 1 и 3 сольются. Для выделения наиболее вероятного из оставшихся двух наборов необходимо проведение опытов по определению параметров тройного рассеяния  $R_{\text{пр}}$  и  $A_{\text{пр}}$ . Однако сравнение наборов 1 и 2 с результатами фазового анализа при энергиях 20 Мэв и выше показывает, что по большинству параметров набор 1 наилучшим образом соответствует данным, полученным в области более высоких энергий.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность Э. Дудовой, В.А. Максимовой и А.М. Фокиной за помощь в работе.

Таблица 1  
Использованные экспериментальные данные

Величина	Энергия, при которой измерено, Мэв	Число точек	Литературный источник
$\sigma_{pp}^x$	8,69 - 25,6	21	/6,7/
$\sigma_{pp}^x$	14,1	5	/8/
$C_{pp}^x$	25,7 - 10,0 - 18,2	1	/1/
$A_{pp}^x$	18,2 - 25,7	1	/1/
$P_{pp}^{xx}$	-	2	
$\sigma_{np}$	13,7 - 14,1	23	/8,10,11/
$P_{np}^{xx}$	16,4	3	/12/
$C_{np}^{xx}$		1	

x/ Интерполированные или экстраполированные значения.

xx/ Оценочные значения.

Таблица 2  
Фазовые сдвиги в градусах. Параметризация Стаппа и др. /13/

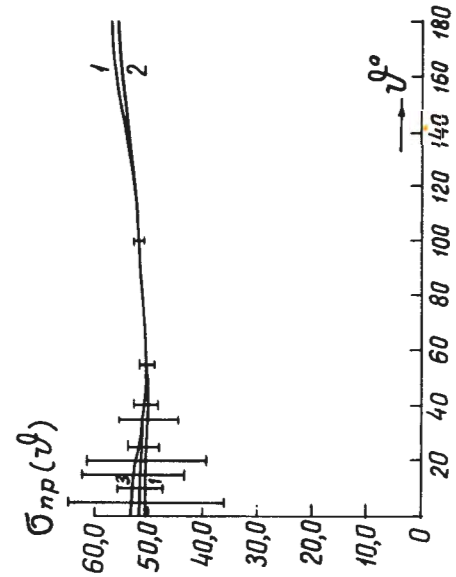
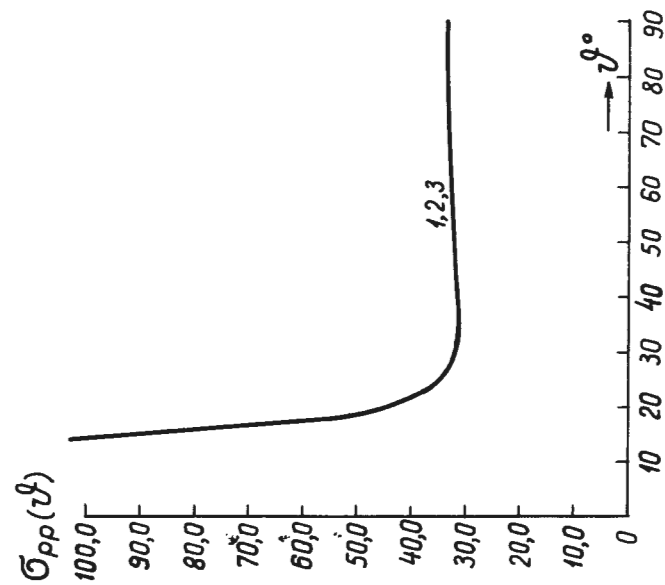
	1 решение		2 решение		3 решение	
	$\delta^{\circ} \pm \Delta\delta^{\circ}$	$\delta^{\circ} \pm \Delta\delta^{\circ}$	$\delta^{\circ} \pm \Delta\delta^{\circ}$	$\delta^{\circ} \pm \Delta\delta^{\circ}$	$\delta^{\circ} \pm \Delta\delta^{\circ}$	$\delta^{\circ} \pm \Delta\delta^{\circ}$
$r^2$	0,08 фиксировано					
$^1S_0$	50,91 0,35	50,91 0,35	50,89 0,35	50,92 0,35	50,91 0,35	50,91 0,35
$^3S_1$	95,36 69,1	93,00 18,3	-0,19 6,11	-3,37 2,85	84,54 43,3	83,77 5,15
$^3P_0$	4,18 1,41	4,20 1,23	3,31 2,12	4,23 1,24	4,20 1,37	4,21 1,27
$^1P_1$	-6,10 36,8	-5,04 5,74	-4,71 2,17	-4,02 1,96	-4,53 5,23	-4,49 2,14
$^2P_1$	-4,11 0,71	-4,09 0,68	-4,43 0,66	-4,05 0,62	-4,09 0,69	-4,09 0,69
$^3P_2$	-0,40 0,53	-0,41 0,49	-4,56 0,62	-0,44 0,41	-0,41 0,50	-0,42 0,50
$\epsilon_1$	-3,61 26,8	-3,80 5,89	-23,71 3,91	-23,75 3,82	-4,82 7,92	-4,57 3,67
$^3D_1$	3,44 66,0	1,46 1,54	82,92 10,2	86,92 13,8	1,38 52,8	1,40 1,60
$^1D_2$	-0,16 0,05	-0,16 0,05	-0,15 0,06	-0,16 0,05	-0,16 0,05	-0,16 0,05
$^3D_2$	0,66 86,4	0 - фикс.	-4,36 6,50	0 - фикс.	-4,60 25,9	-4,60 фикс.
$^3D_3$	1,50 12,0	0 - фикс.	0,85 1,14	0 - фикс.	-1,72 24,1	-1,72 фикс.
$\chi^2$	38,1	35,6	35,5	34,4	35,8	35,4

Л и т е р а т у р а

1. P.S.Fendt, J.J.Malanify, T.R.Roberts, J.E.Simmons, Karlsruhe Conf., paper 5/8-3, 1965; P.Catillon, M.Chapellier, D.Carreta, J.Thirion. Karlsruhe Conference, paper 8-4, 1965.
2. С.И. Биленькая, З. Явоут, Ю.М. Казаринов, Ф. Легар. Препринт ОИЯИ, Е-2609, Дубна, 1986.
3. Ю.М. Казаринов, И.Н. Сялин. ЖЭТФ, 43, 692 (1962).

4. J.Jackson, J.Blatt. Rev.Mod.Phys., 22, 77 (1950).
5. С.Н. Соколов. Препринт ОИЯИ, Д-573, Дубна, 1960.
6. L.H.Johnston, D.E.Young. Phys.Rev., 116, 989 (1959).
7. T.H.Jeong, L.H.Johnston, D.E.Young, C.N.Wadwell. Phys.Rev., 118, 1080 (1960).
8. R. Wilson, E.J.Lofgren, J.R.Richardson, B.T.Wright, R.S.Shankland. Phys.Rev., 72, 1131 (1947).
9. J.D.Seagrave. Phys.Rev., 97, 757 (1955).
10. J.C.Allred, A.H.Armstrong, L.Rosen. Phys.Rev., 91, 90 (1953).
11. M.E.Remley, W.K.Jentschke, P.G.Kruger. Phys.Rev., 89, 1194 (1953).
12. W.Benenson, R.L.Walker, T.H.May. Phys.Rev.Letts., 8, 66 (1962).

Рукопись поступила в издательский отдел  
14 мая 1968 г.



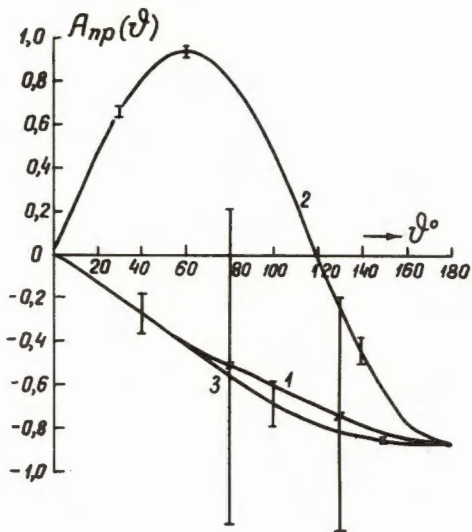
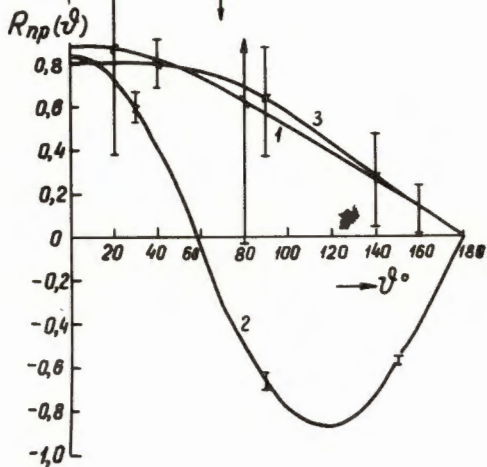
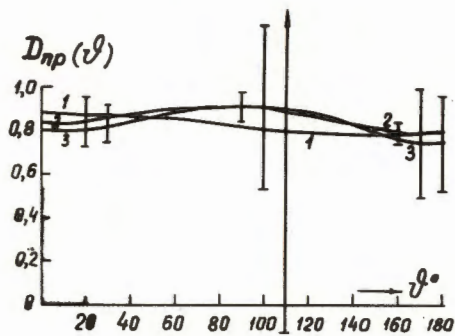
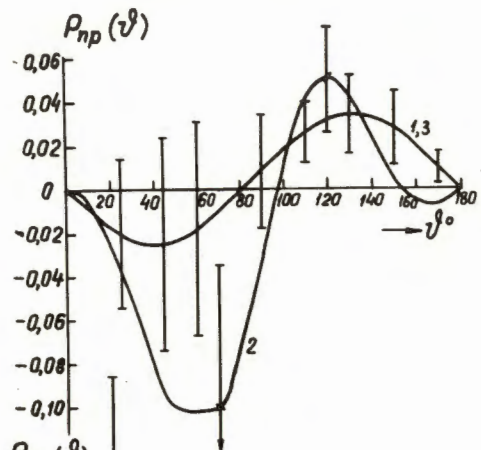


Рис. 2



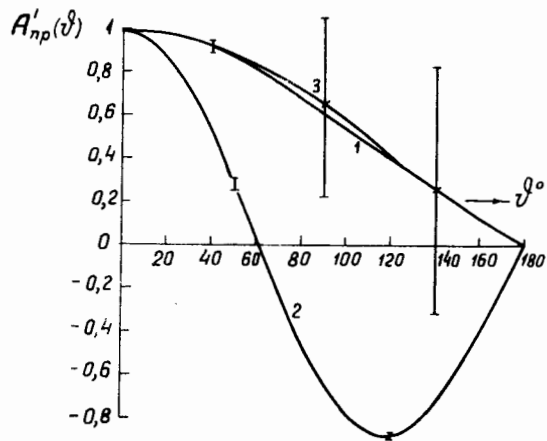
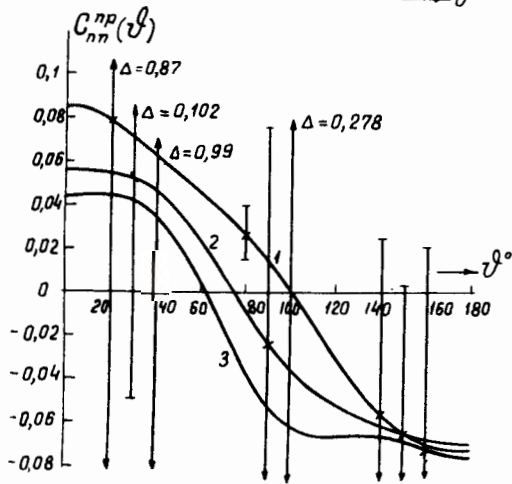
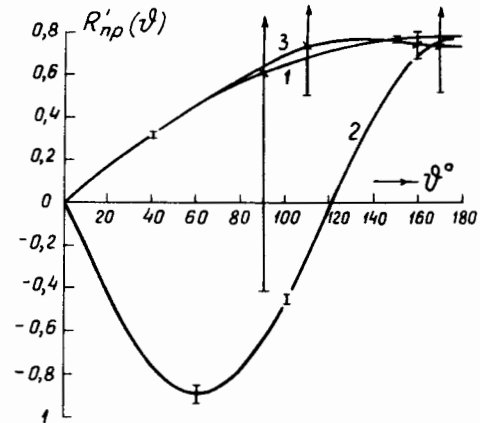
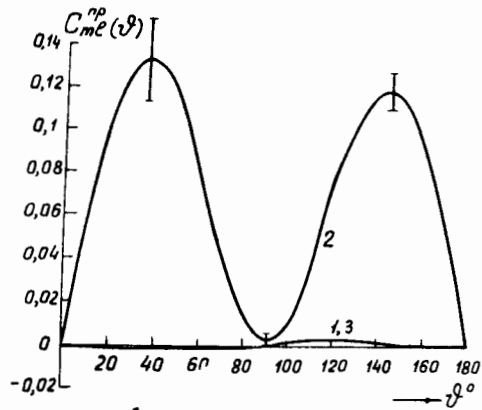


Рис. 3



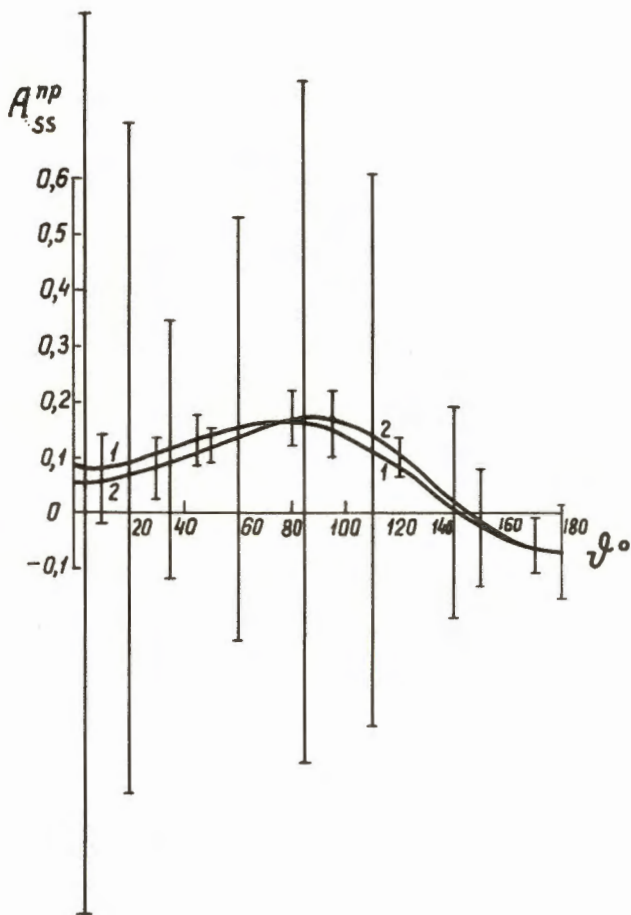


Рис. 4

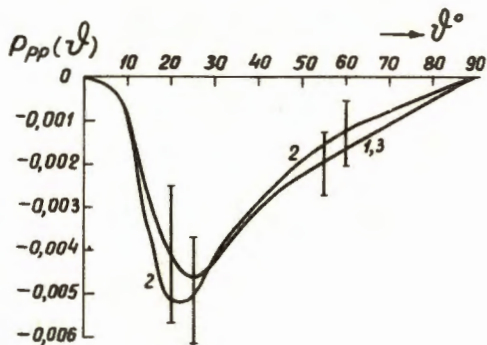
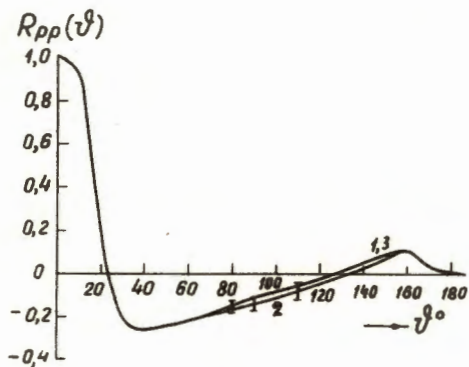
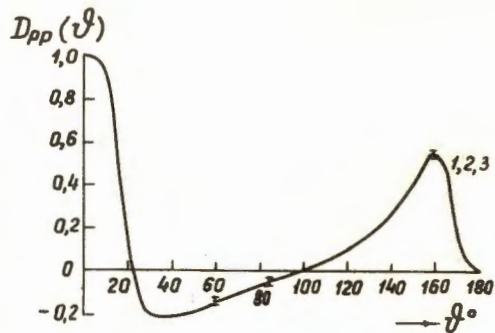
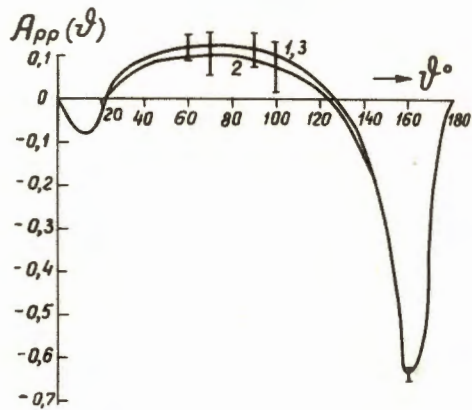


Рис. 5

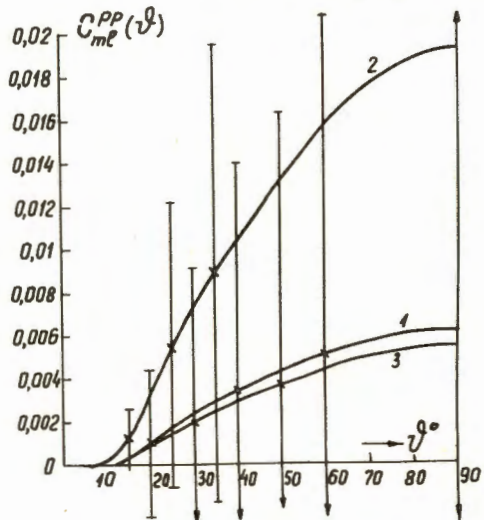
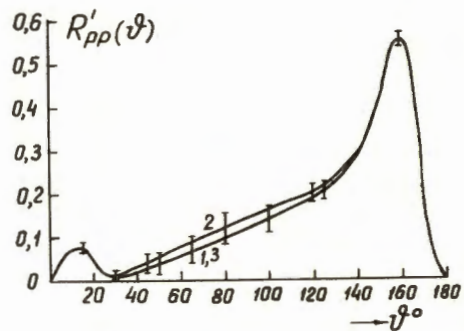
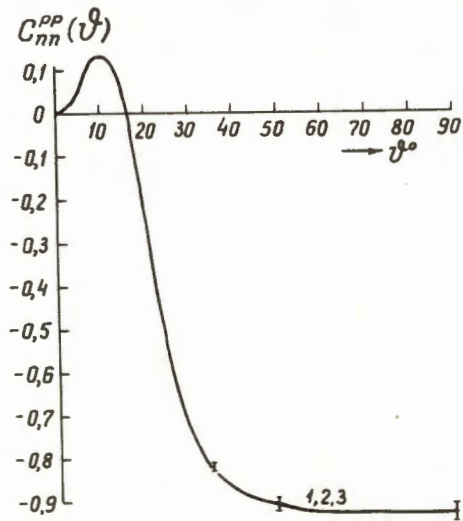
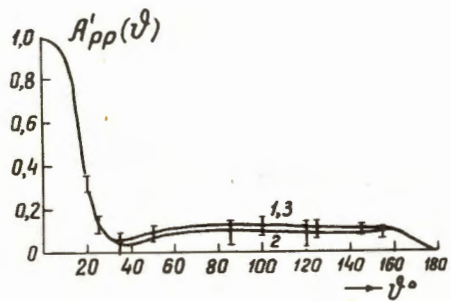


Рис. 6