

С 346.28 + С 346.2Г

23/xi-67

Г-547

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

Р1 - 3525



Л.Н. Глonti, Ю.М. Казаринов, А.М. Розанова,
И.Н. Силин

НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ФАЗОВОГО АНАЛИЗА
НУКЛОН-НУКЛОННОГО РАССЕЯНИЯ
ПРИ ЭНЕРГИИ 630 МЭВ

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1967.

P1 - 3525

Л.Н. Глonti, Ю.М. Казаринов, А.М. Розанова,
И.Н. Силин

**НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ФАЗОВОГО АНАЛИЗА
НУКЛОН-НУКЛОННОГО РАССЕЯНИЯ
ПРИ ЭНЕРГИИ 630 МЭВ**

Направлено в ЯФ

5417/1 чр.

В первом варианте фазового анализа нуклон-нуклонного рассеяния при энергии 630 Мэв^{/1/} поиск решений со случайных начальных условий проводился при $\ell_{\max} = 4$, т.е. из эксперимента находились фазовые сдвиги до G-волны включительно, взаимодействие же в более высоких состояниях учитывалось в одномезонном приближении или, иначе говоря, определялось одним свободным параметром - константой связи π -мезона с нуклоном. Позднее было показано, что результаты измерений в области малых углов рассеяния для своего описания требуют увеличения числа параметров, определяемых из эксперимента, и последние работы по фазовому анализу нуклон-нуклонного рассеяния при энергии 630 Мэв проводились при $\ell_{\max} = 5$ ^{/2,3/}. При этом проверка неоднозначности результатов фазового анализа в новых условиях не производилась, прежде всего, по-видимому, потому, что совокупность экспериментальных PP -данных удовлетворяла только одному набору фазовых сдвигов^{/4/}.

Относительно недавно в работе^{/5/} были выполнены измерения поляризации в pp -рассеянии при энергии 630 Мэв с точностью 3-5%. Одновременно авторы этой работы заново провели фазовый анализ pp -данных и показали, что однозначность в фазовом анализе pp -рассеяния при указанной энергии, если работать при $\ell_{\max} = 5$, отсутствует. Всего при поиске со случайных начальных условий в этой работе было найдено три решения. При этом одно из них соответствовало ранее известному^{/4/}, второе при учете мезонообразования методом Хошизаки и Мачида переходило в ранее известное^{/5/}. Таким образом, в настоящее время существует по крайней мере два набора фазовых сдвигов, примерно одинаково удовлетворительно описывающих экспериментальные данные по pp -рассеянию при энергии 630-650 Мэв (I и II наборы работы^{/5/}).

В связи с неоднозначностью фазового анализа $p-p$ -данных, найденной в работе /5/, интересно было посмотреть, как эта неоднозначность скажется на результатах совместного фазового анализа pp и pn данных. Следует напомнить, что к моменту завершения работы /5/ в фазовом анализе нуклон-нуклонного рассеяния уже существовало два решения, различающихся по фазовым сдвигам волн с топическим спином $T = 0$ /3/. Одно из них, правда, можно было отбросить с ошибкой первого рода меньше одного процента, если воспользоваться критерием, более жестким, чем χ^2 -критерий /6/.

Ниже приводятся результаты уточнения ранее известных наборов фазовых сдвигов в нуклон-нуклонном рассеянии при энергии 630 Мэв на основании новых экспериментальных данных по P_{pp} /5/, D_{pp} /7/, R_{pp} , C_{nn}^{pp} и C_{kp}^{pp} /8/, а также результаты поиска новых решений при $\ell_{\max} = 5$.

1. Использованные данные и поиск решений

Экспериментальные данные, которые использованы при поиске решений, приведены в таблице 1. Основной объем этих данных получен в интервале энергий 580-680 Мэв и только для поляризации P_{pp} взяты результаты измерений при энергиях 635-680 Мэв. Таким образом, при поиске решений производилось усреднение экспериментальных величин по энергии в интервале, составляющем 10-15% от энергии 630 Мэв, к которой отнесены результаты фазового анализа. Основанием для этого послужила слабая (в пределах ошибок) зависимость использованных экспериментальных величин от энергии. Из экспериментальных данных были исключены точки, которые отклонялись от расчетных кривых для всех решений не меньше, чем на три ошибки (вклад в χ^2 составлял $\Delta\chi^2 \geq 9$). Всего было исключено по этой причине 5 точек, в основном из данных по дифференциальным сечениям упругого pn и pp -рассеяния в области малых углов.

В экспериментальные данные были включены также четыре контрольные точки, которые позволили следить за тем, насколько точно при рассеянии на нуль градусов выполняется соотношение, использованное для определения матричного элемента M_{1-1} /9/

$$M_{1-1} = M_{11} - M_{00} - \sqrt{2} \operatorname{ctg} \Theta (M_{10} + M_{01}) .$$

Это было сделано с целью избежать ошибок в определении M_{1-1} под нулем, которые иногда могут возникать /10/.

Фазовый анализ проводился по программе, подробно описанной в работах /1,11/. Можно думать, что поиск решений со случайных начальных условий в совместном фазовом анализе pp - и pr -данных /1/ на базе известного ранее набора фазовых сдвигов в pp -рассеянии при энергии 650 Мэв был выполнен, по-видимому, достаточно тщательно. В связи с этим ранее известные наборы фазовых сдвигов в нуклон-нуклонном рассеянии при энергии 630 Мэв /3/ только уточнялись по новым экспериментальным данным. Поиск решений со случайных начальных условий проводился на базе нового решения для $T = 1$, найденного в работе /5/ (решение 1 раб. /5/). Для этого фазовые сдвиги воли с полным изотопическим спином $T = 1$ полагались равными значениям, полученным для решения 1 в работе /5/ и фиксировались. Таким образом, со случайных начальных условий отыскивались только фазовые сдвиги для воли с изотопическим спином $T = 0$. При поиске предполагалось, что мезообразование идет, в основном, из состояний ${}^3P_{0,1,2}$, 1D_2 и ${}^3F_{2,3}$.

Всего было сделано 135 попыток поиска со случайных начальных условий. Найдено восемь решений с $\chi^2 \leq 1,5 \bar{\chi}^2$ (Таблица 2). Из них решения 7 и 8 были отброшены по χ^2 -критерию, решения 1 и 6 плохо описывали некоторые экспериментальные данные (таблица 2) и вследствие этого также были исключены. Все найденные решения, за исключением восьмого, повторялись при поиске не менее трех раз.

Результаты

Полное число решений, удовлетворительно описывающих экспериментальные данные, использованные в анализе, равно четырем, при этом три решения найдены дополнительно. Обнаруженная дополнительная неоднозначность фазового анализа, естественно, вызывает вопрос: связано ли это обстоятельство с какими-то просчетами в ранее выполненном фазовом анализе, где поиск решений велся при $l_{max} = 4^{1,4/}$, или это просто следствие ветвления решений при увеличении l_{max} на единицу. Для выяснения этого все полученные решения были приведены к случаю $l_{max} = 4$ в предположении, что мезообразование идет из

начальных ${}^3P_{0,1,2}$, 1D_2 и ${}^3F_{2,3,4}$ - состояний. Оказалось, что в этих условиях решения 3, 4, 5 сливаются с наборами 1 и 2. Следует заметить, что при этом по фазовым сдвигам $T = 1$ два оставшихся набора в пределах одной-двух ошибок в большинстве случаев не отличаются. Исключение составляют только 3P_0 и 3P_2 волны, где разница в средних значениях фазовых сдвигов составляет три-четыре ошибки. Это может быть частично объяснено несколько разными значениями константы связи f^2 , которая определяется в основном приведенными.

Все найденные решения по мнимым частям фазовых сдвигов P -волн заметно, в некоторых случаях на три и больше ошибки, уходили в нефизическую область ($\text{Im } \delta_{3p} < 0$). Для того, чтобы вернуть решения в область физических значений этих параметров, отрицательные мнимые части фазовых сдвигов полагались равными нулю, фиксировались, и в этих условиях проводилось уточнение остальных параметров. Это уменьшение числа варьируемых (свободных) параметров привело, естественно, к некоторому увеличению χ^2 , но общий характер решений не изменился (табл. 3).

Далее для всех оставшихся наборов была сделана попытка учесть мезообразование с помощью мнимых частей фазовых сдвигов, усредненных для состояний с равными орбитальными моментами^{х)}. Для этого мнимые части фазовых сдвигов всех 3P -волн, также как и для всех 3F -волн, полагались равными и варьировались совместно. Необходимо заметить, что эта процедура позволяла дополнительно учесть мезообразование из начального 3F_4 -состояния. Уточнение всех трех наборов показало, что для решения 3 учет мезообразования из 3F_4 -состояния играет, по-видимому, весьма важную роль. Если для решений 2, 4 и 5 значения χ^2 слегка увеличились, в соответствии с уменьшением числа варьируемых параметров, то для решения 3 χ^2 упало с 249,8 до 233,8. При этом снижение χ^2 идет равномерно по всем экспериментальным данным.

Таким образом существуют четыре решения, которые примерно равновероятны по χ^2 -критерию^{xx)}. Для выбора наиболее вероятного из них были сделаны оценки максимальной вероятности ошибки первого рода при отбрасывании

х) Метод, аналогичный введению усредненных коэффициентов поглощения, использованный впервые Хошизаки и Мачида^{12/}.

xx) Равновероятны в том смысле, что вероятность $P(\chi^2 \geq \chi_{\alpha}^2)$, где χ_{α}^2 - значение χ^2 для данного набора, одного порядка для всех четырех наборов.

какого-либо из этих решений ^{/8/}, т.е. вероятности того, что, отбрасывая данный набор, мы отбрасываем верное решение. Описание метода, использованного для этого, подробно дано в работе ^{/8/}, где показано, что мажорированная оценка вероятности ошибки первого рода определяется выражением:

$$P < \int_{-\infty}^{\infty} p(\delta) P(\Delta \geq \Delta_{\vartheta} - \delta) d\delta,$$

где $P(\Delta \geq \Delta_{\vartheta} - \delta) = 1$, если $\Delta_{\vartheta} - \delta < 0$ и (1)

$$P(\Delta > \Delta_{\vartheta} - \delta) = \frac{1}{2} [1 - \phi(\sqrt{\Delta_{\vartheta} - \delta})],$$

если $\Delta_{\vartheta} - \delta \geq 0$.

$\phi(\sqrt{\Delta_{\vartheta} - \delta})$ - интеграл ошибок, $p(\delta)$ - вероятность флюктуаций разности значений χ^2 для рассматриваемых наборов фазовых сдвигов за счет статистического характера экспериментальных данных, по которым проводился фазовый анализ, Δ_{ϑ} - разность χ^2 , полученная при фазовом анализе для рассматриваемых наборов фазовых сдвигов.

Практически процедура определения $p(\delta)$ сводится к нахождению значений δ при моделировании повторения ранее выполненного эксперимента методом Монте Карло. Моделирование при этом состоит в том, что экспериментальные величины случайным образом сдвигаются от своих средних значений в пределах нескольких стандартных отклонений. Работать можно с "истинным" экспериментальным материалом или вычисленным по "модели точного решения" (обычно решение с меньшим χ^2 ^{/8/}). Вероятность ошибки первого рода при отбрасывании гипотезы с большим χ^2 определяется по результатам моделирования по формуле, которая следует из выражения (1)

$$P = \frac{1}{N} \sum_{\xi=1}^N P(\Delta \geq \Delta - \delta_{\xi}),$$
(2)

где N - число псевдоэкспериментов, ξ - номер псевдоэксперимента.

Необходимо заметить, что при определении $p(\delta)$ в описываемом случае для сокращения времени моделирования использовались линеаризованные зависимости функций, входящих в минимизируемый функционал χ^2 , от параметров (фазовых сдвигов). Предварительно на примере одного из решений (решение 1) было показано, что в случае фазового анализа работа с линеаризованным и точ-

ным функционалом χ^2 дает один и тот же результат. При моделировании в качестве экспериментальных данных использовались величины $\sigma_i y_i$, где σ_i - стандартное отклонение в i -экспериментальной точке, y_i - случайное число, распределенное по закону Гаусса с единичной дисперсией, заключенное в интервале $-4 \leq y_i \leq 4$. Результаты определения вероятности ошибки первого рода приведены в таблице 5.

Из таблицы 5 видно, что наборы 1 и 4 могут быть отброшены с вероятностью ошибки $5 \cdot 10^{-4}$ %. В случае пятого набора эта вероятность составляет 4-5%. Интересная ситуация наблюдается при сравнении наборов 2 и 3. При разных параметризациях (раздельное и совместное варьирование мнимых частей фазовых сдвигов 3P и 3F -волн) вероятность ошибки при отбрасывании любого из этих наборов резко меняется.

Необходимо заметить, что вероятность ошибки первого рода, приведенная в таблице 5, при сравнении наборов с одинаковым числом параметров определена с учетом симметрии кривой $p(\delta)$, т.е. по удвоенному числу псевдоэкспериментов.

З а к л ю ч е н и е

Из пяти наборов фазовых сдвигов, найденных первоначально при фазовом анализе данных по рассеянию нуклонов нуклонами, существует по крайней мере два набора, полученных в несколько разных предположениях относительно характера процессов мезообразования, при отбрасывании которых вероятность ошибки первого рода близка к единице. Это набор 2 при раздельном варьировании мнимых частей фазовых сдвигов 3P и 3F -волн (табл. 3, $\chi^2 = 237,0$), и набор три при совместном варьировании $\text{Im } \delta_{3P}$ и $\text{Im } \delta_{3F}$ (табл. 4, $\chi^2 = 233,8$), когда дополнительно учтено мезообразование из нерезонансного 3F_4 -состояния. Эти два набора существенно отличаются друг от друга как по величине фазовых сдвигов волн с изотопическим спином $T = 1$, так и по фазовым сдвигам $T=0$. Особенно большое различие имеется в фазовых сдвигах S , P и D -волн. Набор 2 имеет большие фазовые сдвиги 1S_0 и 3P_0 -волн и в этом смысле напоминает второй набор фазовых сдвигов, существовавший ранее в области ниже порога мезообразования. Резкое различие наблюдается в величине δ_{3D_1} ,

которая для наборов 2 и 3 составляет 18,33 и 25,41⁰, соответственно. Интересно отметить, что характер поведения δ_{3D_1} в области более низких энергий в предположении монотонной зависимости фазовых сдвигов от энергии требует отрицательного значения для δ_{3D_1} при 630 Мэв. Таким образом, если бы оказалось, что истинным является второй набор, то δ_{3D_1} в интервале энергий 400–630 Мэв меняется очень резко. Совокупность имеющихся в настоящее время экспериментальных данных не дает основания утверждать, что это обстоятельство можно объяснить интенсивным мезообразованием из состояния Φ_1 .

Необходимо заметить, что описание обработанных экспериментальных данных с помощью полученных наборов фазовых сдвигов нельзя признать хорошим. Даже в наиболее оптимальном случае (набор 3, совместное варьирование) отношение $\chi^2 / \bar{\chi}^2$ составляет 1,16). При числе степеней свободы 201 вероятность $P(\chi^2 \geq 1,16 \bar{\chi}^2)$ составляет $\approx 1\%$. Из возможных причин этого прежде всего следует указать:

1. Энергетическую зависимость экспериментальных данных в рассматриваемом интервале энергий.
2. Увеличенный разброс экспериментальных данных за счет ошибок эксперимента.
3. Влияние процессов мезообразования из состояний с изотопическим спином $T = 0$.
4. Использование одномезонного приближения, начиная с орбитальных моментов $l = 6$.

Для проверки влияния энергетической зависимости данных на качество описания их из обработанных данных были исключены результаты измерения P_{pp} при энергии 680 Мэв^{/21/}. Как показывает эксперимент, наиболее заметное изменение поляризации P_{pp} с энергией имеет место в интервале 650–700 Мэв^{/5/}. Все остальные величины в пределах ошибок эксперимента в интервале 600–650 Мэв остаются постоянными. Исключение P_{pp} при энергии 680 Мэв из числа обработанных данных несущественно повлияло на качество описания экспериментального материала. Отношение $\chi^2 / \bar{\chi}^2$ понизилось с 1,18 и 1,15 до 1,13 и 1,11 для второго набора при раздельном и для третьего при совместном варьировании мнимых частей фазовых сдвигов 3P и 3F волн, соответственно.

Несколько увеличенный разброс экспериментальных данных наблюдается для параметров тройного рассеяния D и R . В связи с этим дополнительные измерения этих параметров были бы очень интересны.

Для проверки пункта 3 была учтена возможность мезообразования из состояний 1P_1 , 3D_1 и 1F_3 . При этом оказалось, что описание экспериментального материала не улучшается, значение χ^2 уменьшается не более, чем на единицу на каждый дополнительный свободный параметр. Мнимые части фазовых сдвигов перечисленных волн малы и отличаются от нуля не более, чем на одну-две ошибки.

Проверка применимости одномезонного приближения, начиная с орбитальных моментов $l = 6$, не производилась, так как увеличение l_{\max} на единицу приводит к увеличению числа параметров (фазовых сдвигов) на пять, из них четыре относятся к состояниям с полным изотопическим спином $T = 0$. При имеющихся же экспериментальных данных параметры для $T = 0$ определяются с большими ошибками уже для G -волны.

Авторы благодарны В.С. Киселеву, Р.М. Рыщину, Р.Я. Зулькарнееву, Л.С. Ажгирею за обсуждение результатов работы, В.А. Максимовой - за помощь в работе.

Л и т е р а т у р а

1. Ю.М. Казаринов, В.С. Киселев. ЖЭТФ 46, 797 (1964).
2. Ю.М. Казаринов, Ф. Легар, А.Ф. Писарев, Ю.Н. Симонов, З. Яноут. ЯФ 4, 567 (1966).
3. Ю.М. Казаринов, Ф. Легар, А.Ф. Писарев, З. Яноут. ЯФ, 5, 140 (1967).
4. А.С. Ажгирей, Н.П. Клепиков, Ю.П. Кумекин, М.Г. Мещеряков, С.Б. Нурушев, Г.Д. Столетов. ЖЭТФ 45, 1174, (1963).
5. В.С. Киселев, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров, Р.Я. Зулькарнеев. Препринт ОИЯИ Е1-3184, Дубна 1967.
6. Ю.М. Казаринов, В.С. Киселев, А.М. Розанова, Н.Н. Силин. Препринт ОИЯИ Р1-3268, Дубна 1967.
7. Ю.М. Казаринов. Обзорный доклад на конференции по нуклон-нуклонному взаимодействию. Гейнсвилл (США) 1967. Труды конференции.

8. Б.М. Головин, Р.Я. Зулькарнеев, В.С. Киселев, С.В. Медведь, В.И. Никаноров, А.Ф. Писарев, Г.Л. Семашко. Препринт ОИЯИ Р1-3167, Дубна 1967.
9. L.Wolfenstein, J.Ashkin. *Phys. Rev.*, 85, 947, 1959.
10. Б.М. Головин, А.М. Розанова. Препринт ОИЯИ Р-2861, Дубна 1967.
11. Ю.М. Казаринов, И.Н. Силин. *ЖЭТФ*, 43, 692, (1962).
12. N.Hoshizaki, S.Machida. *Prog. Theor. Phys.*, 29, 44, 1963.
13. Н.П. Богачев, И.К. Взоров. *ДАН СССР* 99, 931 (1954).
14. Н.П. Богачев. *ДАН СССР* 108, 806 (1956).
15. С.Я. Никитин, Я.М. Селектор, Е.Г. Богомолов, С.М. Зомбковский. *Изв. АН СССР, сер. физ.* 19, 561 (1955).
16. М.Г. Мешеряков, Б.С. Неганов, Л.М. Сороко, И.К. Взоров. *ДАН СССР*, 99, 959 (1954).
17. Е.Г. Богомолов, С.М. Зомбковский, С.Я. Никитин, Я.М. Селектор. *CERN Symposium 2*, 130, Geneva, 1956.
18. L.M.Smith, A.W.MacReynolds, G.Snow. *Phys. Rev.*, 97, 1186, 1955.
19. В.М. Гужавин, Г.К. Клигер, В.З. Колганов, А.В. Лебедев, К.С. Мариш, М.А. Мусин, Ю.Д. Прокошкин, В.Т. Смолянкин, А.П. Соколов, Л.М. Сороко, Цуй Ва-чуан. *ЖЭТФ* 47, 1228 (1964).
20. Л.С. Ажгирей, Ю.П. Кумекин, М.Г. Мешеряков, С.Б. Нурушев, В.П. Соловьянов, Г.А. Столетов. *Phys. Lett.* 18, 203, 1965.
21. F.W.Betz, J.E.Arens, H.F.Dost, M.J.Honsroul, S.E.Holloway (Part I) 12-ая международная конференция по физике высоких энергий Дубна; 1,25 (1966).
22. В.П. Джелепов, Б.М. Головин, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. 12-ая международная конференция по физике высоких энергий (Дубна, 1964). 1, 11 (1966).
23. Ю.П. Кумекин, М.Г.Мешеряков, С.Б. Нурушев, Г.Д. Столетов. *ЖЭТФ* 46, 50, (1964).
24. Ю.П. Кумекин, М.Г. Мешеряков, С.Б. Нурушев, Г.Д. Столетов. *ЖЭТФ* 43, 1665 (1962).
25. В.И. Никаноров, Г. Петер, А.Ф. Писарев, Х. Позе. *ЖЭТФ* 42, 1209 (1962).
26. И. Быстрицкий, Б.М. Головин, Р.Я. Зулькарнеев, С.В. Медведь, В.И. Никаноров, А.Ф. Писарев. 12-я международная конференция по физике высоких энергий (Дубна, 1964) 1, 14 (1966).
27. Б.М. Головин, В.П. Джелепов, Р.Я. Зулькарнеев, Цуй Ва-чуан. *ЖЭТФ* 44, 142 (1963). Исправления. Р.Я. Зулькарнеев. Диссертация, ОИЯИ, Дубна 1965.
28. H.E.Dost. Preprint UCRL-11877 Berkeley, 1965.
29. В.П. Джелепов, В.И. Москалев, С.В. Медведь. *ДАН СССР* 104, 380 (1955).

30. Н.С. Амаглобели, Ю.М. Казаринов. ЖЭТФ 37, 1587 (1962);
ЖЭТФ 34, 53 (1958).
31. Ю.М. Казаринов, Ф. Легар, Ю.Н. Симонов. Препринт ОИЯИ Р1207, Дубна 1963.
32. Б.М. Головин, В.П. Джелепов, Ю.В. Катичев, А.Д. Конин, С.В. Медведь.
ЖЭТФ 36, 735 (1959).
33. В.П. Джелепов, В.И. Сатаров, Б.М. Головин. ДАН СССР 104, 717 (1955).
34. Ю.М. Казаринов, В.С. Киселев. ЖЭТФ 46, 797 (1964).

Рукопись поступила в издательский отдел
29 сентября 1967 г.

Таблица № I

Величина	Е М В	Число точек	Данные работ
σ_{pp}	590,650,657, 660	62	/13-19/
P_{pp}	635,657,680	63	/5,20-22/
D_{pp}	635	8	/7,20,22/
A_{pp}	608	5	/23/
R_{pp}	635	8	/8,24/
C_{kp}^{pp}	605,660	2	/25,26/
C_{nn}^{pp}	605,640,660	17	/26-28/
σ_t^{pp}	640	I	/29/
σ_{np}	580,590,630	48	/30 - 32/
P_{np}	605,635	II	/2,22/
R_{np}	605	3	/2,3/
D_{np}	635	I	/22/
σ_t^{np}	630	I	/33/
$\sigma_{nd}/\sigma_{np}(0)$	630	I	/34/

Таблица 2

№ реше- ния	χ^2	Число повто- рений при поиске	Примечание
Старые решения			
1.	248,4	-	Выбрасывается по $\sigma_{pp} (5^\circ) \div \Delta\chi^2 = 15$; $A_{pp} (26^\circ) \div \Delta\chi^2 = 12$ и по критерию работы /6/.
2.	233,1	-	
Новые решения			
3.	243,7	10	
4.	256,6	7	
5.	245,5	3	
6.	286,71	13	Выбрасывается по $\sigma_{pp} - \Delta\chi^2 = 12$ и $R_{pp} (90^\circ) - \Delta\chi^2 = 18$.
7.	329,09	5	Выбрасывается по χ^2 - критерию
8.	305,65	1	Выбрасывается по χ^2 - критерию.

Таблица 3

фазовые сдвиги нуклон-нуклонного рассеяния при энергии 630 Мэв
 ($r_{max} = 5$) (решения в физической области при раздельном
 варьировании)

Фазо- вые сдвиги	Набор 2		Набор 3		Набор 4		Набор 5	
	δ_0	$\pm \Delta \delta_0$	δ_0	$\pm \Delta \delta_0$	δ_0	$\pm \Delta \delta_0$	δ_0	$\pm \Delta \delta_0$
	Действительные части фазовых сдвигов, град							
I	2	3	4	5	6	7	8	9
f^2	0,056	0,008D	0,066	0,007	0,086	0,009I	0,060	0,0080
1S_0	-27,17	2,5I	-26,1I	3,00	-27,59	2,17	-35,46	03,76
3S_1	1,33	5,58	-25,49	5,64	9,74	3,03	-5,98	6,10
3P_0	-52,68	7,75	-30,07	4,38	-26,52	3,96	-48,79	5,65
1P_1	-53,44	9,99	5,74	5,24	-17,03	4,15	-46,33	10,6I
3P_1	-37,44	2,06	-16,7I	2,66	-30,56	2,60	-34,62	2,19
3P_2	17,82	1,39	40,73	2,52	26,8I	0,82	19,56	1,57
ϵ_1	11,94	8,00	32,13	2,25	12,13	2,00	9,68	4,62
3D_1	26,20	8,82	-17,6I	7,10	40,30	2,49	18,05	3,67
1D_2	5,73	2,46	-2,0I	2,09	9,75	2,17	0,53	1,48
3D_2	22,13	3,90	9,07	5,01	19,34	1,99	5,62	3,22
3D_3	3,68	3,14	-3,44	2,65	9,64	2,00	5,02	2,96
ϵ_2	-2,17	1,64	-2,00	1,18	-2,25	1,33	-4,27	0,83
3F_2	-6,15	1,46	-8,55	0,53	-4,28	0,70	-6,4I	1,37
1F_3	2,17	2,62	1,14	2,22	0,090	1,79	4,97	2,43
3F_3	-1,02	1,55	4,6I	0,8I	1,63	0,90	4,1I	1,26
3F_4	2,99	0,6I	0,60	0,72	5,30	0,44	3,0I	0,63
ϵ_3	5,29	3,73	16,47	1,09	-9,98	1,09	15,10	2,69
3G_3	1,59	2,40	-2,90	1,96	11,87	1,42	-6,83	2,86

I	2	3	4	5	6	7	8	9
1G_4	5,35	0,66	3,99	0,67	6,37	0,71	2,42	0,80
3G_4	-0,74	2,39	3,06	1,60	0,66	1,80	4,27	2,24
3G_5	-1,89	0,98	-3,62	2,08	-1,57	0,60	-9,38	1,37
1G_4	-0,96	0,79	-2,35	0,59	-1,66	0,67	-3,27	0,46
3H_4	1,20	0,57	-1,42	0,28	-5,05	0,47	0,73	0,53
1H_6	3,69	1,06	-6,34	1,33	7,69	1,90	-4,88	1,02
3H_6	3,07	0,69	-2,47	0,54	-0,69	0,61	-0,020	0,61
3H_6	1,73	0,20	-0,99	0,34	-2,94	0,35	1,76	0,265
	Мнимые части фазовых сдвигов, град.							
3P_2	3,63	1,44	11,97	2,23	4,21	1,24	4,37	1,61
1D_2	5,30	3,35	20,64	1,64	21,94	1,83	5,90	3,57
3F_2	3,31	2,09	0,00	0,00	1,23	0,89	2,55	1,51
3F_3	10,34	3,14	1,81	0,81	3,40	1,46	10,76	2,06
χ^2	237,0		249,2		281,5		244,9	

Таблица 4

фазовые сдвиги нуклон-нуклонного рассеяния при энергии 630 Мэв
($\epsilon_{\max} = 5$) (решения при совместном варьировании)

Фазо- вые сдвиги	набор 2		набор 3		набор 4		набор 5	
	Действительные части фазовых сдвигов, град.							
	δ°	$\pm \Delta \delta^\circ$	δ°	$\pm \Delta \delta^\circ$	δ°	$\pm \Delta \delta^\circ$	δ°	$\pm \Delta \delta^\circ$
I	2	3	4	5	6	7	8	9
ϵ^2	0,057	0,008	0,072	0,005	0,073	0,010	0,061	0,009
1S_0	-29,78	2,47	-18,41	2,98	-15,10	2,40	-34,59	2,96
3S_1	5,36	3,99	-18,01	5,53	6,28	4,05	-9,02	5,72
3P_0	-53,46	6,45	-20,31	2,80	-21,33	2,18	-48,77	6,31
1P_1	-56,44	7,13	-27,61	5,85	-29,41	5,96	-20,74	5,76
3P_1	-40,16	3,19	-28,31	2,20	-31,28	1,70	-36,52	3,47
3P_2	17,73	1,21	35,12	1,27	31,49	0,67	20,51	1,30
ϵ_1	1,32	7,63	11,19	5,18	9,31	2,01	16,87	1,52
3D_1	18,33	8,92	-25,41	2,23	33,27	2,66	9,14	5,28
1D_2	5,48	1,68	9,98	1,58	14,98	1,01	2,47	1,80
3D_2	23,66	3,53	20,98	3,39	20,25	2,43	1,76	3,31
3D_3	7,47	2,10	-9,73	1,91	10,40	1,88	3,05	2,91
ϵ_2	-1,93	1,17	3,17	0,95	1,73	1,03	-3,10	0,80
3F_2	-9,80	1,33	-4,15	0,63	-3,89	0,58	-9,37	1,02
1F_3	3,49	3,41	-6,78	2,91	-0,28	2,15	8,07	1,90
3F_3	-2,68	1,11	1,42	0,80	0,42	0,96	1,84	0,99
3F_4	1,73	0,67	3,71	0,73	4,54	0,54	1,87	0,58
ϵ_3	5,13	3,28	11,59	1,69	-10,58	1,43	18,40	1,02
3G_3	6,16	2,44	-4,44	2,46	11,34	2,13	-14,37	3,22
1G_4	3,97	0,56	5,83	0,56	7,25	0,42	1,56	0,77
3G_4	-3,68	1,84	5,09	1,18	1,84	2,18	5,56	1,27

I	2	3	4	5	6	7	8	9
3G_3	-2,2I	I,35	-7,03	I,II	-2,3I	0,69	4II,82	0,79
4	-I,0I	0,90	I,02	0,80	-0,2I	0,57	-3,62	0,35
3H_4	I,46	0,58	-3,00	0,54	-4,90	0,44	-0,4I	0,45
1H_5	-4,48	I,46	-5,05	I,82	6,22	I,24	-7,5I	I,08
3H_5	-2,50	0,8I	-3,64	0,73	-I,27	0,72	0,46	0,56
3H_6	I,26	0,19	-3,48	0,36	-3,94	0,28	I,10	0,20
		Минимые части фазовых			сдвигов, град.			
$^3P_{0,1,2}$	2,32	0,65	2,68	0,47	2,40	0,36	2,6I	0,48
1D_2	8,30	2,79	9,99	2,64	II,75	2,09	I3,3I	2,94
$^3F_{2,3,4}$	2,84	0,33	2,58	0,27	I,95	0,2I	2,17	0,25
χ^2	24I,4		233,8		280,0		244,5	

Таблица 5

Максимальное значение вероятности ошибки первого рода P при отбрасывании данного решения

№ набора	Раздельное варьирование			Совместное варьирование		
	$Im \delta_{3P}$	И	$Im \delta_{3F}$	$Im \delta_{3P}$	И	$Im \delta_{3F}$
	χ^2	Число псевдоэкспериментов	$P\%$	χ^2	Число псевдоэкспериментов	$P\%$
I. Модель точного решения-набор 2 (разд.вар.) $\chi^2 = 237,0$						
1.	263,5	13	$5 \cdot 10^{-4}$			
2.	237,0					
3.	249,2	25	1,3			
4.	279,5	15	$5 \cdot 10^{-4}$			
5.	244,9	75	3,8			
2. Модель точного решения-набор 3 (совм.вар.), $\chi^2 = 233,8$						
1.				264,0	23	$5 \cdot 10^{-4}$
2.				241,4	23	17,7
3.	249,2	25	$1 \cdot 10^{-2}$	233,8		
4.				277,9	23	$5 \cdot 10^{-4}$
5.	244,9	65	2,1	244,5	61	4,6

Зависимость экспериментальных величин от угла рассеяния, рассчитанная по фазовым сдвигам наборов 2 и 3. Δ - коридор ошибок расчетных кривых.

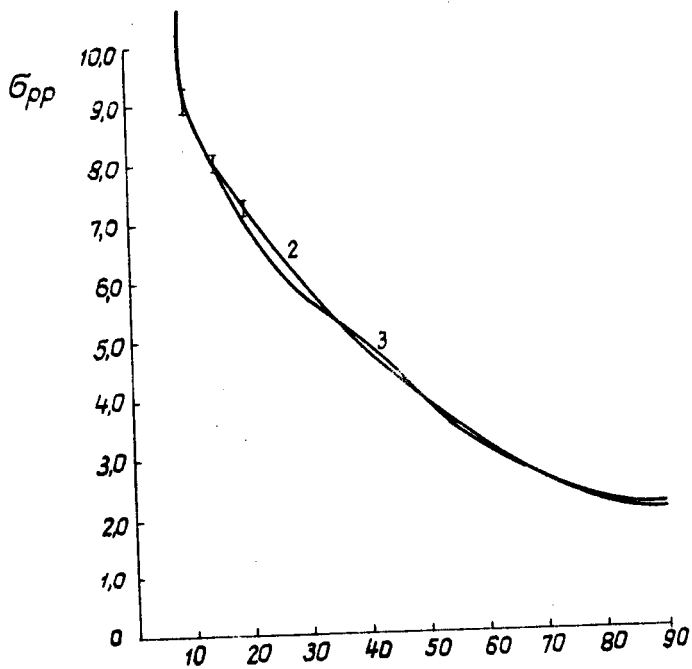


Рис. 1.

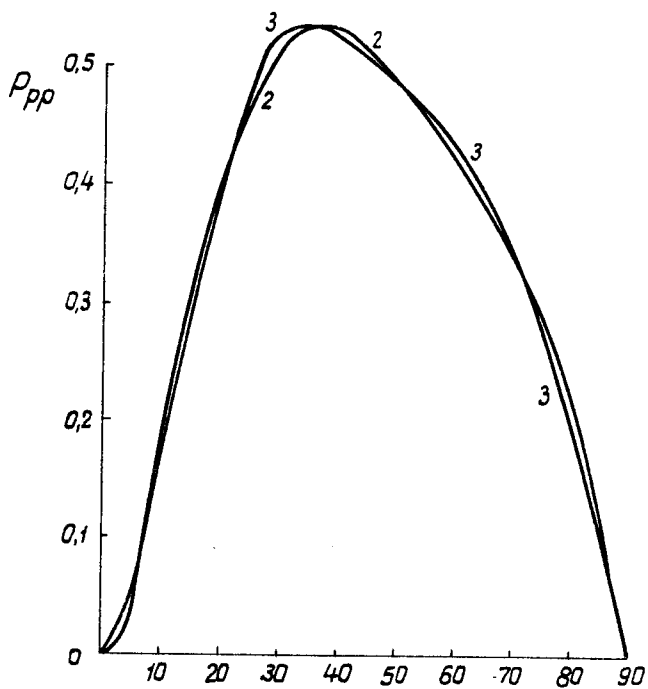


Рис. 2.

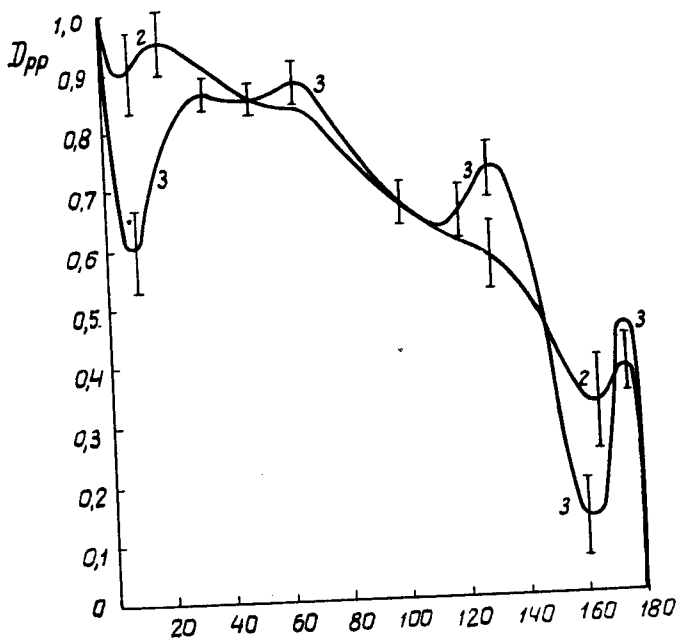


Рис. 3.

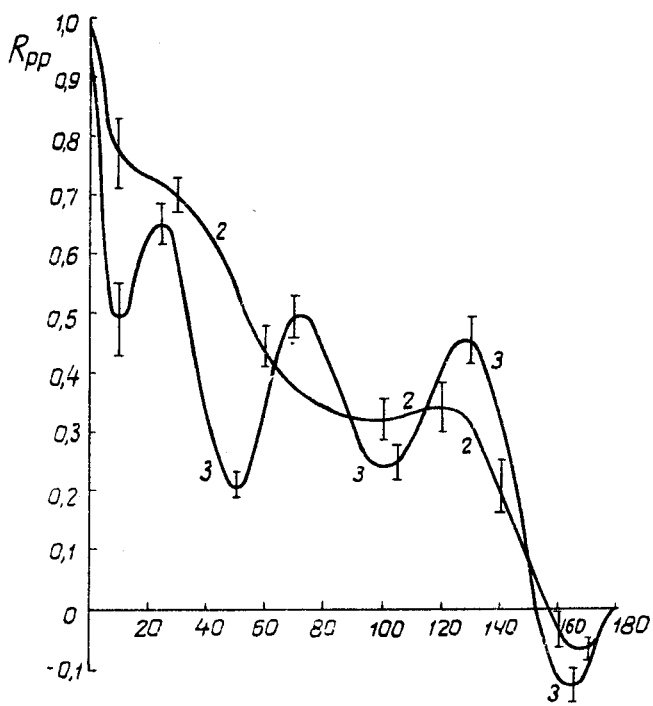


Рис. 4.

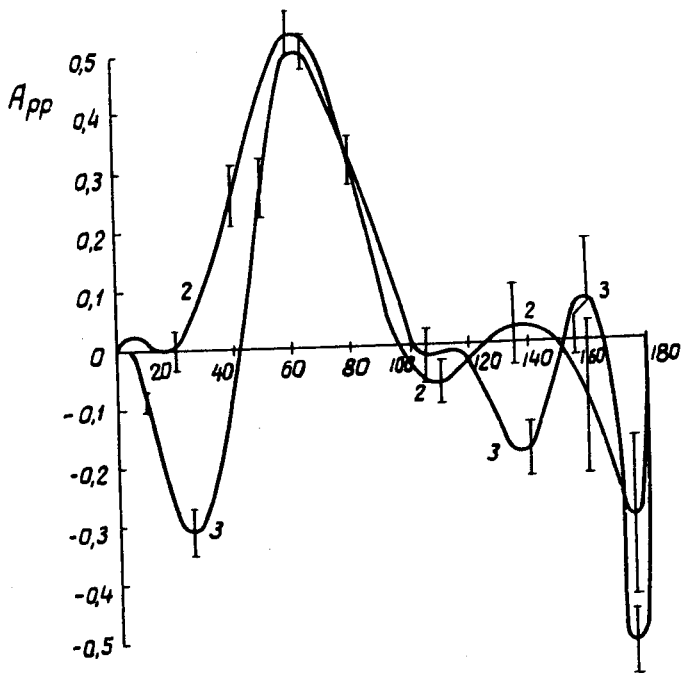


Рис. 5.

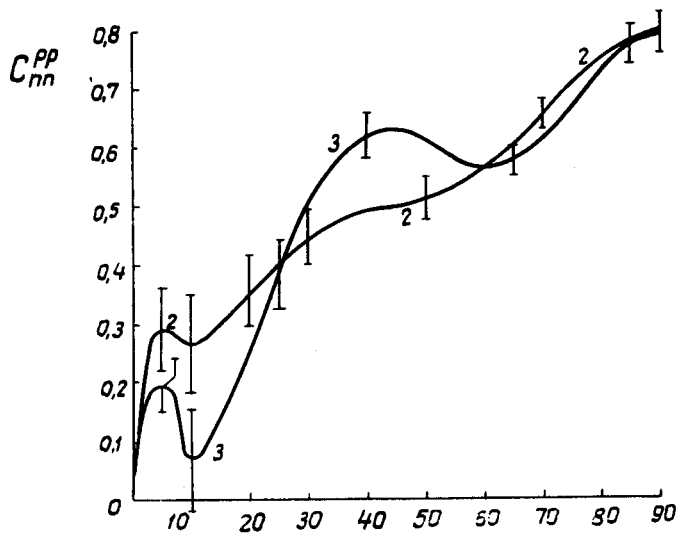


Рис. 6.

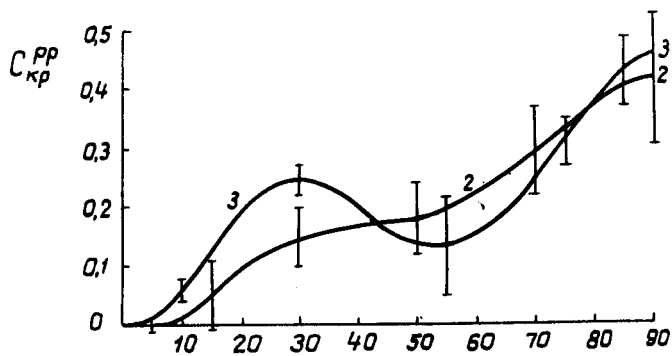


Рис. 7.

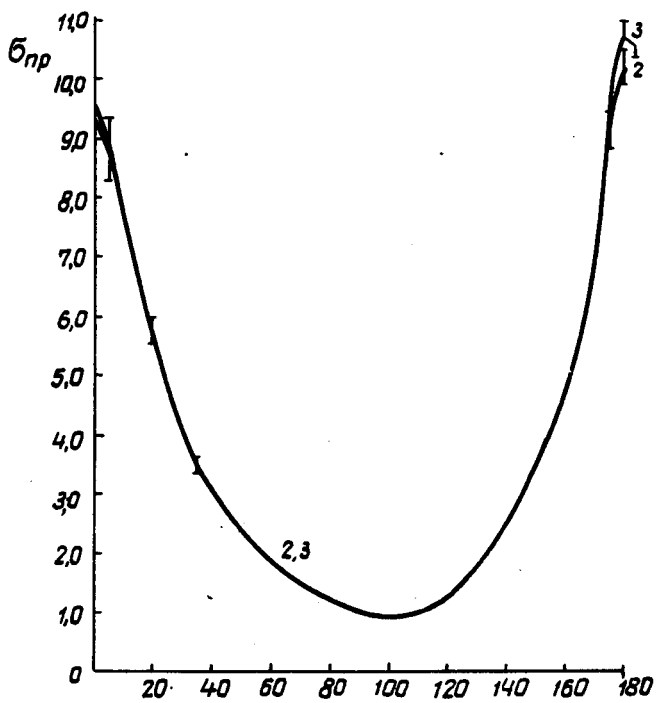


Рис. 8.

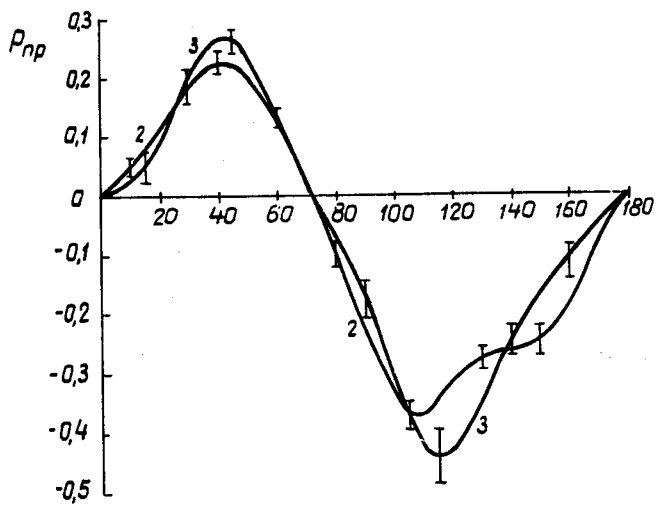


Рис. 9.

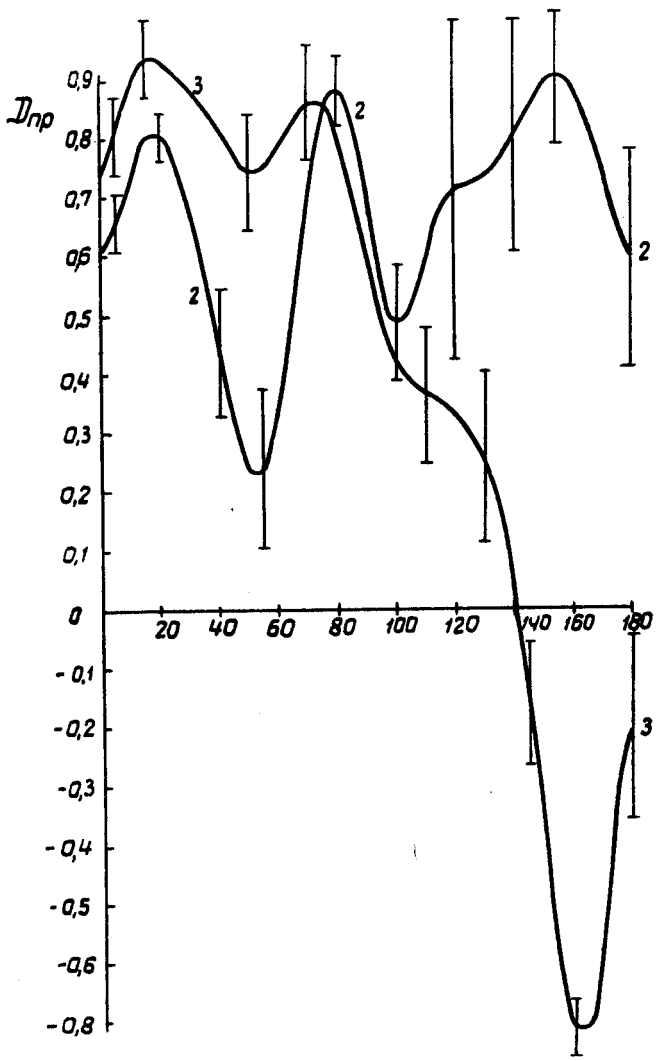


Рис. 10.

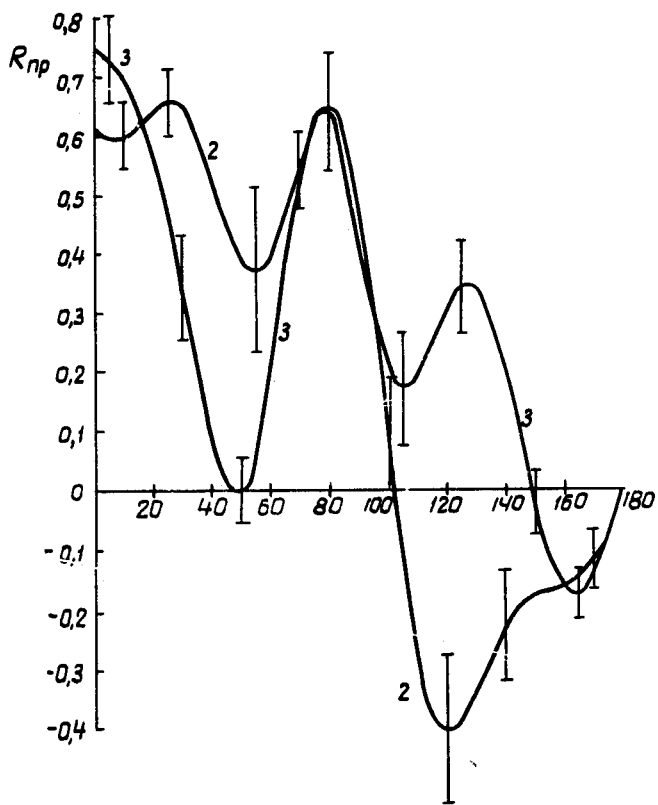


Рис. 11.

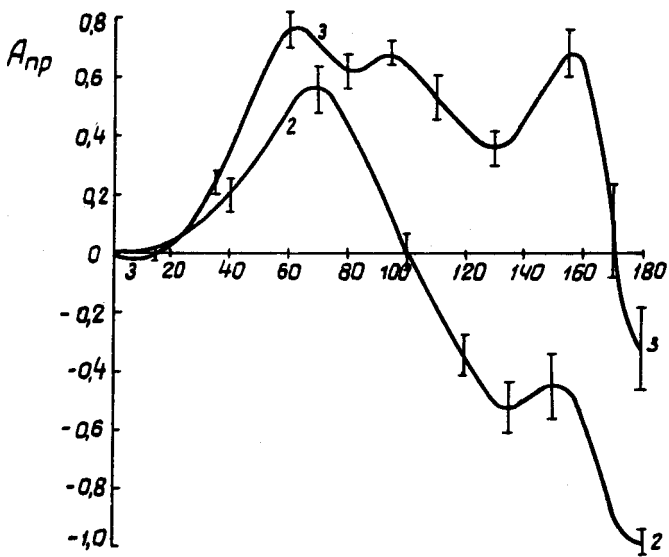


Рис. 12.

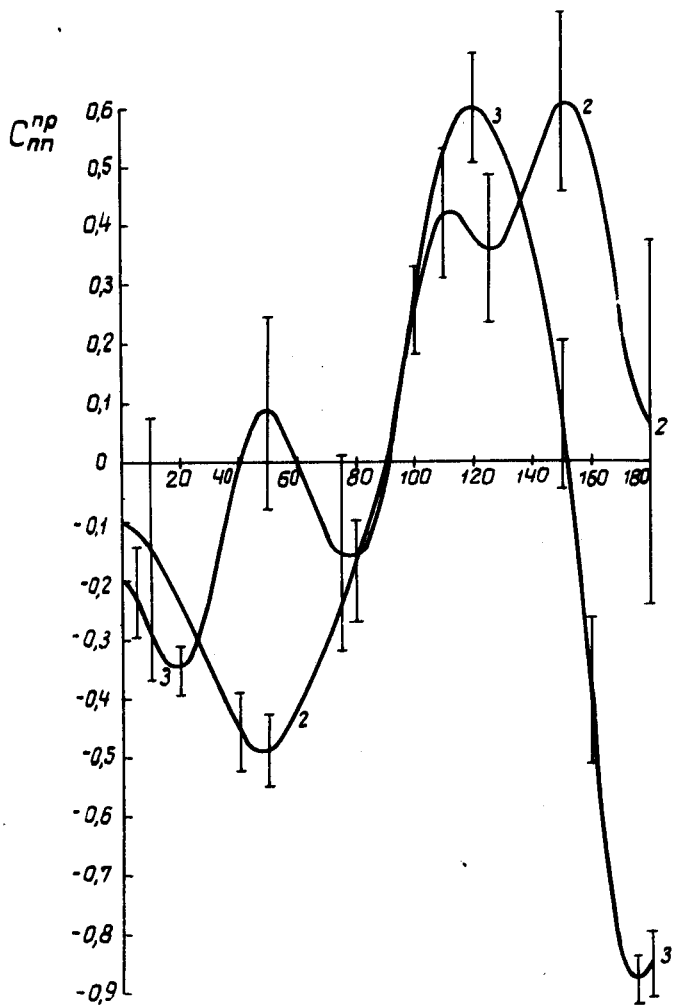


Рис. 13.

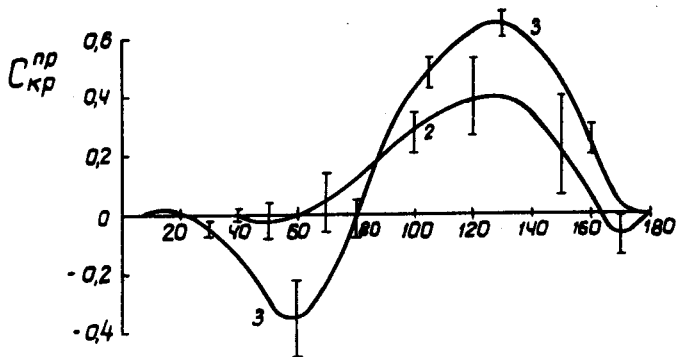


Рис. 14.