

97690

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

С 346

С-214

1 - 4764

В.И. Сатаров

ОПЫТЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ АСИММЕТРИИ, ПОЛЯРИЗАЦИИ,
ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ И ПРОВЕРКА Т-ИНВАРИАНТНОСТИ
В УПРУГОМ НУКЛОН-НУКЛОННОМ РАССЕЙЯНИИ
ПРИ ЭНЕРГИИ 635 МЭВ

Специальность 040 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой
степени кандидата физико-математических наук

Дубна 1969

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований.

Научные руководители:

доктор физико-математических наук

Б.М. Головин

кандидат физико-математических наук

Р.Я. Зулкарнеев

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук

С.М. Биленький

кандидат физико-математических наук

Г.А. Лексин

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Ленинградский физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе АН СССР.

Автореферат разослан " " " 1969 г.

Защита диссертации состоится " " " 19 г.

на заседании Ученого совета Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Адрес: г. Дубна, Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория ядерных проблем.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Совета

кандидат физико-математических наук

О.А. Займидорога

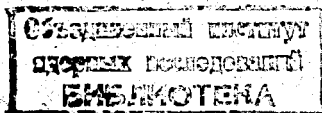
1 - 4764

В.И. Сатаров

ОПЫТЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ АСИММЕТРИИ, ПОЛЯРИЗАЦИИ,
ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ И ПРОВЕРКА Т-ИНВАРИАНТНОСТИ
В УПРУГОМ НУКЛОН-НУКЛОННОМ РАССЕЯНИИ
ПРИ ЭНЕРГИИ 635 МЭВ

Специальность 040 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой
степени кандидата физико-математических наук



В в е д е н и е

Изучение нуклон-нуклонных взаимодействий является одной из важнейших задач современной физики элементарных частиц. Существующие теории еще не дают достаточно полного и строгого описания этих взаимодействий, поэтому широкое распространение получили различные феноменологические способы их описания. Так, результаты опытов по упругому нуклон-нуклонному рассеянию можно описать с помощью амплитуды рассеяния, введенной Вольфенштейном и Ашкиным в 1952 г. ^{/1/}

В работе Л.Д. Пузикова, Р.М. Рындина, Я.А. Смородинского ^{/2/} было сформулировано определение полного набора опытов, необходимых для восстановления амплитуды упругого нуклон-нуклонного рассеяния в области энергий до порога рождения мезонов, проанализированы результаты всевозможных опытов и установлено, какие из них являются независимыми. В области энергий выше порога рождения мезонов восстановление амплитуды нуклон-нуклонного рассеяния для обоих изотопических состояний ($T=0$ и $T=1$) рассматривалось также в нашей работе ^{/3/}. С целью сокращения числа опытов по pp -рассеянию в ней предлагалось проводить совместный анализ pp и pp данных, было рассмотрено несколько возможных наборов опытов и получены необходимые для совместного анализа формулы.

Вопросу восстановления амплитуды нуклон-нуклонного рассеяния с учетом релятивистских эффектов посвящена работа ^{/4/}. Результаты работ ^{/2-4/} во многих случаях являлись

теоретической основой для составления программ экспериментальных исследований упругого нуклон-нуклонного рассеяния в широкой области энергий.

При не слишком высоких энергиях нуклонов наиболее успешным оказался метод восстановления амплитуды рассеяния с помощью модифицированного фазового анализа ^{/5/}. В настоящее время на основе такого подхода амплитуда рассеяния восстановлена однозначно в области энергий от 50 до 430 Мэв. С целью восстановления амплитуды упругого нуклон-нуклонного рассеяния при энергии 650 Мэв была сформулирована и к настоящему времени частично выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ обширная программа экспериментальных исследований. В ходе осуществления этой программы автором совместно с Б.М. Головиным, В.П. Желеповым, Р.Я. Зулькарнеевым, В.С. Надеждиным были проведены измерения асимметрии ^{/3,6,7/}, поляризации и деполяризации ^{/6,8,10/} в pp - и $p\bar{p}$ -соударениях. Полученные данные использовались в фазовых анализах ^{/7,11,15/}, а также позволили провести проверку T -инвариантности упругого pp -рассеяния ^{/9,10/}. Одни эксперименты были выполнены при этой энергии впервые, другие - повторно, с целью получения более точных данных.

В основу диссертации положены исследования по упругому нуклон-нуклонному рассеянию, выполненные автором совместно с другими сотрудниками лаборатории в течение 1957-1969 гг. при помощи методики сцинтилляционных счетчиков и опубликованные в работах ^{/3,6-13/}. Результаты этих исследований докладывались на международных конференциях в Киеве (1959 г.), Гейнсвилле (1967 г.) и Дубне (1964 и 1968 гг.).

Диссертация состоит из введения и 4 глав. Во введении дается краткий обзор работ по исследованию упругих нуклон-нуклонных взаимодействий; в первой главе дается описание характеристик пучка, на котором проводились исследования; вторая и третья главы посвящены опытам по исследованию асимметрии, поляризации и деполяризации в pp - и $p\bar{p}$ -соударе-

ниях, четвертая глава содержит результаты работ по фазовому анализу и проверке T -инвариантности в протон-протонном рассеянии.

Глава 1

Основные характеристики поляризованного пучка протонов

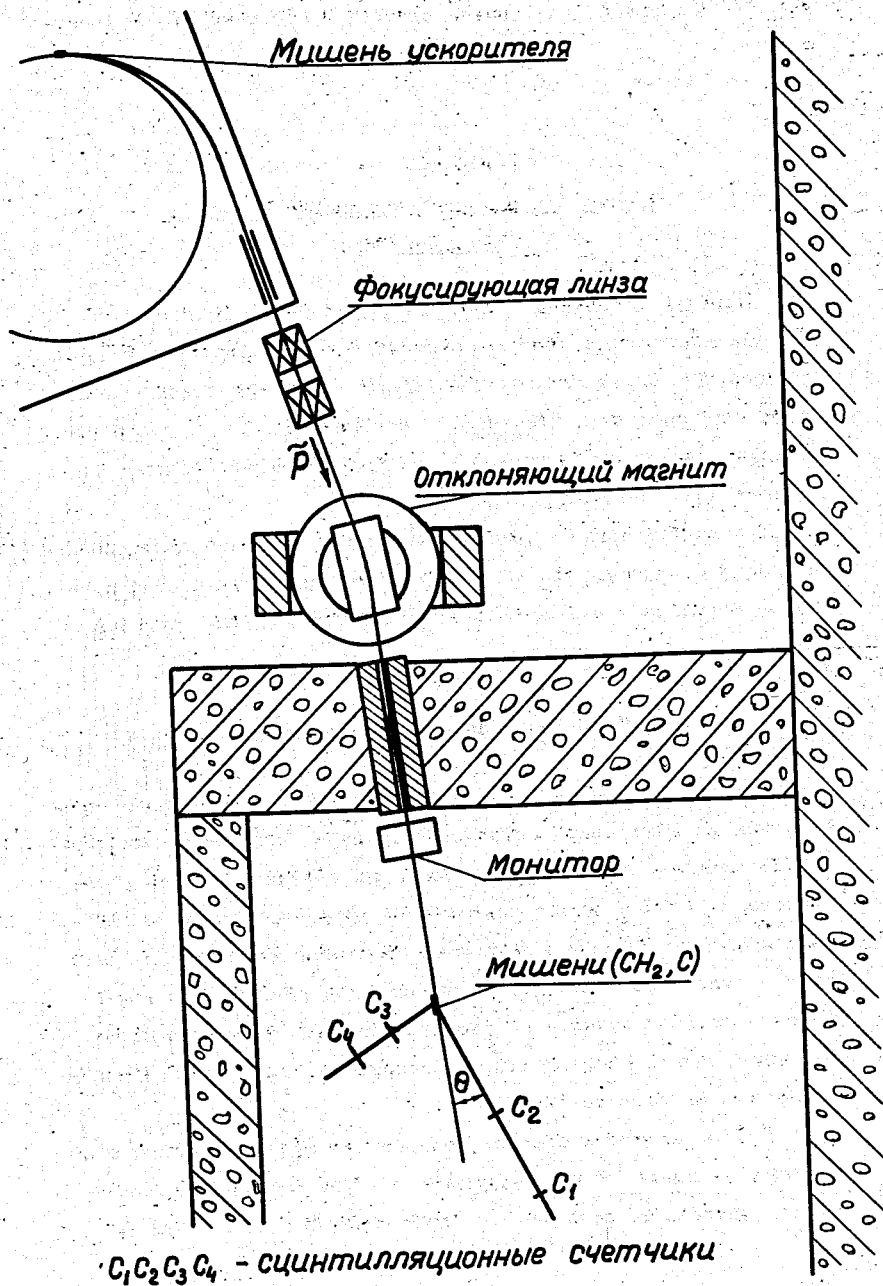
Перед проведением поляризационных экспериментов большое значение имеют точные сведения о характеристиках используемого пучка: средней энергии, ширине энергетического спектра, симметрии профиля и степени его поляризации. Схема получения поляризованного пучка протонов, на котором выполнялись исследования, приведена на рис. 1.

Средняя энергия и дисперсия энергий протонов поляризованного пучка определялись из результатов измерения кривой пробогов, полученной при торможении протонов медными фильтрами, и оказались равными

$$E = 633 \pm 9,4 \text{ Мэв (стандартное отклонение).}$$

Тщательно исследовался профиль пучка. Его измерения проводились на пониженной интенсивности пучка с помощью очень узких (шириной 5 мм) сцинтилляционных счетчиков. Было установлено, что пучок имеет асимметрию профиля, которая составляла в рабочих условиях несколько процентов на сантиметр ширины пучка. Чтобы исключить погрешности, связанные с асимметрией профиля пучка и не вносить поправок в определяемые величины, рабочие измерения проводились с малыми поперечными размерами рассеивателей.

При определении степени поляризации пучка протонов, рассеянных на ядрах внутри вакуумной камеры ускорителя, встречаются трудности, связанные с определением угла вылета про-



C_1, C_2, C_3, C_4 - сцинтилляционные счетчики

Рис.1. Схема получения поляризованного пучка протонов в план "поляризационной" лаборатории.

тонов, а также ширины его спектра после второго рассеяния. Поэтому в нашей работе /13/ измерялась асимметрия рассеяния поляризованных протонов водородом для энергий 330, 600 и 635 Мэв. Из измеренных на нескольких углах значений асимметрии, а также имеющихся в литературе экспериментальных данных об асимметрии pp-рассеяния для энергий 330, 596, 609 и 635 Мэв была определена степень поляризации нашего пучка:
 $P_1 = 0,425 \pm 0,013$.

Имеющиеся в литературе данные говорят о том, что характеристики нашего пучка близки к соответствующим величинам пучков ускорителей ЦЕРНа и Беркли:

$E = 633 \pm 9,4$ Мэв,	$P_1 = 0,425 \pm 0,013$ ОИЯИ
$E = 575 \pm 5$ Мэв,	$P_1 = 0,395 \pm 0,008$ ЦЕРН
$E = 680$ Мэв,	$P_1 = 0,44 \pm 0,02$ Беркли.

Глава 2

Исследование асимметрии в упругом

pp- и rp-рассеянии

На пучке протонов с известной степенью поляризации P_1 с помощью телескопов из сцинтилляционных счетчиков измерялась асимметрия $\epsilon = P_1 \alpha = \frac{N_+ - N_-}{N_+ + N_-}$ в упругом pp- и rp-рассеянии /6,7/. Из полученных экспериментальных данных находилась асимметрия рассеяния α полностью поляризованного пучка протонов (табл. 1,2). Результаты наших исследований асимметрии для pp- и rp-рассеяний хорошо согласуются с данными других авторов, полученными на близких энергиях (см. рис. 2,3), а проведенный Мак-Грегором фазовый анализ /15/ свидетельствует о том, что они находятся в согласии и со всей совокупностью имеющихся в настоящее время экспериментальных данных.

Таблица 1

θ^0 д.с.	θ^0 с.п.м.	$\epsilon(\theta)$ пр.	$\bar{d}(\theta)$ пр.
12,0	27,6	0,202±0,010	0,475±0,024
14,0	32,2	0,212±0,009	0,499±0,021
15,0	34,4	0,211±0,010	0,496±0,024
16,0	36,7	0,222±0,008	0,522±0,019
17,0	38,9	0,222±0,008	0,522±0,019
18,0	41,2	0,220±0,006	0,518±0,014
19,0	43,4	0,217±0,006	0,511±0,014
19,5	44,5	0,218±0,008	0,513±0,016
20,0	45,6	0,216±0,006	0,508±0,014
20,5	46,7	0,213±0,006	0,501±0,014
21,0	47,8	0,206±0,004	0,485±0,009
21,5	49,0	0,205±0,008	0,482±0,016
22,0	50,1	0,209±0,006	0,492±0,014
22,5	51,2	0,209±0,006	0,492±0,014
23,0	52,3	0,205±0,006	0,482±0,014
24,0	54,5	0,189±0,006	0,445±0,014
25,0	56,6	0,178±0,006	0,419±0,014
26,0	58,8	0,189±0,007	0,445±0,016
26,9	60,8	0,168±0,006	0,395±0,014
28,0	63,1	0,172±0,010	0,405±0,021
32,1	71,8	0,126±0,006	0,296±0,014
35,9	79,9	0,077±0,007	0,181±0,016
40,7	89,7	0,005±0,004	0,012±0,009

Таблица 2

θ^0 с.п.м.	$\epsilon_{пр}(\theta)$	$\epsilon_{пр}(\theta)$ (квазиупругое рассеяние)	$\epsilon_{пр}(\theta)$	$\bar{d}_{пр}(\theta)$	$\bar{d}_{пр}(\theta)$ (квазиупругое рассеяние)	$\bar{d}_{пр}(\theta)$
18,5	0,124±0,024	-	0,129±0,016	0,284±0,054	-	0,295±0,038
34,5	0,156±0,018	0,182±0,013	0,201±0,010	0,358±0,042	0,417±0,031	0,461±0,024
45,7	0,103±0,013	0,215±0,013	0,204±0,012	0,236±0,030	0,493±0,031	0,467±0,028
56,7	0,042±0,013	0,184±0,006	0,191±0,010	0,097±0,030	0,421±0,014	0,438±0,024
67,3	0,021±0,008	0,149±0,011	0,146±0,011	0,047±0,020	0,342±0,025	0,335±0,025
90,0	-0,114±0,015	-0,004±0,010	0,014±0,006	-0,262±0,035	-0,009±0,024	-0,032±0,014
112,5	-0,166±0,017	-0,143±0,007	-0,155±0,007	-0,381±0,040	-0,328±0,017	-0,354±0,017
134,3	-0,133±0,015	-0,195±0,008	-0,208±0,008	-0,304±0,034	-0,446±0,020	-0,476±0,019
145,7	-0,091±0,029	-	-0,174±0,018	-0,208±0,068	-	-0,398±0,040

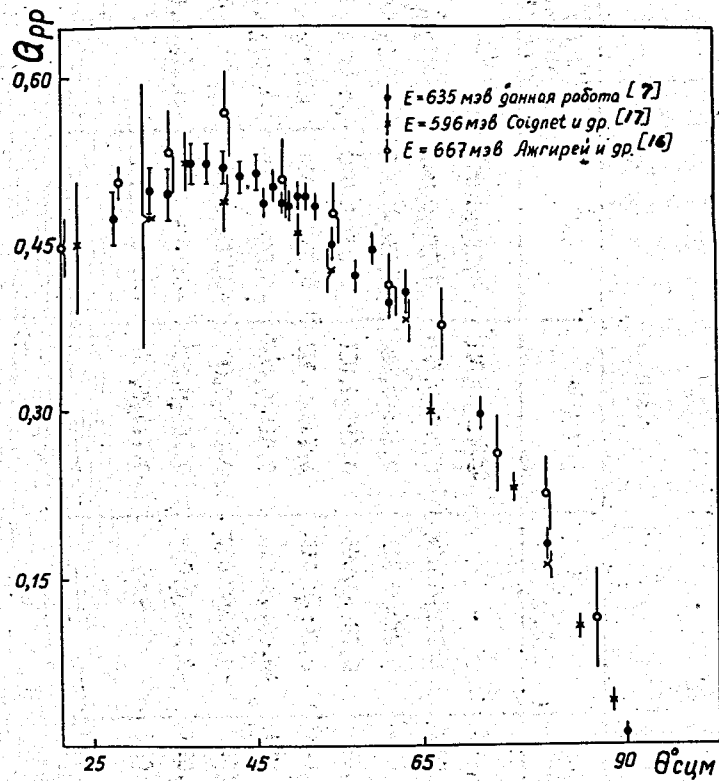


Рис.2. Асимметрия рассеяния полностью поляризованного пучка протонов протонами.

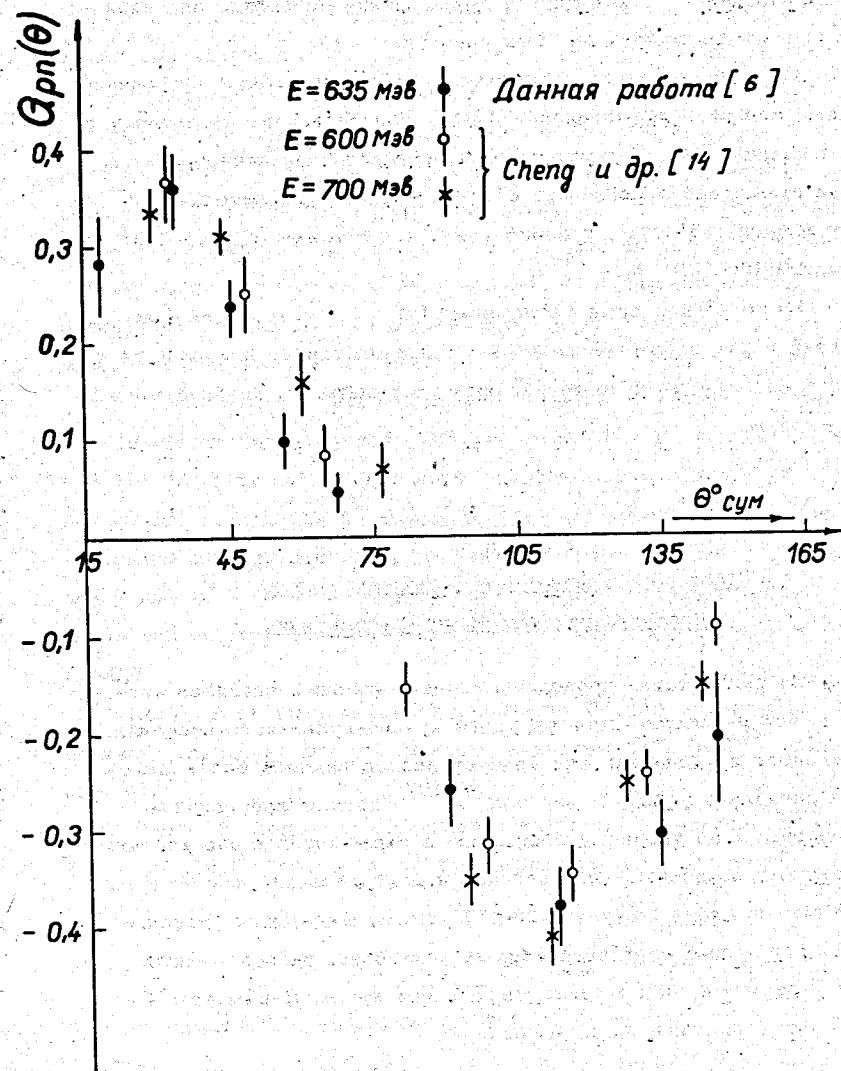


Рис.3. Асимметрия рассеяния полностью поляризованного пучка протонов нейтронами.

Асимметрия pp -рассеяния измерена в нашей работе ^{/7/} с более высокой точностью, чем в более ранних исследованиях; асимметрия в pn -рассеянии для энергии 635 Мэв ^{/3,6/} имеет примерно такую же погрешность, как и в работе Ченга и др. ^{/14/}, хотя последняя выполнена значительно позднее. Достигнутое нами уточнение асимметрии pp -рассеяния позволило значительно уменьшить ошибки фазовых сдвигов.

Из полученных экспериментальных результатов были вычислены величины произведений $I_0 \Omega$ для состояния с изотопическим спином $T=0$, откуда следует, что величина нецентральных взаимодействий в состоянии с $T=0$ остается значительной и для энергии 635 Мэв, подобно тому, как это имеет место для энергий 100-300 Мэв ^{/18/}.

Выполненное нами разложение $I_0 \Omega$ для pp - и pn -рассеяний в ряд по степеням $\cos \theta$ свидетельствует в пользу того, что в фазовом анализе необходимо учитывать, по крайней мере, G -волны.

Глава 3

Исследования параметров поляризации и деполаризации упругого pp -рассеяния

Из результатов проведенных ранее фазовых анализов следует, что ряд параметров упругого нуклон-нуклонного рассеяния нуждается в уточнении или требует исследования в более широком интервале углов. В работах ^{/8,10/} описаны проведенные нами опыты по тройному рассеянию в параллельных плоскостях, в которых измерялась поляризация и деполаризация для энергии 635 Мэв в интервале углов 28-117° с.п.м. Измерения проводились с помощью двух независимых установок, расположенных под углами $\pm \theta_2$ по отношению к оси пучка. Параметры P и D определялись из выражений

$$P = \frac{1}{2e_3} [e_{3+}(1+e_2) - e_{3-}(1-e_2)] P_1$$

$$D = \frac{1}{2e_3} [e_{3+}(1+e_2) + e_{3-}(1-e_2)].$$

Полученные экспериментальные результаты приведены в таблице 3 и изображены на рис. 4,5. Сравнение этих результатов с данными других работ на близких энергиях говорит о том, что они хорошо согласуются между собой ^{/16/}, кроме значения параметра $D(67^\circ) = 0,43 \pm 0,09$ для энергии 600 Мэв, полученного французской группой авторов с помощью поляризованной мишени ^{/19/}. По утверждению Мак-Грегора ^{/15/}, этот результат является ошибочным, так как он плохо удовлетворяет остальной совокупности экспериментальных данных. Появившиеся позднее экспериментальные данные о параметре D , полученные с помощью поляризованной мишени ЛЯП ОИЯИ ^{/21/}, удовлетворительно согласуются с нашими данными и анализом Мак-Грегора.

Энергетическая зависимость параметра D в области энергий 310-635 Мэв наиболее заметно проявляется в области углов 28-60° с.п.м., где параметр D для энергии 635 Мэв близок к единице и почти достигает значения, которое он должен иметь под углом 0° ($D(0^\circ) = 1$), тогда как соответствующее значение для энергий 310 и 430 Мэв ^{/18,20/} находится на уровне 0,3-0,5.

Полученное нами значение параметра $D_{pp}(\theta)$ близко к величине, предсказываемой фазовым анализом работы ^{/22/} (см. рис. 4).

Параметр деполаризации в квазиупругом pp -рассеянии для угла 112,5° (см. табл. 5) был определен нами в работе ^{/6/}.

Глава 4

Фазовый анализ данных упругого pp -рассеяния

В настоящее время амплитуда упругого нуклон-нуклонного рассеяния восстановлена однозначно в области энергий от 50

Таблица 3

θ° л.с.	θ° сцм	$e_{\beta+}$	$e_{\beta-}$	e_{β}	D_{pp}	P_{pp}
$12 \pm 1,2$	27,6	$0,171 \pm 0,020$	-	$0,089 \pm 0,004$	$1,14 \pm 0,24$	-
15	34,4	$0,195 \pm 0,009$	$-0,050 \pm 0,011$	$0,105 \pm 0,005$	$0,94 \pm 0,079$	$0,558 \pm 0,039$
18	41,2	$0,218 \pm 0,011$	$-0,067 \pm 0,014$	$0,120 \pm 0,004$	$0,89 \pm 0,078$	$0,563 \pm 0,041$
21	47,8	$0,235 \pm 0,005$	$-0,043 \pm 0,006$	$0,143 \pm 0,003$	$0,872 \pm 0,030$	$0,473 \pm 0,020$
27	60,8	$0,227 \pm 0,010$	$0,006 \pm 0,010$	$0,148 \pm 0,004$	$0,913 \pm 0,050$	$0,378 \pm 0,020$
32	71,8	$0,192 \pm 0,014$	$0,012 \pm 0,023$	$0,160 \pm 0,004$	$0,708 \pm 0,080$	$0,274 \pm 0,034$
$41 \pm 1,2$	90	$0,154 \pm 0,012$	$0,151 \pm 0,012$	$0,219 \pm 0,007$	$0,697 \pm 0,040$	$0,004 \pm 0,020$
49	106	$-0,033 \pm 0,022$	$0,299 \pm 0,020$	$0,215 \pm 0,006$	$0,707 \pm 0,07$	$-0,358 \pm 0,028$
55	117	$-0,07 \pm 0,024$	$0,200 \pm 0,024$	$0,184 \pm 0,006$	$0,48 \pm 0,09$	$-0,338 \pm 0,039$

14

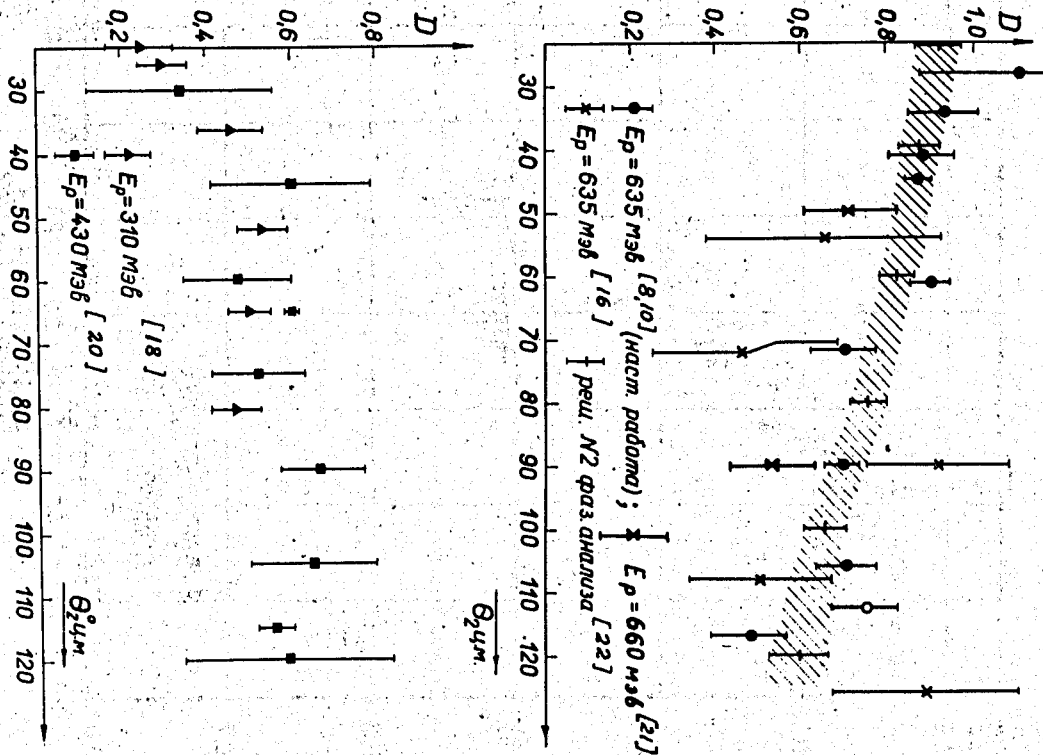


Рис.4. Угловая зависимость параметра лептокривизации при рассеянии протонов.

15

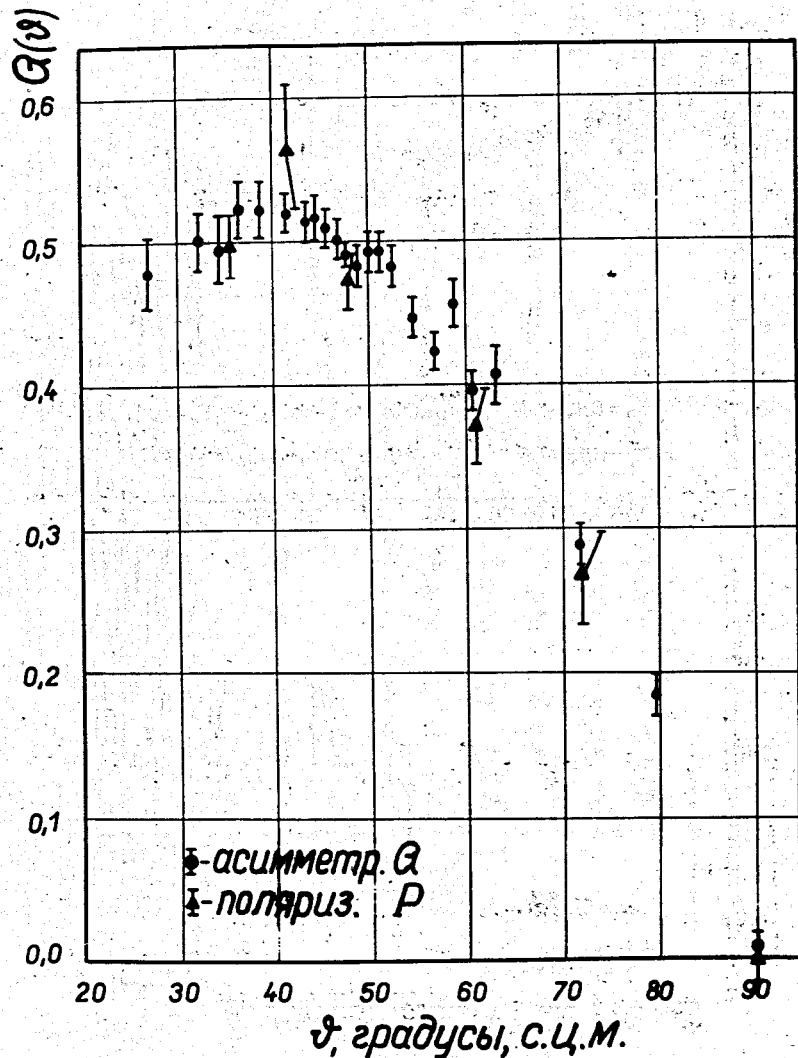


Рис.5. Сравнение параметров поляризации $P(\theta)$ и асимметрии $A(\theta)$ для упругого рассеяния протонов с энергией 635 Мэв.

до 430 Мэв для обоих изотопических состояний (T=0) и (T=1). Наиболее полные данные при энергии выше 430 Мэв получены в области 600-700 Мэв на ускорителях ОИЯИ, ЦЕРНа, Беркли, но и здесь их меньше, чем требуется по программе полного опыта.

Фазовые анализы данных по нуклон-нуклонному рассеянию при энергии 600-700 Мэв проводились в работах как советских, так и зарубежных авторов. На основании результатов этих работ утвердилось мнение о существовании единственного набора фазовых сдвигов, удовлетворяющих имеющимся экспериментальным данным при энергии 600-700 Мэв.

После завершения экспериментальных исследований мы провели фазовый анализ pp-рассеяния с поиском числа решений и с применением известных в литературе различных способов учета рождения π -мезонов посредством комплексных фаз. Учет рождения мезонов проводился из $^3P_{0,1,2}$; 1D_2 ; $^3F_{2,3}$ -состояний, допускаемых резонансной моделью Мандельштама.

В первом варианте анализа, который проводился для максимального значения орбитального момента $l_{\text{макс}}=4$, мнимые части фазовых сдвигов для указанных состояний находились феноменологически, путем их варьирования.

Во втором варианте анализа, выполненном при значении $l_{\text{макс}}=5$, мезообразование учитывалось способом, предложенным Хошизаки и Мачида, посредством 3 усредненных коэффициентов для P, D, F-состояний [23].

Третий вариант анализа отличался от второго тем, что способом, предложенным теми же авторами, в нем проводился учет сечений неупругих процессов.

В четвертом варианте анализа сделана попытка учесть образование мезонов из высших состояний pp-системы в приближении одномезонного обмена [24]. Мнимые части фазовых сдвигов в $^3F_{2,3}$ -состояниях вычислялись и фиксировались, а в $^3P_{0,1,2}$ и 1D_2 -состояниях варьировались до получения минимального значения χ^2 .

Во всех вариантах анализа работ /7,11/ при применении только χ^2 критерия было получено по несколько решений (два или три) с близкими значениями χ^2 . Результаты 1 и 2 вариантов фазового анализа приведены в табл. 4. Таким образом, имеющиеся экспериментальные данные не позволяют получить единственный набор фазовых сдвигов. Для получения однозначных результатов, по-видимому, необходимо дальнейшее увеличение информации (измерение параметров упругого рассеяния в области углов, прилегающих к 0° и 180°), а также более полное использование информации о неупругих процессах.

Проверка Т-инвариантности в упругом РР-рассеянии

Хорошо известно, что при сохранении Р-четности и Т-инвариантности амплитуда М упругого протон-протонного рассеяния имеет 5 членов /1/. Если не требовать Т-инвариантности упругого рассеяния, то в амплитуде можно добавить шестой член

$$M_1 = M + i(\vec{\sigma}_1 \vec{\ell} \vec{\sigma}_2 \vec{m} + \vec{\sigma}_1 \vec{m} \vec{\sigma}_2 \vec{\ell}).$$

В этом случае должны нарушаться равенства:

$$P - G = 0; \quad \frac{A + R'}{A' - R} = \tan \theta$$

Таким образом, проверка справедливости этих соотношений является проверкой Т-инвариантности упругого рассеяния. Экспериментальная проверка соотношения $P = G$, выполнявшаяся ранее в области энергий 140-210 Мэв, несомненно, является важной и при более высокой энергии, вследствие возможной зависимости i -члена амплитуды рассеяния от энергии.

В работах /9,10/ делалась проверка равенства $P = G$ при энергии 635 Мэв в интервале углов $28-117^\circ$ с.д.м. Результаты проверки соотношения $P = G$ приводятся в табл.6 и пред-

Таблица 4

Состояния PP СИСТ.	I вариант		2 вариант		
	$\ell_{\text{макс}} = 4$	$\bar{\chi}^2 = 80$	$\ell_{\text{макс}} = 5$	$\bar{\chi}^2 = 79$	
	$\chi^2 = 83$	$\chi^2 = 95$	$\chi^2 = 71$	$\chi^2 = 79$	$\chi^2 = 87$
$^1 S_0$	-17,8±3,9	-28,3±7,0	-13,2±3,0	-26,1±4,4	-21,1±3,4
$^3 P_0$	-12,2±4,4	-47,3±17,9	-23,1±4,7	-41,3±7,5	-27,3±5,4
$^3 P_1$	-19,0±4,7	-44,6±11,9	-26,5±3,9	-40,7±6,5	-25,3±4,1
$^3 P_2$	37,7±4,7	19,3±3,2	33,3±1,3	19,5±2,4	38,7±1,6
$^1 D_2$	-1,3±3,7	11,5±2,9	16,3±2,0	11,2±2,3	8,7 ±2,1
ϵ_2	-1,4±4,5	-2,0±3,2	0,4±3,2	-1,8±2,1	1,3±2,0
$^3 F_2$	-0,9±2,1	-3,9±2,6	-1,7±1,0	-7,8±2,6	-2,4±1,4
$^3 F_3$	3,3±2,0	-1,0 ±2,9	3,0±1,9	-3,4±1,6	4,2±1,9
$^3 F_4$	8,8±0,9	3,2±1,4	5,3±1,4	1,0±1,3	2,5±1,8
$^1 G_4$	7,4±1,3	5,9±1,1	7,6±0,7	4,6±0,9	5,5±1,0
ϵ_4			-2,0±1,1	-3,2±1,3	-2,3±1,2
$^3 H_4$			-3,1±0,9	1,0±1,0	-3,1±0,8
$^3 H_5$			-2,1±1,4	-3,1±1,1	-1,8±1,4
$^3 H_6$			-2,8±0,9	1,5±0,5	-3,4±0,9
Мнимые части фазовых сдвигов					
$^3 P_0$	-9,4±7,6	7,7±14,5	2,8±0,6	2,5±0,8	5,3±0,9
$^3 P_1$	-4,8±3,4	9,7±13,6			
$^3 P_2$	13,5±3,9	-0,6±4,6			
$^1 D_2$	24,9±2,8	11,8±5,8	13,4±3,1	10,9±5,3	-0,6±1,8
$^3 F_2$	3,3±2,8	4,0±3,3	2,1±0,3	2,2±0,5	3,9±0,3
$^3 F_3$	4,4±2,1	5,0±2,7			

Решения получены без учета экспериментальных данных о неупругих процессах.

Таблица 5

 $\theta_2 = 112,5^\circ$ с.ц.м.

	р _к -рассеяние (квазиупругое)	рр-рассеяние (квазиупругое)	рр-рассея- ние
D	0,51 ± 0,39	0,67 ± 0,10	0,76 ± 0,08
e ₃₊	-0,086 ± 0,089	-0,024 ± 0,017	-0,007 ± 0,009
e ₂	-0,166 ± 0,018	-0,146 ± 0,008	-0,150 ± 0,008
e ₃	-	0,194 ± 0,010	-
P _I ²	-	0,189 ± 0,014	-

Таблица 6

θ_2^0 с.п.м.	P _{рр} ± ΔP	α _{рр} ± Δα	P-α	$\frac{Re t}{\sqrt{I_0}}$ % *
34,5	0,558 ± 0,039	0,496 ± 0,024	0,062 ± 0,046	-4,0 ± 3,0
41	0,563 ± 0,041	0,518 ± 0,014	0,045 ± 0,044	-2,6 ± 2,5
48	0,473 ± 0,020	0,485 ± 0,009	-0,012 ± 0,022	0,8 ± 1,6
61	0,378 ± 0,020	0,395 ± 0,014	-0,017 ± 0,024	-1,5 ± 2,1
72	0,274 ± 0,034	0,296 ± 0,014	-0,022 ± 0,037	-3,2 ± 5,4
90	0,004 ± 0,020	0,012 ± 0,009	-0,008 ± 0,022	3,5 ± 9,7
106	-0,358 ± 0,028	-0,268 ± 0,015	-0,090 ± 0,037	13,2 ± 4,9
117	-0,338 ± 0,039	-0,400 ± 0,020	0,062 ± 0,044	8,2 ± 5,8

*) При вычислениях мы предполагали, что $Re t = Im t$.

ставлены на рис. 5. Из таблицы видно, что на всех углах, где проведены измерения, разность параметров P-α близка к нулю, что не противоречит T-инвариантности упругого рр-рассеяния. Если предположить, что разность P-α в пределах ошибок опыта не равна нулю, и задаться каким-либо соотношением между реальной и мнимой частями t члена амплитуды M₁ (например, $Re t = Im t$), то на основании полученных результатов можно оценить верхнюю границу реальной (или мнимой) части этого коэффициента амплитуды рассеяния (см. колонку 5 табл. 6).

Совместный анализ результатов настоящей работы, а также работы Хандлера, Райта и др. /25/ позволяет оценить как реальную, так и мнимую части t члена амплитуды рассеяния на угле 30° лс

$$Re t = (-0,008 \pm 0,021) \cdot \sqrt{10^{-27}} \text{ см,}$$

$$Im t = (0,015 \pm 0,022) \cdot \sqrt{10^{-27}} \text{ см.}$$

На основании имеющихся результатов для рр-рассеяния при энергиях 140-635 Мэв можно заключить, что если и существует эффект нарушения T-инвариантности в упругом рр-рассеянии, то на уровне не большем, чем несколько процентов от полной амплитуды упругого рр-рассеяния.

З а к л ю ч е н и е

Основные результаты вошедших в диссертацию работ можно сформулировать так:

1. Измерены следующие параметры упругого нуклон-нуклонного рассеяния при энергии 635 Мэв:

а) асимметрия в протон-протонных соударениях в интервале углов 28-90° с.п.м.;

б) асимметрия в протон-нейтронных соударениях в интервале углов $18-147^\circ$ с.ц.м.;

в) поляризация и деполяризация в протон-протонных соударениях в интервале углов $28-117^\circ$ с.ц.м.;

г) деполяризация в протон-нейтронных соударениях на угле $112,5^\circ$.

2. На основании полученных результатов проведено сравнение параметров поляризации и асимметрии, равенство которых вытекает из T -инвариантности упругого рассеяния. На всех углах, где проведены измерения, результаты не противоречат

T -инвариантности протон-протонного рассеяния. В предположении о том, что разность параметров поляризации и асимметрии может быть отлична от нуля в пределах ошибок эксперимента, сделана оценка t -члена амплитуды рассеяния, ответственного за нарушение T -инвариантности.

3. На основании наших результатов и результатов других авторов выполнен фазовый анализ упругого pp -рассеяния при энергии 635 Мэв. Показано, что имеющиеся экспериментальные данные упругого pp -рассеяния при использованных способах учета неупругих процессов и применении только χ^2 критерия не позволяют получить единственное решение. Для получения однозначных результатов, по-видимому, необходимо дальнейшее накопление информации об упругих процессах в области углов, прилегающих к 0 и 180° , а также более полное использование данных о неупругих процессах.

Л и т е р а т у р а

1. L.Wolfenstein, J.Ashkin. Phys.Rev., 85, 947 (1952).
R.H.Dalitz. Proc. Phys. Soc., A65, 175 (1952).
2. Л.Д. Пузиков, Р.М. Рындин., Я.А. Смородинский. ЖЭТФ, 32, 582, 1957.
3. Б.М. Головин, В.П. Желепов, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. ЖЭТФ, 36, 433, 1959.

4. С.М. Биленький, Л.И. Лapidус, Р.М. Рындин. ЖЭТФ 51, 891, 1966.
5. P.Cziffra, M.H.MacGregor, M.J. Moravcsik, H.P.Stapp. Phys. Rev., 114, 880 (1959).
Ю.М. Казаринов, И.И. Силин. ЖЭТФ 43, 692, 1962.
Р.Я. Зулькарнеев, И.Н. Силин. ЖЭТФ 44, 1106, 1963.
6. Б.М. Головин, В.П. Желепов, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. Труды XII международной конференции по физике высоких энергий, стр. 11, Дубна, 1964.
7. Р.Я. Зулькарнеев, В.С. Киселев, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. Ядерная физика 6, 995, 1967.
8. Р.Я. Зулькарнеев, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. Сообщение ОИЯИ P1-4536, Дубна, 1969.
9. Р.Я. Зулькарнеев, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. Ядерная физика 10, 874, 1969. Сообщение ОИЯИ E1-4650, 1969.
10. Р.Я. Зулькарнеев, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. Rev. of Mod. Phys., 39, 509 (1967).
11. Р.Я. Зулькарнеев, В.С. Киселев, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. Сообщение ОИЯИ P1-4155, Дубна, 1968.
12. Р.Я. Зулькарнеев, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. π -мезоны и нуклоны - Труды I международного совещания по NN- и πN -взаимодействиям, Дубна, 1968.
13. Р.Я. Зулькарнеев, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. Сообщение ОИЯИ P1-3189, 1967.
14. D.Cheng, B.MacDonald, J.Helland, Ph. Ogden Phys.Rev., 163, 1470 (1967).
15. M.H.MacGregor, R.A.Arndt, R.M.Wright. Phys.Rev., 169, 1149 (1968).
16. Л.С. Ажгирей, Ю.П. Кумекин, М.Г. Мещеряков, С.Б. Нурушев, В.Л. Соловьянов, Г.Д. Столетов. Яд. физ., 2, 892, 1965.
17. G.Coignet, D.Cronenberger, R.Curoda et al. Nuovo Cim., 43A, 708 (1966).

18. O.Chamberlain, E.Segre, R.Tripp et al. Phys.Rev., 105, 288 (1957).
G.H.Stafford, C.Whitehead, P.Hillman, Nuovo Cim., 5, 1589 (1957).
19. M.Bourquin, E.Heer, B.Levrat Helv.Phys.Acta, 39, 579 (1966).
20. R.Roth, E.Engels, S.Wright et al. Phys.Rev., 140, 1533 (1965). Phys.Rev., 169, 1026 (1968).
21. J.Bystricky, J.Cech, Z.Janout et al., Physics Letters, 28B, 572 (1969).
22. Л.Н. Глонги, Ю.М. Казаринов, А.М. Розанова, И.Н. Силин. Препринт ОИЯИ Р1-3125, Дубна, 1967.
23. N.Hoshizaki, S.Machida. Progr.Theor.Phys., 29, 49 (1963).
24. U.Amaldi, R.Biancastelli, S.Francovigla. Nuovo Cim., 47A, 85 (1967).
25. R.Handler, S.C.Wright, L.Pondrom et al. Phys.Rev.Lett., 19, 933 (1967).

Рукопись поступила в издательский отдел
31 октября 1969 года.