

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

C - 836

1-81-292

**СТРАХОТА**

**Иржи**

**ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ В ОБМЕННОМ  
np-РАССЕЯНИИ ПРИ ЭНЕРГИИ 600 МэВ  
И ПРОБЛЕМА ОДНОЗНАЧНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ  
МАТРИЦЫ УПРУГОГО NN-РАССЕЯНИЯ  
В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ 570-610 МэВ**

**Специальность: 01.04.01 - экспериментальная физика**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук**

**Дубна 1981**

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований

Научный руководитель

доктор физико-математических наук Ю.М.Казаринов

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук С.М.Биленький

кандидат физико-математических наук А.И.Ронжин

Ведущая организация: Ленинградский институт ядерной физики

Защита диссертации состоится " " \_\_\_\_\_ 1981 г.  
в " " часов на заседании Специализированного совета Д-047.01.03  
при Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных  
исследований, г. Дубна, Московской области.

Автореферат разослан " " \_\_\_\_\_ 1981 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

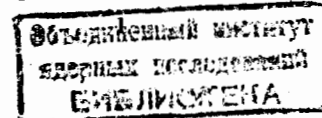
Ученый секретарь Совета  
доктор физико-математических наук

Ю.А.Батусов

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В настоящее время кажется, что теорией сильного взаимодействия может стать квантовая хромодинамика. В рамках этой теории бесцветные адроны строятся из цветных кварков. Посильными сильного взаимодействия являются безмассовые электрически нейтральные векторные частицы с цветным зарядом - глюоны. По современным представлениям нуклон построен из валентных кварков  $u$ ,  $d$ , определяющих его квантовые числа, и из "моря" остальных кварков, антикварков и глюонов, дающих в квантовые числа нуклона нулевой суммарный вклад. Очевидно, что построение гамильтониана взаимодействия двух таких сложных в рамках квантовой хромодинамики объектов-нуклонов является задачей, которая вряд ли будет решена в ближайшие годы. Поэтому все подходы к интерпретации экспериментальных результатов в области нуклон-нуклонного взаимодействия являются в какой-то степени феноменологическими. На пути от модельных представлений к строгой теории сильного взаимодействия и теории атомного ядра экспериментальное определение матрицы нуклон-нуклонного рассеяния является весьма актуальной задачей. Будучи обобщением набора разнообразных экспериментальных результатов, матрица рассеяния может быть использована, с одной стороны, для проверки моделей нуклон-нуклонного взаимодействия, а с другой стороны, является базой для феноменологического подхода к проблемам физики атомного ядра. Наиболее плодотворным методом восстановления матрицы упругого нуклон-нуклонного взаимодействия является фазовый анализ, основанный на хорошо установленном законе сохранения момента количества движения. В настоящее время для энергий ниже порога образования пионов восстановление матрицы упругого NN-рассеяния методом фазового анализа однозначно. В области энергий выше порога мезообразования такой однозначности пока не достигнуто.

Цель работы - исследование проблемы однозначности восстановления матрицы нуклон-нуклонного рассеяния при энергии, близкой к 600 МэВ. Ставилась задача провести эксперимент по измерению поляризации в  $pp$  рассеянии под углами выше  $100^\circ$  с.ц.м. (параллельно с экспериментом по измерению деполаризации), выполнить фазовый анализ при энергии, близкой 600 МэВ, исследовать найденные решения фазового анализа и дать рекомендации для дальнейшего экспериментального исследования матрицы нуклон-нуклонного рассеяния.



Научная новизна и практическая ценность. Впервые измерена поляризация (асимметрия) в упругом рассеянии свободных нейтронов на поляризованных протонах в заднюю полусферу вплоть до угла рассеяния  $160^\circ$  с.ц.м.

Создана новая система измерения поляризации протонных поляризованных мишеней, обладающая высокой точностью ( $\approx 3\%$ ).

Создан пакет программ для фазового анализа данных по NN-рассеянию и банк данных в интервале энергий 500–1050 МэВ. Пакет программ и банк данных содержатся в виде текстовых библиотек и могут быть использованы на любой ЭВМ.

Выполнен однозначный фазовый анализ данных по упругому пр-рассеянию при средней энергии 590 МэВ.

Разработан новый метод планирования экспериментов по уточнению матрицы упругого NN-рассеяния.

Структура диссертации. Работа состоит из введения, 7 глав и заключения, содержит 172 страницы, 36 рисунков и 20 таблиц. Библиографический список состоит из 85 наименований.

Апробация работы. Результаты диссертации докладывались на сессии Ученого совета ОИЯИ по физике высоких энергий и на семинарах в Лаборатории ядерных проблем и в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Публикации. По результатам диссертации опубликовано 8 статей.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В главе I приведены сведения о формализме спиновой матрицы рассеяния.

В главе 2 дано описание экспериментальной установки (рис. I) для измерения параметров поляризации P и деполаризации D в обменном пр-рассеянии при энергии 600 МэВ. Использована постановка опыта, при которой пучок нейтронов рассеивается на поляризованной протонной мишени (ППМ).

Поляризация в пр-рассеянии определяется из асимметрии  $\epsilon$  рассеяния на ППМ при двух противоположных направлениях поляризации мишени вдоль нормали к плоскости рассеяния:

$$\epsilon = \frac{N_+ - N_-}{N_+ + N_-} = P P_T,$$

где P – искомая поляризация,  $P_T$  – величина поляризации мишени и  $N_{\pm}$  – нормированные скорости счета упругих пр-событий при разных (+) направлениях поляризации мишени.

Параметр D находится из углового распределения после повторного рассеяния протонов отдачи на углеродной мишени.

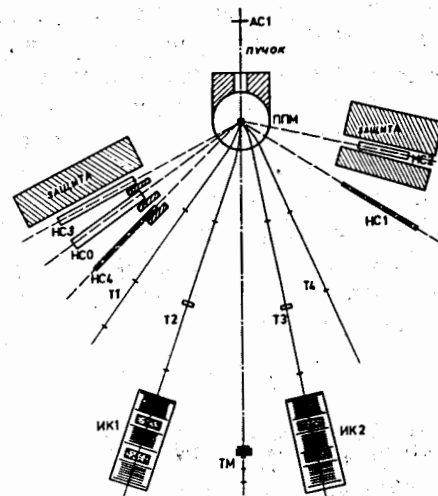


Рис. I. Схема установки. ППМ – протонная поляризованная мишень, Т1–Т4 – телескопы, регистрирующие протоны отдачи; НС1 – НС4 – нейтронные счетчики, ТМ – телескоп-монитор, ИК1–2 – искровые камеры, АС1 – счетчик антисовпадений.

Регистрируются обе частицы, вылетающие из ППМ в результате упругого пр-рассеяния на углы  $98, 123, 130$  и  $160^\circ$  с.ц.м. Протоны отдачи при этом детектируются телескопами из сцинтилляционных и пороговых черенковских счетчиков; а нейтроны – нейтронными сцинтилляционными детекторами. Быстрая электронная логика обеспечивает регистрацию событий упругого пр-рассеяния и запуск искровых камер для наблюдения случаев второго рассеяния.

Через интерфейс КАМАК экспериментальная аппаратура связана с ЭВМ Нр 2И16 С. ЭВМ обеспечивает запись на магнитный носитель всей информации о первом рассеянии, контроль эффективности регистрации событий и проводит предварительный анализ экспериментальных данных.

Съем информации с искровых камер производится на кинолентку.

Созданная система детекторов и электронной логики позволяет регистрировать эффекты, связанные с изменением знака поляризации ППМ. При этом средняя кинетическая энергия нейтрона (в лабораторной системе) составляет  $(600 \pm 50)$  МэВ, в то время как энергетический спектр нейтронов в пучке  $I_1$  простирается от нуля до 680 МэВ при средней энергии  $\approx (380 \pm 160)$  МэВ.

В главе 3 изложен метод Q метра для измерения поляризации ПМ. Описана созданная автором новая система измерения поляризации ПМ. В отличие от используемого ранее метода регистрации интеграла от сигнала ЯМР аналоговым способом, регистрируется форма сигнала ЯМР:

$U = U(\chi', \chi'')$ , где  $\chi'(\omega)$ ,  $\chi''(\omega)$  – вещественная и мнимая части магнитной проницаемости вещества ПМ, за которую отвечает поляризация ядер водорода. Из  $U(\omega)$  определяется с помощью дисперсионных отношений функция  $\chi'(\omega)$  и поляризация  $\int_{-\infty}^{\infty} \chi''(\omega) d\omega$ .

Система задействована под управлением ЭВМ для измерения поляризации ПМ на нейтронном пучке и оказалась удобной и надежной в эксплуатации; получена точность измерения 3%.

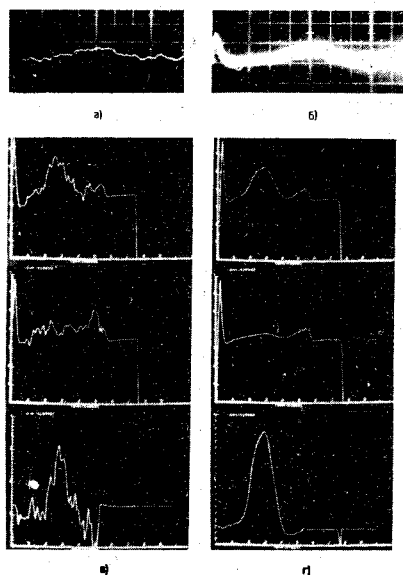


Рис. 2. Сигнал ЯМР в условиях теплового равновесия при температуре 1К.

- а), б) фотографии с осциллоскопа (разовый и периодический режим работы, соответственно);  
в), г) фотографии "сигнала", "фона" и "линии ЯМР" с графического дисплея без накопления и после 1000 накоплений, соответственно

Рис.2. иллюстрирует качество калибровочного измерения сигнала ЯМР в условиях теплового равновесия с помощью описанной в главе 3 системы измерения.

В главе 4 описано созданное автором программное обеспечение эксперимента.

Программа набора данных (рис.3) работает под операционной системой DOS-3M в режиме, приближающемся к режиму реального времени, который на данной ЭВМ не имеется.

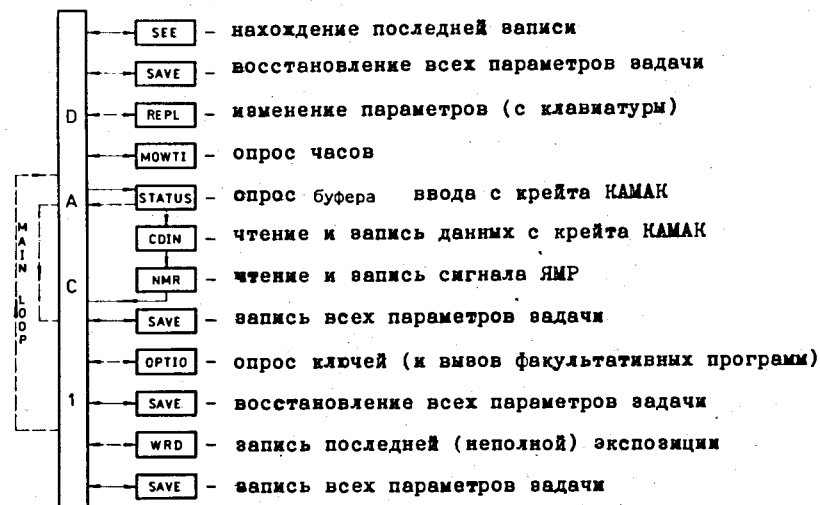


Рис.3. Структура программы получения данных.

Программа обеспечивает запись данных от детекторов и от системы измерения поляризации ПМ. Автоматически проводится статистический анализ данных и контроль эффективности регистрации событий. В программу входит набор факультативных программ (гистограммирование, усреднение, определение асимметрии и поляризации, изменение параметров программы, комментарии в протокол и др.).

Разработаны и внедрены в общую библиотеку программы для переписки информации с магнитной ленты в формате Hr в формат CDC-6500.

Разработана программа (для ЭВМ CDC-6500) нахождения измеряемой асимметрии  $\epsilon$  с учетом временного дрейфа эффективности регистрации событий. В ней используется метод наименьших квадратов; минимизируемый функционал  $\chi^2$  вычисляется по формуле:

$$\chi^2 = \sum_j \left( \frac{F(t_j) - r_j}{\delta_j} \right)^2, \quad (2)$$



где  $\gamma_j$  — отношение числа событий к монитору в экспозиции  $j$  ;  
 $\delta_j$  — статистическая ошибка отношения  $\gamma_j$  ;  
 $t_j$  — время конца экспозиции.

Суммирование в формуле (2) ведется по всем принятым экспозициям.

Функция  $F(t)$  описывает временную зависимость  $\gamma_j$ , в виде:

$$F(t) = (1 + AP_T(t)) \sum_{i=1}^n a_i P_i(t), \quad (3)$$

где  $P_T(t)$  — поляризация мишени;

$P_i(t)$  — линейно независимые функции от времени (полиномы).

Искомыми в фите параметрами являются экспериментальная асимметрия  $A$  и коэффициенты  $a_i$  у полиномов  $P_i$ .

Отметим, что при отличной от нуля экспериментальной асимметрии и достаточно частом изменении знака поляризации мишени корреляция между  $A$  и  $a_i$  незначительна и этот метод обработки экспериментальных данных в значительной степени исключает систематическую ошибку в асимметрии, связанную с временным дрейфом эффективности аппаратуры<sup>3/</sup>.

В главе 5 описан процесс измерений на нейтронном пучке синхротрона ОИЯИ, изложены алгоритмы обработки экспериментальных данных и приведены результаты эксперимента. Было проведено 6 сеансов с поляризованной мишенью каждый по ~100 часов. Изменение знака поляризации проводилось через каждые 8 часов.

Предварительная обработка данных проводилась на ЭВМ Ир. Оказалось, что разброс результатов отдельных сеансов несколько больше, чем это допускала полученная статистика. Поэтому при окончательной обработке на большой ЭВМ была сделана попытка учесть дрейф аппаратуры методом, изложенным в IV главе. После этого достигнуто статистическое согласие результатов отдельных сеансов. Полученные значения поляризации приведены в таблице I и на рис. 4. Благодаря большой статистике и мерам, принятым при обработке, ошибка определения поляризации в данной работе значительно меньше, чем в экспериментах, выполненных ранее (рис.4). Использование протонной поляризованной мишени позволило измерить поляризацию для угла рассеяния  $160^\circ$  с.ц.м. практически недостижимого при использовании неполяризованных мишеней.

Таблица I

$\theta^\circ$ с.ц.м.	$\Delta\theta^\circ$	$P(\theta)$	$\Delta P(\theta)$	$\bar{T}_n$	$\Delta T_n$
97,4	1,4	-0,390	0,016	580	58
123,6	0,7	-0,212	0,040	609	30
129,8	1,4	-0,249	0,005	596	41
159,6	1,1	-0,076	0,008	597	44

Кроме того, эти данные свободны от систематических ошибок, которые возможны при использовании дейтерия в качестве нейтронной мишени.

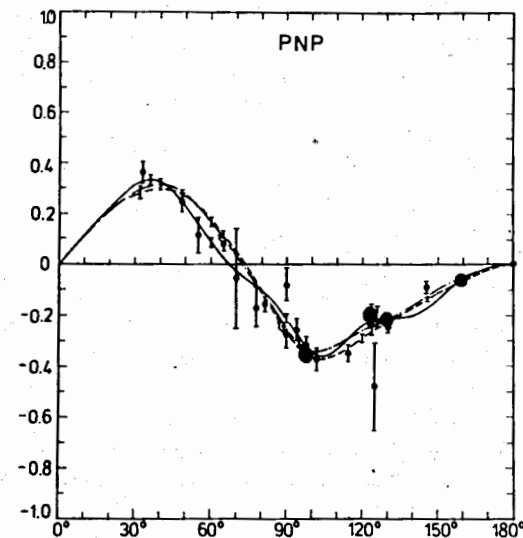


Рис.4. Угловая зависимость поляризации в упругом  $n-p$  — рассеянии при энергии 570–610 МэВ.

В главе 6 кратко описан созданный автором пакет программ для фазового анализа упругого нуклон-нуклонного рассеяния, с помощью которого можно решить следующие задачи:

а) Отбор и нормировка данных.

В программу фазового анализа (ФА) включена возможность перенормировки данных отдельных экспериментов. Имеются средства для наглядного представления качества описания как экспериментов в целом, так и отдельных экспериментальных точек (численно или графически).

б) Фазовый анализ. Программа фазового анализа работает с постоянным банком данных и просто управляется картами пользователя. Имеется возможность отдельного или совместного фита изотриплетных и изосинглетных фаз и другие удобства, повышающие надежность работы с программой.

в) Сравнение найденных решений ФА. Для сравнения решений используются критерии согласия  $\chi^2$ ,  $\tau$ ,  $\gamma$ ; наглядная распечатка совокупности найденных решений; построение профиля  $\chi^2$  при переходе от одного решения к другому.

г) Планирование новых экспериментов. Планирование можно проводить, используя программу построения предсказаний, программу табли-

рования производных от наблюдаемых величин по выбранным параметрам и программу для изучения поведения  $\chi^2$  для разных решений в зависимости от возможного результата гипотетического эксперимента. Этот новый метод планирования экспериментов учитывает, в отличие от известного ранее<sup>/4/</sup>, деформацию поверхности  $\chi^2$ , связанную с появлением новой экспериментальной информации.

В процессе разработки было уделено большое внимание простоте и надежности связи между пользователем и программой. Опыт работы с пакетом программы показал, что он позволяет эффективно решать задачи фазового анализа. Тексты пакета программы содержатся в форме библиотеки. Также создана библиотека-банк данных по нуклон-нуклонному рассеянию в интервале энергий 500-1050 МэВ. Таким образом созданы условия для переноса программ и данных на любую ЭВМ. Детальное описание данных для отдельных программ позволяет пользователю быстро освоить работу с пакетом программ.

В главе 7 изложены результаты работы, выполненной автором по изучению проблемы однозначности фазового анализа данных по упругому нуклон-нуклонному рассеянию в области энергий 570-610 МэВ. Анализ проводился в три этапа: сначала анализировались pp-данные и находились изотриплетные фазовые сдвиги, на следующем этапе, согласно пр-данным, находились изосинглетные фазовые сдвиги при фиксированных изотриплетных, и, наконец, проводился совместный фазовый анализ всех нуклон-нуклонных данных. Допускалась неупругость взаимодействия в изотриплетных волнах  $3f$ ,  $1d_2$ ,  $3p$ .

В качестве начальных значений для фазовых сдвигов использовались решения, полученные ранее в работах<sup>/5,6,7/</sup>, всего 6 решений при изо-спине  $T = I$  и 3 решения при  $T = 0$ . Экспериментальный материал, использованный в фазовом анализе, представлен в таблице 2.

Из всех имеющихся экспериментальных данных (517 точек) исключено  $\approx 4\%$  точек (см. табл 2), которые плохо согласуются с остальными данными. Значение орбитального момента количества движения  $L_{max} = 5$ , выше которого взаимодействие нуклонов удовлетворительно описывается с помощью механизма однополюсного обмена, мы нашли при анализе pp-данных, который проводился с  $L_{max} = 4, 5, 6, 7$ . В результате фазового анализа найдено 2 решения при  $T = I$ , которые обозначены  $A_{T=I}$ ,  $B_{T=I}$  и приведены для  $L_{max} = 5$  в табл. 3. При анализе пр-данных найдены два решения  $A_{T=0}$  и  $A'_{T=0}$  при изотриплетных фазовых сдвигах, фиксированных значениями  $A_{T=I}$ , и одно решение  $B_{T=0}$ , когда изотриплетные сдвиги соответствуют решению  $B_{T=I}$ . Уточнение трех комбинаций  $A \equiv (A_{T=I}, A_{T=0})$ ,  $A' \equiv (A_{T=I}, A'_{T=0})$ ,  $B \equiv (B_{T=I}, B_{T=0})$  в совместном анализе всех NN-данных привело опять к двум решениям  $A_S$ ,  $B_S$

Таблица 2

Экспериментальные данные, использованные в настоящем фазовом анализе

а) pp-рассеяние

Наблюдаемая величина	Ссылка см./9/	Кол-во точек $N_p$	Решение $A_{T=I}$		Решение $B_{T=I}$		Кол-во исключенных точек
			Норма	$\chi^2/N_p$	Норма	$\chi^2/N_p$	
$\delta^{tot}$	S2I D9	I 2		0,00 1,00		0,00 1,03	
$\delta^{in}$	N7 D9 S2I KI8	3 2 I I		1,11 0,21 0,01 0,45		1,10 0,21 0,01	
$\alpha$	/3I/	I		0,03		0,00	
$\Delta\delta_T$	B248	I		0,00		0,03	
$\Delta\delta_L$	S92	I		0,00		0,00	
$\frac{d\delta}{d\alpha}$	AI04 RI6 B208 AII2 A3 A3 MI5 MI5 S2I	32 6 II I5 I2 I0 2 I 5	0,89±0,01 0,99±0,03 1,05±0,01 1,27±0,02 1,01±0,02 1,02±0,02 1,02±0,03	1,11 1,39 0,86 0,77 0,35 0,71 0,20	0,87±0,01 1,00±0,03 1,06±0,01 1,27±0,02 1,01±0,02 1,03±0,02 1,03±0,03	1,07 1,43 0,99 0,67 0,42 0,82 0,30	2       I 5
P	AIIO A3 A3 C27 CI3 C26 S9	I6 II I3 I6 8 26 6	0,96±0,04 1,06±0,04 0,92±0,03 1,05±0,03 0,98±0,02 1,04±0,03	1,27 0,29 0,66 0,77 0,87 2,06	0,92±0,03 1,08±0,04 0,94±0,03 1,07±0,03 1,00±0,02 1,06±0,02	1,50 0,29 0,67 0,73 0,79 2,15	I      6
D	BI0 S9 S9	2 3 I		4,26 0,70 4,93		3,18 0,21 3,31	
R	L6 G8	3 3		4,21 5,05		0,88 2,18	
R'	L6	3		0,67		1,47	
A	KI5	5		1,09		1,11	
$C_{III}$	C27 G7 B224	II I 4		0,63 0,00 1,20		0,84 0,00 1,50	
$C_{LL}$	S92	I2		0,64		0,66	

Продолжение таблицы 2

в) пр-рассеяние

Наблюдаемая величина	Ссылка см./9/	Кол-во точек $N_p$	Решение $A_s$		Решение $B_s$		Кол-во исключенных точек
			Норма	$\chi^2/N_p$	Норма	$\chi^2/N_p$	
$\delta^{tot}$	/84/ C29	2		0,47 0,56		1,44 1,52	
$\delta^{in}$	D20 D2	1 1		0,13		0,12	I
$\frac{d\delta}{d\Omega}$	BI66	67	0,99±0,02	0,86	1,00±0,02	0,86	2
	KI9	15	1,17±0,03	0,86	1,16±0,03	0,83	
	AI6	3	1,16±0,05	0,38	1,11±0,05	0,58	
	B24I	82	1,04±0,02	0,88	1,05±0,02	0,87	
	G4	4	1,83±0,36	1,33	1,36±0,32	2,15	
BI66	69	1,02±0,02	1,39	1,03±0,02	1,41	I	
P	/52/ LI4	4	0,87±0,04	0,92	0,88±0,04	1,40	
	CI3	4	0,98±0,07	0,23	0,98±0,07	0,14	
	KI8	8	1,00±0,02	1,71	0,98±0,02	1,10	
	B7	3	1,06±0,09	2,56	1,08±0,09	3,13	
		4	1,05±0,08	0,89	1,08±0,08	1,27	
D	/52/	2		0,25		1,55	
D <sup>t</sup>	S9	5		1,18		0,80	
R	KI8	3		0,47		1,56	
R <sup>t</sup>	L6	3		1,25		0,24	I
R <sup>t</sup>	L6	3		0,77		0,62	
A	B7	4		1,03		0,67	

(см. таблицу 3). Статистические характеристики всех решений приведены в табл.4.

Решения типа А и В отличаются, в основном, по фазовому сдвигу  $3p_0$  волны. Решения типа В отвечают интенсивному и сильно неупругому взаимодействию в состоянии  $3p_0$ .

Статистические критерии согласия  $\chi^2$ ,  $\tau$ ,  $\gamma$  отдают предпочтение решению типа В. Исследование  $\chi^2$  барьера, разделяющего решения типа А, В (рис.5), показало, что  $\chi^2$  барьер возвышается над "худшим" минимумом всего на 3 единицы; решение типа А представляет собой лишь небольшую выемку на склоне  $\chi^2 = \chi^2(Re\delta_{3p_0})$ , ведущем в широкий минимум решения типа В. При этом обнаружено (см. рис.5), что качество описания всех данных по упругому рассеянию лишь очень слабо зависит от значения фазового сдвига  $Re\delta_{3p_0}$ . Исследование производных всех наблюдаемых величин по фазовым сдвигам показало, что

Таблица 3

Фазовые сдвиги для пр-рассеяния при энергии 590 МэВ

Фазовый сдвиг	Решение $A_{T=I}$		Решение $B_{T=I}$	
	$Re\delta^\circ$	$\eta$	$Re\delta^\circ$	$\eta$
IS0	-27,09±2,01	-	-30,49±1,44	-
3P0	-14,46±5,04	0,73±0,08	-73,15±II,17	0,16±0,04
3PI	-42,13±0,93	1,00±0,11	-46,71±I,73	0,85±0,05
3P2	22,83±I,21	0,99±0,04	18,19±I,10	1,00±0,03
ID2	12,34±0,42	0,78±0,01	11,82±0,46	0,80±0,01
E2	2,33±0,91	-	0,73±I,01	-
3F2	-7,28±I,07	0,90±0,02	-2,26±0,65	1,00±0,01
3F3	1,25±0,75	0,89±0,03	0,54±0,68	0,89±0,02
3F4	0,65±0,74	1,00±0,01	3,20±0,28	1,00±0,04
IG4	3,34±0,24	-	3,55±0,26	-
E4	-2,93±0,28	-	-3,61±0,31	-
3H4	0,60±0,39	-	-0,90±0,31	-
3H5	-0,71±0,43	-	-1,55±0,53	-
3H6	1,92±0,29	-	0,75±0,14	-

Фазовые сдвиги для NN-рассеяния при энергии 590 МэВ

Фазовый сдвиг	Решение $A_S$		Решение $B_S$	
	$Re\delta^\circ$	$\eta$	$Re\delta^\circ$	$\eta$
IS0	-27,78±I,70	-	-31,42±I,41	-
3SI	-14,54±4,29	-	-24,58±5,26	-
3P0	-20,91±3,80	0,72±0,05	-47,66±10,39	0,21±0,06
3PI	-23,69±4,05	-	-21,61±3,78	-
3P2	-42,08±I,28	0,96±0,04	-45,03±I,56	0,87±0,04
3P2	22,77±0,89	1,00±0,00	19,58±0,95	1,00±0,06
E1	25,91±I,88	-	23,65±2,51	-
3DI	-22,59±2,05	-	-36,41±3,24	-
ID2	12,16±0,40	-	11,66±0,45	-

продолжение таблицы 3

3D2	9,43±1,67	-	0,23±2,08	-
3D3	3,49±1,17	-	- 3,27±1,16	-
E2	0,54±0,69	-	- 0,98±0,80	-
3F2	- 5,63±1,09	0,88±0,01	- 1,99±0,58	1,00±0,03
IF3	2,37±1,57	-	0,79±1,68	-
3F3	0,01±0,61	0,90±0,02	- 0,32±0,69	0,91±0,02
3F4	1,80±0,55	1,00±0,00	3,62±0,27	0,98±0,01
E3	17,80±0,67	-	13,36±1,04	-
3G3	- 5,23±1,60	-	- 4,34±1,29	-
IG4	3,50±0,24	-	3,66±0,25	-
3G4	5,07±0,92	-	6,48±0,76	-
3G5	- 5,86±0,91	-	- 3,36±0,66	-
E4	-3,31±0,28	-	- 3,82±0,22	-
3H4	0,99±0,27	-	- 0,35±0,43	-
IH5	- 1,14±1,02	-	- 4,83±0,78	-
3H5	- 1,77±0,42	-	- 1,96±0,38	-
3H6	1,76±0,26	-	0,75±0,14	-

В таблице 3 использовано обозначение  $\eta = \exp(-2\text{Im}\delta)$ . Константа связи  $\mathcal{N}N'$  всюду фиксирована значением 0,08.

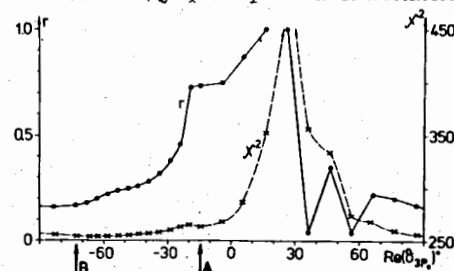


Рис. 5. Зависимость  $\chi^2$  и  $\eta_{3p_0} = \exp(-2\text{Im}\delta_{3p_0})$ .

слабая зависимость качества описания данных от  $\text{Re}\delta_{3p_0}$  носит общий характер. Предпринята попытка найти с помощью нового метода планирования дискриминационный эксперимент. Показано, что к слиянию решений типа А, В с большой вероятностью приведет эксперимент по измерению коэффициента корреляции поляризаций ( $S'OSn$ ) выполненный с точностью 0,02 для угла рассеяния  $105^\circ \pm 15^\circ$  с.ц.м.

Таблица 4  
Статистические характеристики найденных решений

Решение	$L_{\max}$	$N_{FD}$	$(\chi^2/N_{FD})/P(\chi^2)$	$\tau/P(\tau^2)$	$\gamma$
$A_{T=1}$	4	210	1,31/0,0015	3,71/0,0002	5,49
	5	206	1,20/0,0220		
	6	205	1,16/0,0570		
	7	201	1,07/0,2200		
$B_{T=1}$	4	-	1,15/0,0620	-0,82/0,5000	2,24
	5	206	1,15/0,0650		
	6	205	1,15/0,0650		
	7	201	1,07/0,2200		
$A_{T=0}$	5	264	1,17/0,0240	-	-
$A'_{T=0}$	5	264	1,21/0,0100	-	-
$B_{T=0}$	5	264	1,16/0,0300	-	-
$A_S$	5	469	1,17/0,0050	1,46/0,1700	6,24
$B_S$	5	469	1,15/0,0140	-1,54/0,1400	3,95

Установлено, что неоднозначность фазового анализа снимается, если зафиксировать минимую часть фазового сдвига  $\delta_{3p_0}$ .

Модель Манделштама согласуется с обоими решениями по неупругостям в состояниях  $3p$ ,  $3f$ , но сильно противоречит найденным неупругостям  $1d_2$ .

Недавно был предложен<sup>/5/</sup> новый критерий отбора решений фазового анализа, т.н. "критерий гладкости траекторий стабильных нулей", который исключает решение типа А.

Таким образом, по совокупности результатов решения типа А могут быть отброшены и останутся только решения типа В.

/10/ Большая неупругость волны  $3p_0$  говорит в пользу гипотезы существования резонансного  $3p_0$  состояния в системе двух протонов.

В заключении приведены основные результаты, которые представлены к защите:

1. Спроектирована, создана и запущена экспериментальная аппаратура для измерения поляризации и деполяризации в обменном  $pr$ -рассеянии при энергии 600 МэВ.

2. Создана новая система измерения поляризации протонной поляризованной мишени, позволяющая производить автоматическую регистра-



цию и накопление сигнала ЯМР под управлением ЭВМ. Точность измерения не хуже 3%.

3. Создано программное обеспечение для набора экспериментальных данных, их предварительного и конечного анализа.

4. Выполнена серия измерений на нейтронном пучке синхротронного ОИЯИ и найдены значения поляризации в обменном пр-рассеянии при энергии 600 МэВ.

5. Создан пакет программ для фазового анализа данных по упругому нуклон-нуклонному рассеянию и банк данных в интервале 500-1050 МэВ.

6. Проведен фазовый анализ данных по упругому нуклон-нуклонному рассеянию при фиксированной энергии  $590 \pm 20$  МэВ. Из найденных двух решений по совокупности критериев одно отброшено, в результате чего получено однозначное определение матрицы NN-рассеяния.

7. Большая неупругость взаимодействия в  $Zp_0$  состоянии не противоречит гипотезе дипротонного резонанса в состоянии  $Zp_0$  при энергии  $\approx 600$  МэВ.

Результаты диссертации опубликованы в работах:

1. Багатурия Ю.Ш., Казаринов Ю.М., Казаринов М.Ю., Либург М.Ю., Матафонов В.Н., Мачарашвили Г.Г., Поташникова И.К., Страхота И., Усов Ю.А., Хачатуров Б.А., Хаятов М.Р. Измерение поляризации и параметра  $D$  в упругих пр-столкновениях при энергии 600 МэВ. Сообщение ОИЯИ, Р1-12143, Дубна, 1979, 12 с.
2. Ондreichка К., Страхота И. Прибор для записи спектров ЯМР при измерениях поляризации протонных поляризованных мишеней. Сообщение ОИЯИ, I3-12520, Дубна, 1979, 15 с.
3. Либург М.Ю., Матафонов В.Н., Ондreichка К., Страхота И., Измерение поляризации протонной поляризованной мишени в режиме связи с ЭВМ. Сообщение ОИЯИ, I3-12333, Дубна, 1979, 13 с.
4. Багатурия Ю.Ш., Казаринов Ю.М., Казаринов М.Ю., Либург М.Ю., Матафонов В.Н., Мачарашвили Г.Г., Поташникова И.К., Страхотова М., Страхота И., Усов Ю.А., Хачатуров Б.А., Хаятов М.Р. Установка для измерения поляризации и параметра  $D$  в обменном пр-рассеянии при энергии 600 МэВ. Сообщение ОИЯИ, I3-80-97, Дубна, 1980, 16 с.
5. Багатурия Ю.Ш., Казаринов Ю.М., Казаринов М.Ю., Либург М.Ю., Матафонов В.Н., Мачарашвили Г.Г., Поташникова И.К., Страхота И., Страхотова М., Усов Ю.А., Хачатуров Б.А., Хаятов М.Р. Препринт ОИЯИ, I-80-580, Дубна, 1980, 9 с.
6. Джгаркава М.И., Казаринов Ю.М., Силин И.Н., Страхота И. Пакет программ для фазового анализа нуклон-нуклонного рассеяния. Сообщение ОИЯИ, I-81-225, Дубна, 1981.

7. Джгаркава М.И., Казаринов Ю.М., Страхота И., Хаятов М.Р. Фазовый анализ данных по NN-рассеянию при энергии 590 МэВ. Сообщение ОИЯИ, I-81-226, Дубна, 1981.
8. Джгаркава М.И., Казаринов Ю.М., Страхота И., Хаятов М.Р., Угловые зависимости амплитуд и наблюдаемых величин для упругого NN-рассеяния при энергии 590 МэВ. Сообщение ОИЯИ, I-81-224, Дубна, 1981.

#### Литература

1. Киселев В.С., Оганесян К.О., Позе Р.А., Флягин В.Б., Новые измерения спектра нейтронов, образующихся при бомбардировке Ве протонами при энергии 680 МэВ. ЖЭТФ, 1968, т.35, в.3, с. 812-814.
2. Джеффрис К., Динамическая ориентация ядер, Изд-во "Мир", Москва, 1965.
3. Chabaud V., Kuroda K., A Time Dependent Analysis of Asymmetry Measurements in Polarized Target Experiments. NIM, 1975, vol. 125, pp. 119-124.
4. Федоров В.В., Клепиков Н.П. Планирование опытов, дискриминирующих между вариантами кривых. ЯФ. 1965, т.1, вып.4, с. 1032-1034.
5. Cozzika G., Proton-Proton Phase Shifts between 510 and 735 MeV. Theses, CEN, CEA-N-1720, Saclay, 1974, 131p.
6. Bystricky J., Lechanoine C., Lehar F., Phase Shift Analysis of pp, np and pn Elastic Scattering in the Energy Region 10-750 MeV. Prepr. CEN, DPhPE 79-01, Saclay, 1979, 19p.
7. Hoshizaki N., Pp Phase Shifts and Diproton Resonances in the Mass Range from 2.1-2.8 GeV, I. Summary of the pp Phase Shift Results and the  ${}^3F_3$  (2.22 GeV) Diproton. Progr. Theor. Phys., 1978, vol. 60, pp. 1796-1804.
8. Гребенюк В.А., Шкляревский Г.И. Траектории нулей амплитуд пр-рассеяния. Препринт ЛИАФ, № 567, Ленинград, 1980, 22 с.
9. Bystricky J., Lehar F., Nucleon-Nucleon Scattering Data. Physics Data nr. 11-1 (ISSN-0344-8401), Fachinformations-Zentrum Energie. Physik. Mathematik, Karlsruhe 1978, pp. 1-191.
10. Yokosawa A., Future Impact of the Experimental Results from the Argonne ZGS. Preprint ANL, ANL/HEP/CP/80-05, Argonne, 1979, 17p.

Рукопись поступила в издательский отдел  
29 апреля 1981 года.