

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

К-143

1-82-331

КАЗАРИНОВ

Михаил Юрьевич

ИЗМЕРЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ
ПАРАМЕТРА C_{nn} В УПРУГОМ pp -РАССЕЯНИИ
И ПРОБЛЕМА ДИПРОТОННЫХ РЕЗОНАНСОВ

Специальность: 01.04.16 - физика атомного ядра
и элементарных частиц

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Дубна 1982

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель
кандидат физико-математических наук В.Г.Вовченко

Официальные оппоненты:
доктор физико-математических наук М.М.Макаров
доктор физико-математических наук Б.М.Головин

Ведущая организация: Институт ядерных исследований АН СССР.

Защита диссертации состоится " _____ " _____ 1982 года
в " _____ " часов на заседании Специализированного совета Д-047.01.03
при Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных
исследований, г. Дубна Московской области.

Автореферат разослан " _____ " _____ 1982 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Совета
доктор физико-математических наук
Ю.А.Батусов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Проведение экспериментов по программе полного опыта является одной из важных задач в физике нуклон-нуклонных взаимодействий при промежуточных энергиях. В последнее время интерес к этой проблеме значительно возрос в связи с гипотезой дибарионных резонансов, существование которых предсказывается рядом теоретических моделей. Первые экспериментальные работы, в которых получены указания на существование дибарионных резонансов, появились в 1977 году. Это, в первую очередь, работы, выполненные в Аргоннской национальной лаборатории (США), в которых сообщалось о возможном наблюдении 3F_3 резонанса в нуклон-нуклонном взаимодействии, и проведенные в Японии опыты по фоторасщеплению дейтрона, из которых был сделан вывод о существовании изоскалярного 3^+ -резонанса. Позднее было выполнено большое количество экспериментальных и теоретических работ, посвященных проблеме дибарионных резонансов. Результаты этих исследований позволяют сделать вывод в возможном существовании ${}^3P_-, {}^3F_{3^+}, {}^1D_{2^-}, {}^1G_4$ - резонансов в нуклон-нуклонных взаимодействиях в области энергий 600-1300 МэВ/ $I=3^+$.

Известно, что наиболее надежные заключения о существовании резонансов в NN-взаимодействии при промежуточных энергиях можно сделать на основании фазового анализа. Впервые фазовый анализ, в котором было получено резонансоподобное поведение энергетической зависимости ${}^1D_{2^-}$ -и 3F_3 - амплитуд упругого pp -рассеяния, был выполнен Н.Хошизаки в 1978 году^{/4/}. Позднее фазовый анализ был проведен еще несколькими группами^{/5-7/}. В последних работах были получены решения, близкие к решению Н.Хошизаки. Однако фазовый анализ при энергиях выше 600 МэВ до последнего времени оставался неоднозначным, что существенно осложняло интерпретацию полученных результатов. Для устранения неоднозначности фазового анализа и установления с достаточной точностью энергетической зависимости парциальных амплитуд упругого pp -взаимодействия необходимо проведение широкой программы поляризационных исследований, включающей в себя прежде всего измерение компонент тензоров корреляции поляризаций, деполяризации и передачи поляризации.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
БИБЛИОТЕКА

Цель работы - исследование энергетической зависимости параметра C_{nn} при упругом pp -рассеянии в области энергий 550-950 МэВ, где наиболее отчетливо проявляется резонансное взаимодействие в системе двух протонов $/I/$. Необходимость проведения этих измерений определялась следующими причинами:

- параметр спиновой корреляции C_{nn} является общим элементом для всех вариантов полного опыта;
- в указанном энергетическом интервале отсутствовали измерения C_{nn} с точностью, достижимой с помощью современных поляризованных пучков и поляризованных мишеней, в то время как было известно, что измерение C_{nn} с относительной точностью 10% необходимо для устранения неоднозначности фазового анализа при энергии 630 МэВ^{8/};
- величина $C_{nn}(90^\circ)$ позволяет разделить вклады триплетного и синглетного взаимодействий при упругом pp -рассеянии под этим углом;
- экспериментальные результаты, известные до начала данной работы, указывали на возможную немонотонность энергетической зависимости этого параметра в резонансной области, однако недостаточно высокая точность ранних экспериментов не позволяла сделать определенные заключения о характере энергетической зависимости $C_{nn}(90^\circ)$ в этой области энергий.

Научная новизна и практическая ценность. Впервые с высокой точностью измерена энергетическая зависимость $C_{nn}(40^\circ-50^\circ)$ и $C_{nn}(90^\circ)$ в диапазоне энергий 550-950 МэВ; проведен фазовый анализ pp -рассеяния при энергиях 630-950 МэВ. При этом показано, что существующие экспериментальные данные, в том числе и результаты данной работы по измерению C_{nn} , позволяют получить единственные решения при энергиях 630 и 800 МэВ. Показано также, что решения подобного типа существуют и при энергиях 670, 720, 760 и 950 МэВ, хотя фазовый анализ при этих энергиях неоднозначен. Энергетическая зависимость парциальных амплитуд для решений этого типа не противоречит гипотезе существования дипротонных резонансов в 1D_2 - и 3F_3 - состояниях. Полученные решения хорошо описывают экспериментальные данные по упругому pp -рассеянию в исследованном энергетическом интервале.

Структура диссертации. Работа состоит из введения, 4 глав и заключения, содержит 130 страниц, 21 рисунок и 20 таблиц. Библиографический список состоит из 111 наименований.

Апробация работы. Результаты диссертации докладывались на семинарах в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ и Лаборатории высоких энергий ЛИЯФ, на Международных симпозиумах по физике высоких энергий с применением поляризованных пучков и мишеней в Аргонне (1976 г.) и в

Лозанне (1980 г.), на Международном симпозиуме по поляризационным явлениям при высоких энергиях в Дубне (1981 г.).

Публикации. По результатам диссертации опубликовано 7 статей.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В главе I кратко изложен формализм спиновой матрицы рассеяния для системы двух нуклонов и обсуждается современное состояние исследований проблемы дибарионных резонансов в системе двух протонов при промежуточных энергиях.

В главе II рассмотрены методы измерения параметра корреляции поляризаций C_{nn} и приведено описание эксперимента по измерению C_{nn} при энергиях 550, 610 и 630 МэВ на синхротронном ускорителе Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

I. В эксперименте был использован поляризованный пучок с поляризацией $0,30-0,36$ и поляризованная мишень с максимальной поляризацией $0,98 \pm 0,03$ ^{9/}.

При рассеянии протонного пучка с поляризацией \vec{P}_B на мишени с поляризацией \vec{P}_T интенсивность рассеяния на угол ψ в системе центра масс описывается выражением

$$I(\psi) = I_0(\psi) \left[1 + (\vec{P}_B + \vec{P}_T) \vec{P}(\psi) + C_{nn} \vec{P}_B \vec{P}_T \right],$$

где $I_0(\psi)$ - интенсивность рассеяния неполяризованного пучка на неполяризованной мишени,

$\vec{P}(\psi)$ - поляризация в упругом pp -рассеянии.

Векторы \vec{P}_B и \vec{P}_T направлены перпендикулярно плоскости рассеяния. Для определения C_{nn} измерялись четыре интенсивности I_{++} , I_{+-} ,

I_{-+} , I_{--} , отличающиеся знаком поляризации мишени (первый индекс) или знаком поляризации пучка (второй индекс):

$$C_{nn} = \frac{1}{P_B P_T} \frac{(I_{++} + I_{--}) - (I_{+-} + I_{-+})}{I_{++} + I_{+-} + I_{-+} + I_{--}}.$$

Схема установки для измерения C_{nn} приведена на рис. I.

Протоны, рассеянные на поляризованной мишени под углами 18° , 30° , 35° и 41° (л.с.), регистрировались телескопами из двух сцинтилляционных счетчиков Т1-Т4, включенными на совпадение со счетчиками протонов отдачи С1-С4.

Для проведения измерений была использована стандартная электроника, разработанная в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Каждый канал регистрации включал в себя три формирователя импульсов сцинтилляцион-

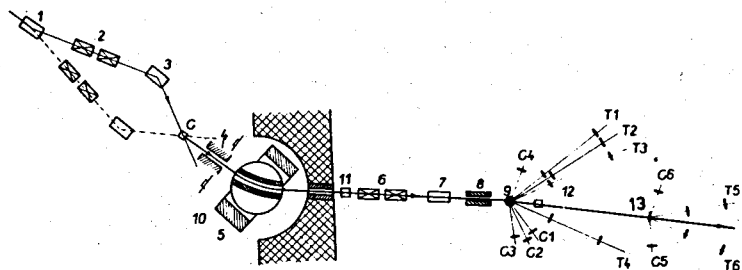


Рис.1. Общая схема установки.

1 - магнит, отклоняющий неполяризованный пучок; 2 - квадрупольная линза; 3 - отклоняющий магнит; C - углеродная мишень-поляризатор; 4 - коллиматор; 5 - отклоняющий магнит с жесткофокусирующим каналом; 6 - квадрупольная линза; 7 - отклоняющий магнит; 8 - коллиматор; 9 - поляризованная протонная мишень; T1-T4 - телескопы из двух сцинтилляционных счетчиков, регистрирующие рассеянные протоны; C1-C4 - счетчики, регистрирующие протоны отдачи; I0 - ионизационные камеры, мониторирующие неполяризованный пучок протонов; I1 и I2 - ионизационные камеры, мониторирующие поляризованный пучок; T5, T6 и C5, C6 - детекторы поляриметра.

ных счетчиков, три линии задержки и схему совпадений с разрешением $2\tau = 24$ нсек.

Данные с выхода всех детекторов передавались в ЭВМ HP-2116 через интерфейс КАМАК. Использование ЭВМ позволяло кроме записи данных от детекторов производить запись всей необходимой служебной информации, а также осуществлять контроль постоянства интенсивности пучка, измеряемой разными мониторами, и постоянства в пределах статистических отклонений скоростей счета детекторов, что обеспечивало возможность получения предварительных результатов по окончании сеанса и существенно облегчало последующую обработку результатов измерений.

Измерения C_{pp} были выполнены в семи сеансах. Измерения проводились пятиминутными экспозициями. При этом знак поляризации мишени менялся через каждые 8-12 часов, знак поляризации пучка - через 16-24 часа работы. Поляризация мишени измерялась методом ЯМР^{9/} при каждой смене её знака. Поляризация пучка определялась по асимметрии в упругом pp-рассеянии на угол 20° (л.с.). Контроль поляризации осуществлялся непрерывно в ходе эксперимента.

2. Результаты измерения C_{pp} при энергиях 550, 610 и 630 МэВ приведены в таблице I. В ошибки, указанные в таблице, кроме статистических включены ошибки измерения поляризации мишени ($\Delta P_T/P_T = 0,03$) и поляризации пучка ($\Delta P_B/P_B = 0,05 \pm 0,06$).

Таблица I

Значения параметра корреляции поляризаций в упругом pp-рассеянии при энергиях 550, 610 и 630 МэВ

550 МэВ		610 МэВ		630 МэВ	
ψ	C_{pp}	ψ	C_{pp}	ψ	C_{pp}
41°	$0,54 \pm 0,05$	40°	$0,60 \pm 0,05$	$40,6^\circ$	$0,44 \pm 0,05$
69°	$0,58 \pm 0,04$	67°	$0,57 \pm 0,04$	$69,6^\circ$	$0,54 \pm 0,04$
77°	$0,53 \pm 0,04$	78°	$0,57 \pm 0,04$	78°	$0,60 \pm 0,04$
91°	$0,51 \pm 0,04$	90°	$0,57 \pm 0,04$	91°	$0,66 \pm 0,04$

3. Использование полученных значений параметра $C_{pp}(\psi)$ для уточнения фазового анализа pp-рассеяния при энергии 630 МэВ позволило исключить одно из двух решений, полученных при этой энергии в работе^{8/}.

В главе III описывается эксперимент по измерению энергетической зависимости параметра C_{pp} в диапазоне энергий 690-950 МэВ, выполненный на синхротроне ЛЯФ.

I. Общая схема эксперимента представлена на рис. 2. Она отличалась более сложным трактом поляризованного пучка и, соответственно, более строгим контролем за положением поляризованного пучка на поляризованной мишени.

Сцинтилляционные счетчики C_{15} - C_{22} были разделены на два канала, регистрировавших pp-рассеяние под углами 90° и 50° (с.ц.м.). Угол регистрации одного из телескопов каждого канала выбирался расчетным путем, после определения угла поворота пучка в магнитном поле поляризованной мишени. Угол второго (сопряженного) телескопа устанавливался по максимуму числа pp-совпадений.

При проведении эксперимента использовалась измерительная аппаратура, выполненная в стандарте КАМАК. Данные от мониторов поляриметра и каналов регистрации передавались в ЭВМ PDP-II. Полная статистика, набранная для каждой энергии, превышала $4 \cdot 10^4$ событий. Для уменьшения систематической погрешности знак поляризации пучка изменялся либо после набора $5 \cdot 10^3$ событий, либо через каждые два ча-

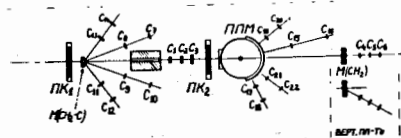
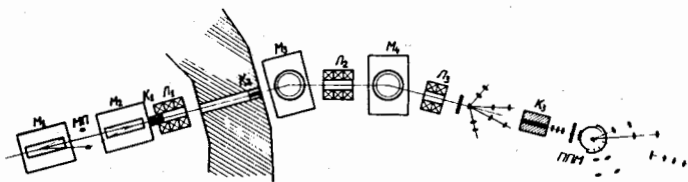


Рис. 2. Экспериментальная установка.

МП - мишень-поляризатор, M_1-M_4 - магниты, L_1-L_3 - квадрупольные линзы, K_1-K_3 - коллиматоры, ПШМ - поляризованная протонная мишень, $PK_1 - PK_2$ - пропорциональные камеры, C_1-C_{22} - сцинтилляционные счетчики, $M(CH_2)$, $M(CH_2-C)$ - мишени монитора и поляриметра.

са при длительных экспозициях.

2. Полученные значения параметра корреляции поляризаций C_{nn} и поляризации в упругом pp -рассеянии при энергиях 690, 760, 804, 840, 892, 950 МэВ приведены в таблице 2.

Таблица 2

Значения параметра корреляции поляризаций C_{nn} и поляризации в упругом pp -рассеянии при энергиях 690-950 МэВ

T МэВ	(50°)	(50°)	(90°)	(90°)
690	0,540±0,030	0,525±0,014	0,740±0,030	-0,020±0,007
760	0,520±0,030	0,475±0,016	0,660±0,040	-0,049±0,007
804	0,558±0,025	0,484±0,014	0,589±0,033	0,011±0,010
840	0,560±0,040	0,458±0,014	0,670±0,060	0,062±0,011
892	0,550±0,030	0,430±0,011	0,610±0,040	-0,002±0,007
950	0,559±0,021	0,406±0,011	0,554±0,025	0,019±0,012

Ошибки, указанные в таблице 2, включают погрешности измерения поляризации пучка $\Delta P_B/P_B = 0,025$, поляризации мишени $\Delta P_T/P_T = -0,04$ и статистическую ошибку измерений.

3. Результаты измерения $C_{nn}(50^\circ)$ и $C_{nn}(90^\circ)$ и предсказания энергетической зависимости C_{nn} , сделанные на основании результатов фазовых анализов^{/5,6/}, не противоречащих гипотезе дидраионных резонансов, приведены на рис.3. Наблюдается существенное расхождение между предсказаниями первого из них и экспериментальными данными, полученными в наших измерениях $C_{nn}(90^\circ)$ при энергиях выше 750 МэВ.

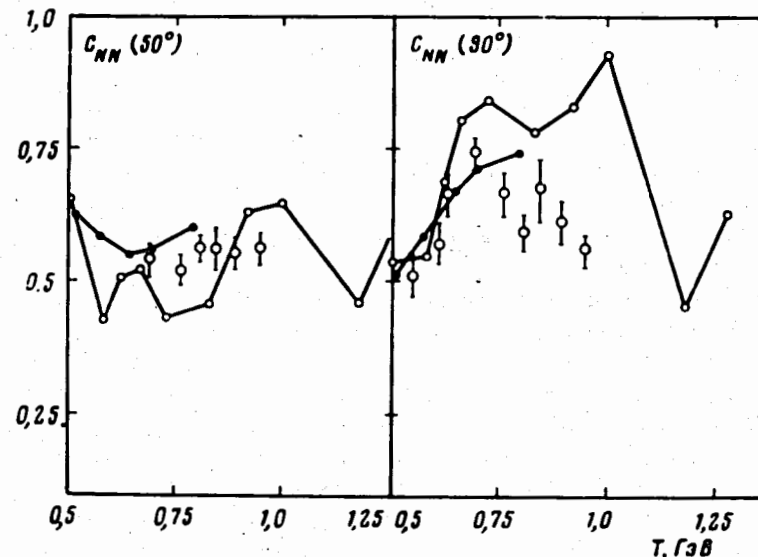


Рис. 3. Сравнение результатов данной работы с предсказаниями фазовых анализов /4/ - светлые кружки, /5/ - темные кружки.

Отчетливо проявляется максимум в энергетической зависимости $C_{nn}(90^\circ)$ при энергии 690-700 МэВ. Значение $C_{nn}(90^\circ)$ в максимуме равно $0,74 \pm 0,03$. Отношение дифференциальных сечений триплетного и синглетного рассеяния в максимуме составляет

$$\frac{d\sigma_t/d\Omega}{d\sigma_s/d\Omega} = 6,69 \pm 0,88.$$

Энергетическая зависимость $C_{nn}(50^\circ)$ не обнаруживает заметных особенностей и не противоречит предсказаниям фазовых анализов^{/4,5/}.

4. Результаты измерения параметра C_{nn} и известные из литературы сведения о C_{ll} и дифференциальных сечениях для рассеяния на

90° позволяют разделить вклады отдельных матричных элементов при рассеянии на этот угол:

$$\frac{d\sigma_0}{d\Omega}(90^\circ)[1 - C_{nn}(90^\circ)] = \frac{1}{2} |M_{SS}|^2,$$

$$\frac{d\sigma_0}{d\Omega}(90^\circ)[1 + C_{ll}(90^\circ)] = |M_{01}|^2,$$

$$\frac{d\sigma_0}{d\Omega}(90^\circ)[C_{nn}(90^\circ) - C_{ll}(90^\circ)] = |M_{10}|^2,$$

где M_{SS} , M_{01} и M_{10} — соответственно синглетный и триплетные элементы матрицы рассеяния. M_{01} содержит вклады от всех триплетных состояний, кроме 3P_0 , а M_{10} — лишь вклады состояний с $J = L + 1$, то есть не зависит от 3P_1 - и 3F_3 -состояний. Зависимость модулей матричных элементов M_{SS} , M_{01} и M_{10} от импульса налетающих частиц, полученная с использованием всех известных экспериментальных данных, включая результаты данной работы, представлена на рис. 4.

Отчетливо проявляется максимум в импульсной зависимости M_{SS} , который обычно связывается с взаимодействием в 1D_2 -состоянии (образование $N\Delta$ -системы в S -состоянии). В зависимости триплетных матричных элементов от импульса налетающих частиц обнаруживаются весьма похожие максимумы при импульсе $p \approx 1,2-1,3$ ГэВ/с.

Установить вклад отдельных парциальных волн в матричные элементы M_{iK} в области максимумов не представлялось возможным из-за заметного расхождения предсказаний фазового анализа^{4/} энергетической зависимости параметра $C_{nn}(90^\circ)$ и данных эксперимента. Это обстоятельство указывало на необходимость проведения нового фазового анализа данных по упругому pp -рассеянию в указанном интервале энергий.

В главе IV изложена процедура фазового анализа экспериментальных данных по pp -рассеянию при энергиях 630–950 МэВ и его результаты.

I. Фазовый анализ проводился по программе FA79a^{7/10/}. Нахождение фазовых сдвигов производилось путем минимизации функционала

$$\chi^2 = \sum_{i,j} \left[\frac{1/N_i y_i^{PSA}(\psi_j) - y_i^{EXP}(\psi_j)}{\delta_{ij}^{STAT}} \right]^2 + \sum_i \left(\frac{N_i - 1}{\delta_i^{SYST}} \right)^2,$$

где $y_i^{PSA}(\psi_j)$ — вычисленное значение наблюдаемой величины для угла рассеяния ψ_j ; $y_i^{EXP}(\psi_j)$ — экспериментальное значение наблюдаемой величины для угла рассеяния ψ_j в i -м эксперименте;

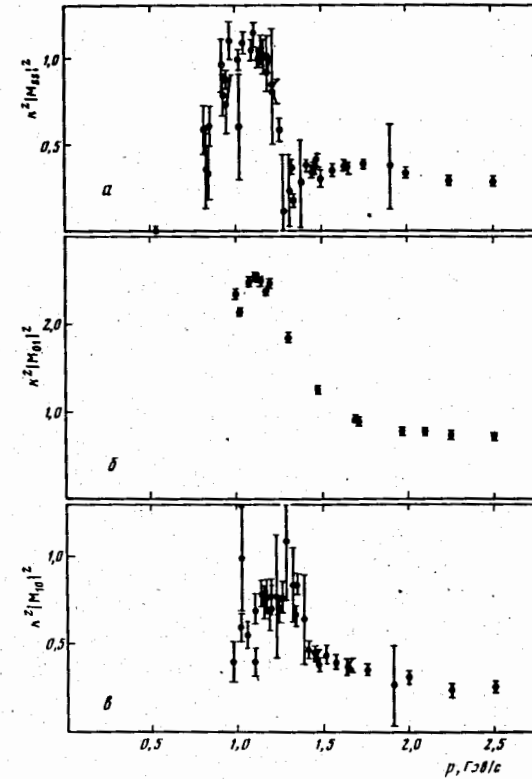


Рис. 4. Модули матричных элементов M_{SS} , M_{10} , M_{01} упругого pp -рассеяния на угол 90° в интервале $0,5 \leq p \leq 2,5$ ГэВ/с.

δ_{ij}^{STAT} — статистическая ошибка величины $y_i^{EXP}(\psi_j)$; N_i — вычисленная норма эксперимента i (константа, равная 1, когда норма для данного эксперимента не введена); i — номер эксперимента в фитируемом наборе данных; j — номер точки эксперимента i ; δ_i^{SYST} — систематическая ошибка нормировки эксперимента i .

В программе FA79a предусмотрена возможность перенормировки данных любого эксперимента, содержащего хотя бы два измерения одной наблюдаемой величины.

2. Фазовый анализ проводился при шести энергиях: 630 ± 20 МэВ,

670 \pm 20 МэВ, 720 \pm 15 МэВ, 760 \pm 25 МэВ, 800 \pm 12 МэВ, 950 \pm 20 МэВ. Энергия и величина энергетических интервалов выбирались с учетом предсказаний ширины дипротонных резонансов (\sim 100 МэВ) и наличия экспериментальных данных.

В качестве исходных значений фазовых сдвигов были использованы решения, полученные ранее^ж в работах Р.Ардта и др. (1980 г.), Н.Хошизаки (1978 г.), Ж.Коззика (1974 г.), И.Быстрицкого и др. (1979, 1981 гг.), С.Фуруичи и др. (1976 г.), Л.Н.Глonti и др. (1972 г.), Р.Я.Зулькарнеева и др. (1972 г.), Н.С.Борисова и др. (1981 г.), М.И.Джгаркава и др. (1981 г.). При этом предполагалось, что поверхность функционала χ^2 в пространстве искомых параметров исследована в указанных работах достаточно тщательно и появление новых низколежащих минимумов χ^2 маловероятно.

3. При проведении фазового анализа были использованы экспериментальные данные, опубликованные к концу 1981 года. Дополнительно в фазовый анализ были включены значения реальных частей амплитуд рассеяния под 0° , полученные в дисперсионном анализе Грейна и Кролла /II/.

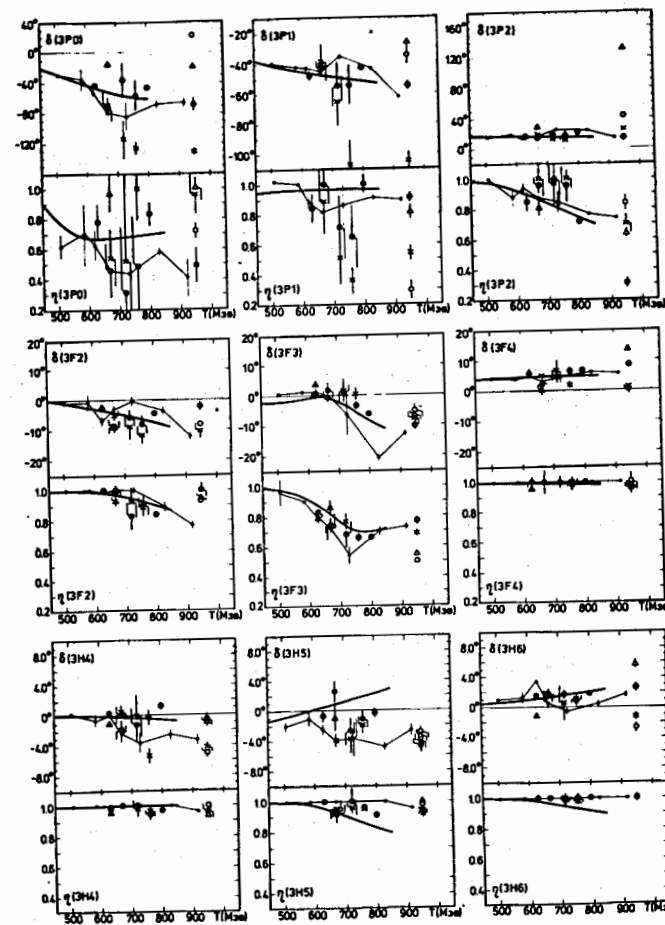
4. Отбор и нормировка данных. В процессе отбора данных для всех допускающих перенормировку экспериментов вводилась норма как свободный параметр и на таком экспериментальном материале проводился фазовый анализ при $L_{max} = 6$. Несовместимыми с остальными экспериментами (полной совокупностью данных) считались эксперименты, для которых вклад в χ^2 на точку превышал 2 при любых начальных условиях. Были исключены также отдельные экспериментальные точки, вклад которых в χ^2 превышал 9. Количество исключенных точек составляло менее 5% от общего числа экспериментальных данных.

При проведении фазового анализа нормы вводились только для дифференциальных сечений и в некоторых случаях для данных по поляризации. Указанная перенормировка экспериментальных данных в пределах ошибок не меняет средних значений фазовых сдвигов, найденных решений, но позволяет заметно понизить значение χ^2 для каждого набора.

5. После подготовки экспериментального материала было произведено уточнение всех перечисленных выше решений при соответствующих энергиях. Предполагалось, что мезообразование идет из начальных состояний с $L \leq 5$. Фазовый анализ проводился при $L_{max} = 5, 6, 7$. С помощью критерия χ^2 было установлено, что наилучшим значением орбитального момента, при котором ведется поиск фазовых сдвигов, является $L_{max} = 7$.

В результате фазового анализа в диапазоне энергии 630–950 МэВ

были получены решения пяти типов А, В, С, D, Е. Энергетическая зависимость фазовых сдвигов представлена на рис.5.



(см. продолжение на следующей странице)

^жСсылки на перечисленные работы см. в работе автора и др. /7/.

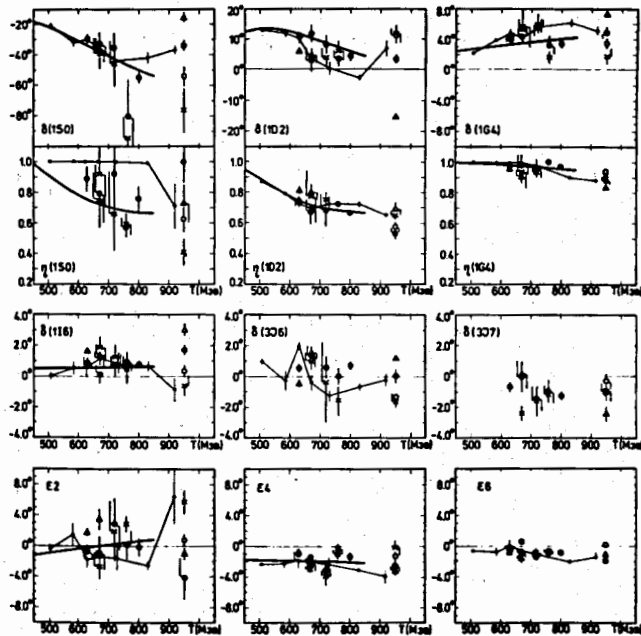


Рис. 5. Энергетическая зависимость фазовых сдвигов.

- - решение А, ▲ - решение В,
- × - решение С, ○ - решение D,
- △ - решение Е, — решение Арндта и др.^{/5/},
- - решение Хошизаки^{/4/}.

Выделить решения одного типа в рассматриваемом энергетическом интервале, используя статистические критерии, невозможно. Тем не менее анализ энергетической зависимости фазовых сдвигов позволяет отдать предпочтение решениям типа А. Решения типа А являются единственными при энергиях 630 и 800 МэВ и хорошо согласуются с решением Арндта и др.^{/5/} при этих энергиях. Внутри интервала 630–800 МэВ решения типа А несколько отличаются от решения Арндта и др.^{/5/}, что, по-видимому, связано с недостатком экспериментальных данных в указанном интервале энергий и параметризацией энергетической зависимости фазовых сдвигов в фазовом анализе^{/5/}.

Энергетическая зависимость 1D_2 и 3F_3 парциальных амплитуд

для решения типа А подтверждает вывод о возможном существовании дипротонных резонансов в этих состояниях. Диаграммы Аргана для 1D_2 - и 3F_3 - парциальных волн приведены на рис. 6,7.

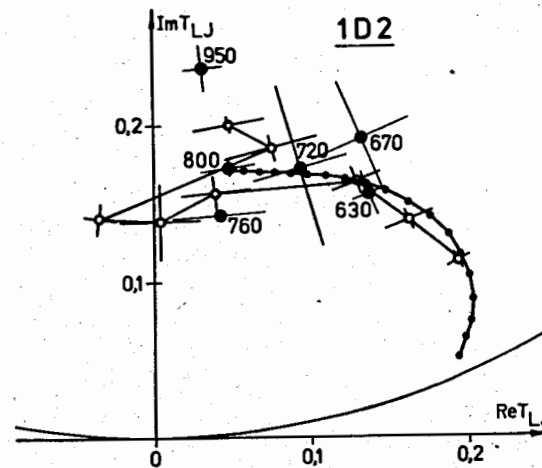


Рис. 6. Диаграмма Аргана для 1D_2 -парциальной амплитуды: ● - решение Арндта^{/5/}, ○-○ - решение Хошизаки^{/4/}, ● - данная работа.

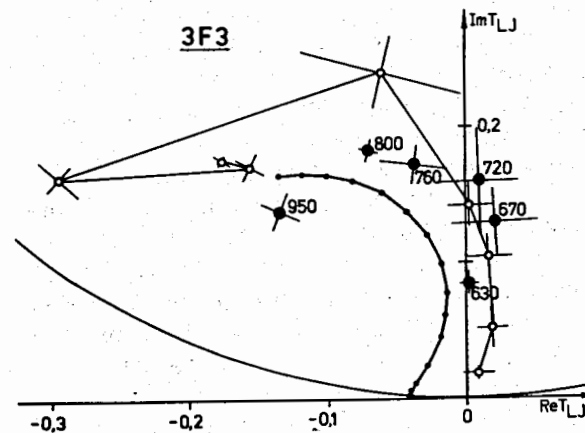


Рис. 7. Диаграмма Аргана для 3F_3 - парциальной амплитуды: ● - решение Арндта^{/5/}, ○-○ - решение Хошизаки^{/4/}, ● - данная работа.

Большие ошибки в определении фазовых сдвигов не позволяют сделать определенных заключений об энергетической зависимости ${}^3P_{0,1,2}$ -парциальных амплитуд.

В заключении приведены основные результаты работы, которые представлены к защите:

1. Создана экспериментальная установка для измерения энергетической зависимости параметра спиновой корреляции, включающая в себя поляризованную протонную мишень и систему сцинтилляционных счетчиков для регистрации событий упругого pp -рассеяния. Установка проработала на пучках поляризованных протонов ускорителей ЛЯП ОИЯИ и ЛЯФ АН СССР около 2000 часов.

2. С помощью созданной установки выполнено измерение параметров $C_{nn}(\varphi)$ и $P(50^\circ)$ при энергиях 550–950 МэВ.

3. Впервые с высокой точностью измерена зависимость параметров $C_{nn}(90^\circ)$ и $C_{nn}(50^\circ)$ от энергии в диапазоне 550–950 МэВ. Показано, что энергетическая зависимость $C_{nn}(90^\circ)$ имеет максимум вблизи 700 МэВ. Энергетическая зависимость $C_{nn}(50^\circ)$ в пределах ошибок не имеет особенностей в указанном диапазоне энергий.

4. Проведен фазовый анализ данных по pp -рассеянию при шести энергиях в диапазоне 630–950 МэВ. В результате фазового анализа получены решения пяти типов А, В, С, D, Е. При этом на энергиях 630 ± 20 МэВ и 800 ± 12 МэВ получены единственные решения типа А.

5. Анализ энергетической зависимости фазовых сдвигов позволяет выделить наиболее вероятное решение (типа А), существующее во всем изученном диапазоне энергий 630–950 МэВ. Энергетическая зависимость парциальных амплитуд для полученного решения указывает на возможное существование дипротонных резонансов в состояниях 1D_2 и 3F_3 . В отличие от решения Хошизаки^{4/} найденное решение хорошо согласуется с экспериментальными данными по C_{nn} , D, R и A при энергиях $T \geq 800$ МэВ. Значительные ошибки в определении фазовых сдвигов в P-волне не позволяют сделать определенные заключения о резонансах в P-состояниях системы двух протонов.

6. Результаты фазового анализа при энергии 630 и 800 МэВ показывают, что для устранения неоднозначности фазового анализа при энергиях 670–760 МэВ и 850–1000 МэВ необходимо, прежде всего, проведение измерений параметров D, R и A с точностью на уровне 0,03–0,04.

Результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Борисов Н.С., Глонти Л.Н., Казаринов М.Ю., Казаринов Ю.М., Киселёв В.С., Киселев Ю.Ф., Матафонов В.Н., Мачарашвили Г.Г., Неганов Б.С., Страхота И., Трофимов В.Н., Усов Ю.А., Хачатуров Б.А. Измерение коэффициента корреляции поляризаций C_{pp}^{PP} в упругом pp -рассеянии при энергии 610 МэВ. ЖЭТФ, 1977, т.72, вып.2, с.405–410.

2. Борисов Н.С., Глонти Л.Н., Казаринов М.Ю., Казаринов Ю.М., Киселев Ю.Ф., Киселев В.С., Мачарашвили Г.Г., Матафонов В.Н.,

Неганов Б.С., Страхота И., Трофимов В.Н., Усов Ю.А., Хачатуров Б.А., Хаятов М.Р. Измерение коэффициента корреляции поляризаций C_{nn} в упругом pp -рассеянии при энергиях 550 и 630 МэВ. ЖЭТФ, 1977, т.73, вып.5(II), с.1679–1683.

3. Борисов Н.С., Вовченко В.Г., Володин А.Г., Ефимовых В.А., Жданов А.А., Казаринов М.Ю., Казаринов Ю.М., Киселев Ю.Ф., Ковалев А.И., Либург М.Ю., Неганов Б.С., Поляков В.В., Попов В.Е., Прокофьев А.Н., Траутман В.Ю., Усов Ю.А., Шведчиков А.В. Энергетическая зависимость коэффициента корреляции поляризаций C_{nn} в упругом протон-протонном рассеянии в области 690–950 МэВ. Препринт ЛЯФ, № 553, Л., 1980, 13 с.

4. Efimovych V.A., Kovalev A.I., Poljakov V.V., Popov V.E., Prokofiev A.N., Shvedchikov A.V., Trautman V.Yu., Vovchenko V.G., Zhdanov A.A., Borisov N.S., Kazarinov M.Yu., Kazarinov Yu.M., Kiselev Yu.F., Liburg M.Yu., Neganov B.S., Usov Yu.A. Energy dependence of the spin-spin correlation parameter C_{nn} at 50° and 90° c.m. for pp -elastic scattering in the energy range 0.69–0.95 GeV. Phys.Lett., 1981, vol. 99B, No 1, pp. 28–32.

5. Борисов Н.С., Вовченко В.Г., Ефимовых В.А., Жданов А.А., Казаринов М.Ю., Казаринов Ю.М., Киселев Ю.Ф., Ковалев А.И., Либург М.Ю., Неганов Б.С., Поляков В.В., Попов В.Е., Прокофьев А.Н., Траутман В.Ю., Усов Ю.А., Шведчиков А.В. Исследование энергетической зависимости спин-спиновой корреляции в области дипротонных резонансов. ЖЭТФ, 1981, т.81, вып.5(II), с.1584–1596.

6. Борисов Н.С., Вовченко В.Г., Ефимовых В.А., Жданов А.А., Казаринов М.Ю., Казаринов Ю.М., Киселев Ю.Ф., Ковалев А.И., Либург М.Ю., Матафонов В.Н., Поляков В.В., Попов В.Е., Прокофьев А.Н., Траутман В.Ю., Усов Ю.А., Федоров О.Я., Шведчиков А.В. Угловая зависимость параметра спиновой корреляции A_{00pp} и асимметрии A_{000p} в pp -рассеянии при энергии 950 МэВ. Письма в ЖЭТФ, 1981, т.34, вып.3, с.137–140.

7. Вовченко В.Г., Казаринов М.Ю., Казаринов Ю.М., Прокофьев А.Н., Страхота И. Фазовый анализ данных по pp -рассеянию в энергетическом интервале 630–950 МэВ. Препринт ОИЯИ, PI-82-223, Дубна, 1982, 20 с.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yokosawa A. Reviews of experimental results from the polarized-beam program at the Argonne ZGS. Phys.Reports, 1980, v.64, No 2, pp. 47–86.

2. Макаров М.М. Дибарионные резонансы. В сб.: Материалы XVI зимней школы ЛИАФ. Л., 1981, с.163-219.
3. Лапидус Л.И. К вопросу о существовании двухпротонного резонанса. Препринт ОИЯИ, P2-II762, Дубна, 1978, 31 с.
4. Hoshizaki N. P-p phase shifts and diproton resonances in the mass range from 2.1-2.8 GeV. Progr.Theor.Phys., 1978, vol. 60, pp. 1796-1811;
Progr. Theor.Phys., 1979, vol. 61, pp. 129-144.
5. Arndt R.A., VerWest B.J. NN-scattering analysis below 850 MeV: A status report.
Preprint AMU, DOE/ER/05223-29, College Station, TX, 1980, 10 p.
6. Bystricky J., Lechanoine C., Lehar F. Phase shift analysis of pp, np and pn elastic scattering in the energy region 10-750 MeV. Preprint CERN, DPhPE 79-01, Saclay, 1979, 131 p.
7. Kanada H., Tamura N., Tashioka K. Note on phase shifts of pp-elastic scattering at 1.0-1.5 GeV/c.
In: Proc. 2nd meeting on exotic resonances. Hiroshima, 1980. NUPD-8010, pp. 20-23.
8. Глonti Л.Н., Казаринов Ю.М., Киселев В.С. и др. Матрица упругого нуклон-нуклонного рассеяния при энергии 630 МэВ. I. Фазовый анализ pp-рассеяния. Препринт ОИЯИ, P1-6339, Дубна, 1972, 20 с.
9. Борисов Н.С., Бунятова Э.И., Киселев Ю.Ф. и др. Протонная поляризованная "замороженная" мшень. Препринт ОИЯИ, I3-10253, Дубна, 1976, 19 с.; Препринт ОИЯИ, I3-10257, Дубна, 1976, 17 с.
10. Джгаркава М.И., Казаринов Ю.М., Силин И.Н., Страхота И. Пакет программ для фазового анализа нуклон-нуклонного рассеяния. Препринт ОИЯИ, I-81-225, Дубна, 1981, 13 с.
11. Grein W., Kroll P. Dispersion theoretic analysis of the proton-proton helicity amplitudes at $t=0$. Nucl.Phys., 1978, vol. B137, pp. 173-188.

Рукопись поступила в издательский отдел
6 мая 1982 года.