

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

M-915

1 - 10597

МУРТАЗАЕВ
Хатам

ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВОЙ ЗАВИСИМОСТИ
ПАРАМЕТРА ПОЛЯРИЗАЦИИ,
ПРОВЕРКА ПРИНЦИПА Т-ИНВАРИАНТНОСТИ
В ПРОЦЕССЕ УПРУГОГО pn -РАССЕЯНИЯ
И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗНОСТИ $P-\alpha$
В КВАЗИУПРУГОМ pp -РАССЕЯНИИ
ПРИ ЭНЕРГИИ 635 МэВ

Специальность 01.04.01. - экспериментальная физика
Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Дубна 1977

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель
доктор физико-математических наук

Р.Я.ЗУЛЬКАРНЕЕВ

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук

В.И.ОСТРОУМОВ

доктор физико-математических наук

А.Ф.ПИСАРЕВ

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Институт атомной энергии им. И.В.Курчатова, Москва.

Автореферат разослан " " _____ 1977 года

Защита диссертации состоится в _____ часов " " _____ 1977 г. на заседании Специализированного ученого совета Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Объединенного института ядерных исследований.

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук

Ю.А.БАТУСОВ

Открытие CP-нечетных эффектов в распадах долгоживущих K^0 -мезонов стимулировали экспериментальные и теоретические исследования вопросов, связанных с C, P, T, CP и другими преобразованиями в сильных, электромагнитных и слабых взаимодействиях.

Интерес к исследованию этих преобразований, в частности, к экспериментальной проверке T-инвариантности, не ослабел и в настоящее время. В процессах с участием двух нуклонов одной из причин для подобного рода проверок является тот факт, что принцип T-инвариантности ядерных сил имеет фундаментальное значение для физики адронных взаимодействий вообще. Другая причина заключена в том, что принцип T-инвариантности, налагая на матрицу NN -рассеяния ряд существенных ограничений, чрезвычайно сильно упрощает рассмотрение процесса рассеяния. Это обстоятельство оказывается особенно важным при восстановлении амплитуд NN -рассеяния при выявлении динамической природы механизма NN -взаимодействий и т.д.

В настоящей работе описываются опыты по рассеянию нуклонов нуклонами, выполненные автором с целью проверки известного равенства "поляризация-асимметрия", основанного на принципе T-инвариантности ядерных сил.

Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения и выполнена по материалам работ /1-7/.

Первая глава является вводной и посвящена изложению некоторых теоретических предпосылок, а также краткому обзору имеющихся экспериментальных данных по проверке T-инвариантности в NN -рассеянии. Она начинается с описания формализма матрицы

Объединенный институт
ядерных исследований
БИЯИ

рассеяния двух нуклонов (см. § I.1). Известно, что эта матрица M , удовлетворяющая требованиям инвариантности относительно пространственных отражений, вращений и зарядовой симметрии, может быть представлена в следующем виде:

$$M = \alpha + \beta (\vec{b}_1, \vec{n}) (\vec{b}_2, \vec{n}) + \gamma (\vec{b}_1 + \vec{b}_2, \vec{n}) + \delta (\vec{b}_1, \vec{m}) (\vec{b}_2, \vec{m}) + \varepsilon (\vec{b}_1, \vec{l}) (\vec{b}_2, \vec{l}) + t [(\vec{b}_1, \vec{l}) (\vec{b}_2, \vec{m}) + (\vec{b}_1, \vec{m}) (\vec{b}_2, \vec{l})]. \quad (1)$$

Здесь \vec{b}_1 и \vec{b}_2 — операторы спина 1-го и 2-го нуклонов; \vec{n} , \vec{m} и \vec{l} — хорошо известные базисные векторы в системе центра масс двух нуклонов. Первые пять членов этой матрицы инвариантны относительно операции обращения времени, а последний нечетен относительно этого преобразования. Наличие этого члена в формуле (1) дает возможность выполнить ряд экспериментов по проверке принципа Т-инвариантности ядерных сил.

Автором отмечается несколько возможных способов экспериментального наблюдения Т-нечетных эффектов в NN -рассеянии (см. § I.2). В настоящей работе для этой цели используется сравнение двух поляризационных параметров: поляризации — $P(\vartheta)$ и асимметрии — $Q(\vartheta)$:

$$\vec{P} = \frac{Sp \vec{b}_1 M M^+}{Sp M M^+} \quad \text{и} \quad \vec{Q} = \frac{Sp M \vec{b}_1 M^+}{Sp M M^+}. \quad (2)$$

Здесь M — матрица упругого рассеяния двух нуклонов. Формальное различие между \vec{P} и \vec{Q} возникает из-за того, что \vec{b}_1 и M не коммутируют между собой.

Величины \vec{P} и \vec{Q} связаны с Т-нечетным членом матрицы (1) формулой:

$$P - Q = \frac{4 I_m t^* (\delta - \varepsilon)}{I(\vartheta)}, \quad (3)$$

где $I(\vartheta)$ — дифференциальное сечение рассеяния, t^* и δ, ε — члены амплитуды рассеяния (1), нарушающие и сохраняющие временную четность, соответственно.

Т-неинвариантная амплитуда может быть выражена через Т-нечетные значения величин фазовых сдвигов NN -рассеяния $\lambda_{\ell+1}$. Здесь ℓ — орбитальный момент.

В § I.3 первой главы кратко обзвревается имеющиеся экспериментальные данные по проверке Т-инвариантности в pp -рассеянии в области энергий (140–640) МэВ. Отмечено, что усреднение всех известных в настоящее время экспериментальных данных для синуса Т-неинвариантной фазы λ_2 (если предположить отсутствие энергетической зависимости этой величины в области энергий (140–640) МэВ дает следующий результат*):

$$\sin \lambda_2 = -0.012 \pm 0.019. \quad (4)$$

Таким образом, на уровне (2–4)% от максимально возможной величины λ_2 эксперимент, по-видимому, не противоречит принципу Т-инвариантности ядерных сил в pp -рассеянии.

Экспериментальная информация о разности $P - Q$ в pp -рассеянии была проанализирована в ряде работ Брайена и др., Глейзера и др., Симмониса и др. (см. диссертацию). Было показано, что эффект нарушения Т-инвариантности в NN -соударениях довольно сильно подавлен в состояниях с изотопическим спином 1, где, согласно расчетам, например, Брайена, величина $P - Q$

* В предположении, что значениями $\lambda_{\ell+1}$ при $\ell > 1$ можно пренебречь.

не превышает по абсолютной величине четырех процентов при энергии 640 МэВ. Однако согласно этим авторам, в состояниях с изоспином 0 разность $P-A$ может достигать примерно 0,3 при рассеянии в области энергий (400-700) МэВ.

Таким образом, как это следует из работ Брайена и др., pp-рассеяние относительно слабо чувствительно к возможной примеси T-нечетных эффектов в потенциале взаимодействия, чем pn -рассеяние. С этой точки зрения более перспективными являются опыты по исследованию pn -рассеяния. Отсутствие таких данных в литературе побудило нас поставить опыт по определению разности $P-A$ в pn -рассеянии при энергии 640 МэВ в той области, в которой согласно современным представлениям о механизме NN -взаимодействий ожидаются максимальные эффекты нарушения T-четности.

Вторая глава посвящена экспериментальному исследованию угловой зависимости параметра поляризации $P_{pp}(\vartheta)$ и проверке принципа T-инвариантности в pn -рассеянии при энергии 635 МэВ.

§ 2.1 начинается с анализа возможностей использования дейтрона в качестве нейтронной мишени в опыте по pn -рассеянию. Основываясь на результатах расчета поляризации P - и параметра асимметрии A - для протонов, рассеянных на дейтроне в условиях кинематики, соответствующей регистрации свободного pn - и pp-рассеяний при энергии 640 МэВ, а также на результатах работ других авторов, в диссертации сделан вывод о том, что замена свободной нейтронной мишени "связанной" в дейтерии при измерениях величины разности $P-A$ в квазиупругом pn -рассеянии при энергии 635 МэВ приведет к ошибке не более $\sim (0,01+0,02)$. По-

скольку это значение много меньше величины разности $P-A$, предсказываемой Брайеном в pn -рассеянии при энергии 600 МэВ, и находится внутри погрешности наших измерений, то замену процесса свободного pn -рассеяния квазисвободным $\langle pn \rangle$ -рассеянием на дейтроне можно считать достаточно корректной.

Далее в § 2.2 дается общее описание экспериментальной установки (см. рис. 1)/1,3/. Более подробное описание отдельных крупных частей и узлов дается в последующих разделах этой главы. Измерения были выполнены на неполяризованном пучке протонов синхротрона Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ при энергии 635 ± 15 МэВ. Протоны, рассеянные нейтронами дейтерия, выделялись системой сцинтилляционных счетчиков. Анализ поляризации производился с помощью повторного рассеяния на мишени-анализаторе с анализирующей способностью, которая находилась в отдельных измерениях.

В § 2.3 подробно описана система транспортировки пучка протонов из главного зала синхротрона (СЦ) в экспериментальный зал, а также процедура наблюдений за рядом его рабочих характеристик, знание которых было важным при проведении нашего эксперимента.

В § 2.4 описана геометрия опыта (см. табл. 4 в диссертации) и особенности конструкций использованных счетчиков. Отдельный параграф (§ 2.5) отведен описанию нейтронного детектора, выбору его конструкции и детальному изучению его характеристик/3/.

Все основные рабочие характеристики установки были изучены в рабочих условиях на протонном пучке, рассеивавшемся на дейтериевой мишени/1/.

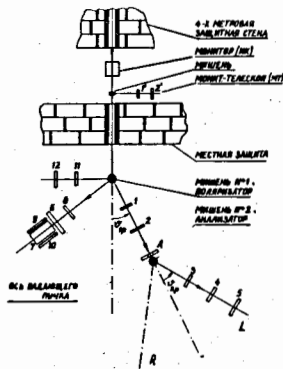


Рис. 1. Схема экспериментальной установки. Цифрами 1-12, 1', 2' обозначены номера счетчиков. 6, 8, 9, 10 и А - счетчики антисовпадений.

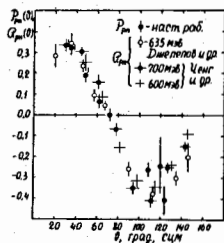


Рис. 2. Угловая зависимость параметров поляризации - $P_{pn}(\theta)$ и асимметрии - $Q_{pn}(\theta)$ в pn -рассеянии при энергии 635 МэВ. Черные точки - экспериментальные результаты настоящей работы.

Далее подробно излагаются блок-схема электроники, процедура выделения актов pn - и pp -рассеяний и детально анализируются вопросы, связанные с фоном измерений. Опыт проводился в линию с ЭВМ Хьюлет-Паккард типа HP-2116 С. В качестве буферного устройства памяти использовался анализатор АИ-4096 ИЦ ЛЯИ ОИЯИ^{/3/}.

В § 2.7 обсуждены экспериментальные вопросы, связанные с проведением анализирующего рассеяния и т.д. В нашем опыте анализирующая способность графита определялась в параллельных измерениях, одновременно с выполнением основных измерений поляризации в pn -рассеянии, путем измерения асимметрии $E_{\langle pp \rangle}$ квазиупругого pp -рассеяния на ядре D_2 по формуле^{/3-5/}:

$$E_{\langle pp \rangle} = P_{pp} \cdot A_C^{\langle pp \rangle}. \quad (5)$$

Здесь P_{pp} - поляризация протонов в процессе квазиупругого pp -рассеяния; $A_C^{\langle pp \rangle}$ - анализирующая способность графита. При этом в соответствии с результатами проверки Т-инвариантности в упругом pp -рассеянии при этой энергии предполагалось, что выполняется строгое равенство "поляризации-асимметрия" при квазиупругом рассеянии двух протонов в ядре дейтерия. (Детальное обсуждение этого вопроса дано ниже, в гл. III). Измеренные нами значения сравниваются с результатами других авторов, полученными ранее при близких энергиях в опытах по свободному pp -рассеянию (см. табл. 7 диссертации).

Для контроля правильности определения анализирующих способностей, $A_C^{\langle pp \rangle}$, был проведен дополнительный и независимый калибровочный опыт на пучке поляризованных протонов. Это было

сделано для двух значений энергии протонов. Удовлетворительное статистическое согласие в величинах A_c , найденных двумя различными способами, подтверждает правильность и корректность нашей процедуры нахождения A_c^{pp} .

Анализ и измерение фоновых событий показали, что при регистрации актов p_n -рассеяния на CD_2 -мишени суммарный фоновый отсчет выражается формулой /3/:

$$N^{фсн} = N_{ссл.св.}^+(CD_2) + N^-(CD_2) + N^+(C). \quad (6)$$

Здесь $N_{ссл.св.}^+(CD_2)$ - случайные совпадения импульсов в канале нейтронного счетчика с актами "истинного рассеяния" в протонной ветви установки (см. рис. I9а диссертации); $N^-(CD_2)$ - счет схемы совпадений CC_4 (в p_n -рассеянии) с убраным анализатором (см. рис. I9б диссертации); $N^+(C)$ - фон от углерода в CD_2 -мишени. Суммарный фоновый отсчет (6) равнялся примерно 20% от полной скорости счета p_n -рассеяния.

§§ 2.9 и 2.11 посвящены измерениям асимметрий, анализу

e_{p_n} , ложных эффектов и обсуждению полученных результатов. Экспериментальные значения лево-правых асимметрий /2-5/.

$$e_{p_n} = \frac{N_L - N_R}{N_L + N_R}, \quad (7)$$

найденные для семи значений угла ϑ_1 , приводятся в табл. I. Там же даны значения параметра поляризации $P_{p_n}(\vartheta)$. Для сравнения приведены значения параметра $A_{p_n}(\vartheta)$, найденные ранее В.П.Джеленовым и др. Угловая зависимость обоих этих параметров $P_{p_n}(\vartheta)$ и $A_{p_n}(\vartheta)$ иллюстрируется рис.2. На этом графике приведены также значения $A_{p_n}(\vartheta)$ для соседних энергий 600 и 700 МэВ, измеренных Ченгом и др. (см. диссертацию).

Таблица I.

$\vartheta_{сум.}$, град.	$(e \pm \Delta e)_{p_n}$	$A_c^{pp} \pm \Delta A_c$	$(P \pm \Delta P)_{p_n}$	$(R \pm \Delta R)_{p_n}$	$P - R$
34,5	0,111 \pm 0,010	0,336 \pm 0,029	0,330 \pm 0,040	0,346 \pm 0,046	-0,02 \pm 0,06
49,0	0,064 \pm 0,009	0,337 \pm 0,022	0,189 \pm 0,028	0,179 \pm 0,030	0,01 \pm 0,04
61,5	0,021 \pm 0,012	0,325 \pm 0,024	0,065 \pm 0,036	0,078 \pm 0,025	-0,01 \pm 0,04
72,0	0,000 \pm 0,012	0,345 \pm 0,030	0,000 \pm 0,030	0,004 \pm 0,030	0,00 \pm 0,04
108,2	-0,097 \pm 0,012	0,385 \pm 0,030	-0,256 \pm 0,036	-0,356 \pm 0,040	0,10 \pm 0,05
119,5	-0,070 \pm 0,040	0,296 \pm 0,015	-0,237 \pm 0,135	-0,324 \pm 0,040	0,09 \pm 0,14
124,0	-0,115 \pm 0,013	0,287 \pm 0,030	-0,412 \pm 0,055	-0,330 \pm 0,030	-0,08 \pm 0,06

Количественно о степени согласованности P_{pn} и Q_{pn} можно судить по величине их разности, которая приведена в табл. I и показана на рис.3. Обе величины (P и Q) статистически хорошо совпадают между собой. Усреднение по всему исследованному нами интервалу углов ($34-124^\circ$) сдм дало для среднего значения разности $P-Q$ величину $\overline{P-Q}$

$$\overline{P-Q} \cong 0,01 \pm 0,02. \quad (8)$$

На основе этих экспериментальных результатов (см. табл. I) в диссертации сделан вывод о том, что равенство $P=Q$ в pn -рассеянии соблюдается на уровне ошибок измерений в несколько процентов. Исходя из этих результатов и результатов фазового анализа, мы вычислили отношение возможной величины T-нечетного члена к полной амплитуде pn -рассеяния при энергии 635 МэВ в предположении, что $Re t \cong Im t$. Оказалось, что средняя величина отношения $Re t / \sqrt{I_{pn}}$ в исследованной нами области углов равна:

$$\frac{Re t}{\sqrt{I_{pn}}} = \frac{Im t}{\sqrt{I_{pn}}} = 0,00 \pm 0,01. \quad (9)$$

Здесь I_{pn} - дифференциальное сечение pn -рассеяния. Соответственно для величины T-инвариантной фазы рассеяния в состоянии с орбитальным моментом $\ell = 0$ было получено нами значение, равное λ_1

$$\lambda_1 = 0,01 \pm 0,02. \quad (10)$$

Величина λ_1 и его ошибка слегка зависят от типа набора фазовых сдвигов, используемого при вычислениях λ_1 .

Найденные нами значения разности $P-Q$ сравниваются с результатами теоретических предсказаний, сделанных для этой величины. Эти вычисления основаны на гипотезе Сударшана о том, что векторные и аксиальные поля, взаимодействуя с адронами, приводят к нарушению CP-четности, а при справедливости CPT-теоремы - и T-четности в NN -взаимодействии.

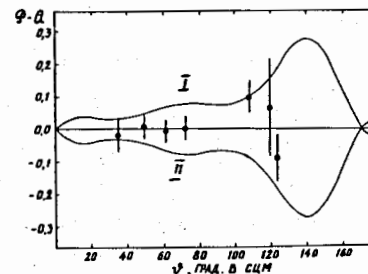


Рис.3. Экспериментально найденная зависимость разности $(P-Q)_{pn}$ от угла рассеяния в с.ц.м. для pn -рассеяния при энергии 635 МэВ. Черные точки - результаты настоящей работы, сплошные кривые - предсказания теоретических работ Брайена и др.

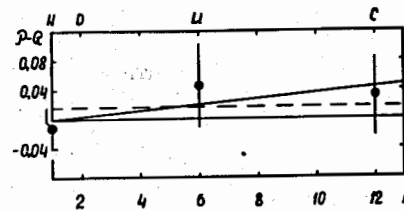


Рис.4. Экспериментально найденная зависимость величины разности $(P-Q)_{pp}$ для квазиупругого pp -рассеяния при энергии 635 МэВ, от атомного веса A ядра-мишени.

Один из результатов такого расчета для p_n -рассеяния при энергии 600 МэВ, выполненный недавно Брайеном и др., приведен на рис.3, вместе с экспериментальными значениями разности $P-Q$, полученными в настоящей работе. Расчетная кривая изображена на этом рисунке двумя линиями (I и II), симметричными относительно оси абсцисс, вследствие неопределенности знака константы взаимодействия A_1 мезона с нуклоном. Из этого рисунка можно видеть, что теоретически предсказанные значения разности $P-Q$ сильно отличаются от нуля и не согласуются с данными наших измерений. Подсчет величины χ^2 , приходившегося на одну экспериментальную точку, для кривых I и II дает значения, равные 3,5 и 3,8, соответственно. Отсюда можно заключить, что для сохранения схемы NN -взаимодействий, развиваемой Брайеном-Сударшаном и для достижения согласия с нашими результатами константу взаимодействия A_1 -мезона с нуклоном следует уменьшить примерно на порядок. Этот наш вывод находится в согласии с аналогичным заключением, сделанным недавно в работе Брайена и др., который на основе некоторых неопубликованных в литературе экспериментальных результатов группы Лэйнга и др. по измерению параметра P при энергии 520 и 600 МэВ пересмотрел прежние значения параметров своей модели.

Третья глава посвящена измерению параметра поляризации P_{pp} в квазиупругом рассеянии протонов на легких ядрах. Необходимость проведения этих измерений продиктована следующими соображениями. Как уже отмечалось (в § 2.7 диссертации), анализирующая способность A_c^{pp} мишени № 2 в нашем опыте по измерению параметра P_{pp} , находилась в предположении, что при квазиупругом pp -рассеянии на дейтерии выполняется равенство^{/6,7/}

$$P_{pp} = Q_{pp} \quad (II)$$

Степень выполнения этого соотношения в процессе квазиупругого рассеяния экспериментально не исследована. Поэтому основная цель измерений, описываемых в гл. III, заключается в проверке равенства (II) путем прямых измерений и в нахождении систематической погрешности экспериментальных результатов, описанных нами в предыдущей главе.

Глава начинается с изложения постановки задачи и условий проведения опыта. Отмечается, что условия опыта и выбор кинематики рассеяния был в основном обусловлен экспериментальными результатами работы Н.И.Петрова и др. (см. лит-ру к диссертации).

В § 3.4 приведены результаты измерений. Поляризация протонов, квазиупруго рассеянных на протонах, связанных внутри ядра, находилась для двух ядер: Li^6 и C^{12} .

В литературе для квазиупругого рассеяния протонов протонами Li и C при $E=635$ МэВ уже имеются некоторые данные о параметре Q_{pp} . Сравнение с результатами этих измерений параметра асимметрии, Q_{pp} , выполненные нами при той же энергии и для тех же углов рассеяния, указывает на хорошую статистическую согласованность обоих результатов (см. табл. 2)^{/6,7/}. Эти результаты позволяют заключить, что при энергии 635 МэВ на уровне точности в несколько процентов соотношение "Поляризация-асимметрия" соблюдается также и в процессах квазиупругого рассеяния протонов протонами легких ядер (Li^6 и C^{12}).

Далее в § 3.5 анализируется зависимость $P-Q$ от атомного веса ядра (см. рис.4). На этом рисунке приведены также данные и для свободного pp -рассеяния при энергии 635 МэВ. Видно, что в интервале ядер от H^1 до C^{12} зависимость $P-Q=f(A)$ не противоречит ни линейной $F(A)=0,004(A-1)$ - сплошная линия на рис.4, ни константе $f(A)=0,016$ - штриховая линия.

Таблица 2.

№ п/п	Ядро	ϑ_{ip}° , с.ц.м.	$(e \pm \Delta e)_{\langle pp \rangle}$	$(A \pm \Delta A)_{\langle pp \rangle}^c$	
1	Li^6	57	$0,177 \pm 0,014$	$0,367 \pm 0,017$	
2	C^{12}	57	$0,156 \pm 0,014$	$0,366 \pm 0,018$	
			$(P \pm \Delta P)_{\langle pp \rangle}$	$(Q \pm \Delta Q)_{\langle pp \rangle}$	$(P - Q)_{\langle pp \rangle}$
1			$0,482 \pm 0,044$	$0,433 \pm 0,036$	$0,049 \pm 0,056$
2			$0,426 \pm 0,044$	$0,393 \pm 0,030$	$0,031 \pm 0,052$

Интерполяция экспериментальной зависимости $(P - Q)_{\langle pp \rangle}$ от атомного веса к значению разности $(P - Q)_{\langle pp \rangle}$ для дейтерия, т.с. при $A=2$ позволяет оценить величину нашей возможной систематической ошибки разности $(P - Q)_{\langle pp \rangle}$. Она оказывается равной:

$$(P - Q)_{\langle pp \rangle}^2 = 0,016 \pm 0,019 \quad (I2)$$

для случая $f(A) = const$.

$$(P - Q)_{\langle pp \rangle}^2 = 0,004 \pm 0,019 \quad (I3)$$

для линейной зависимости $f(A)$.

Эти значения (I2), (I3) можно рассматривать как экспериментальную оценку верхнего и нижнего пределов для величины $(P - Q)_{\langle pp \rangle}^2$ и использовать их для оценки систематической погрешности нашего определения $P_{pn}(\vartheta)$ (см. § 2. II диссертации) /2-5/.

В заключительной части диссертации обсуждаются дальнейшие возможные эксперименты по проверке T-инвариантности в нуклон-нуклонных соударениях. Отмечена особая перспективность опытов, связанная с изучением np -рассеяния. Подчеркиваются также

новые перспективы для улучшения точности опытных данных, которые открываются с пуском в строй современных сильноточных ускорителей. Отмечается, что улучшение точности экспериментов до 10^{-3} играет немаловажную роль для понимания динамики сильных взаимодействий, так как дает прямую информацию о роли обменов A-, B-, E-, D- и др. мезонами во взаимодействии двух нуклонов между собой в домиллиардной области энергий.

Выводы

1) Впервые измерена угловая зависимость параметра поляризации - $P_{pn}(\vartheta)$ и найдена величина разности $(P - Q)_{\langle pp \rangle}$ для протон-нейтронного рассеяния на углы $(34-124)^{\circ}$ с.ц.м. при энергии 635 МэВ. Ее значение, усредненное в интервале углов $34-124^{\circ}$, найдено равным

$$(P - Q)_{\langle pp \rangle} = 0,01 \pm 0,02.$$

2) Знание величин разностей $P - Q$ в pn -рассеянии позволяет:

а) впервые определить величину λ_1 фазы рассеяния λ_1 в состоянии с полным моментом $J=1$, которая оказалась равной $\lambda_1 = 0,01 \pm 0,02$;

б) найти отношение вклада T-нечетного члена к полной усредненной амплитуде процесса рассеяния протонов нейтронами, \bar{I}_{pn} , при энергии 635 МэВ, которое оказалось равным

$$Re \pm \sqrt{I_{pn}} = 0,00 \pm 0,01.$$

3) На основании наших результатов можно утверждать, что если в pn -рассеянии при энергии 635 МэВ и нарушается T-инвариантность, то на уровне, не превышающем нескольких процентов.

4) Впервые измерена величина разности $(P - Q)_{\langle pp \rangle}$ для квазиупругого рассеяния протонов протонами легких ядер лития и углеро-

да. Установлено при этом, что равенство "поляризация-асимметрия" выполняется с точностью в несколько процентов и в процессах квазиупругого pp-рассеяния.

5. На уровне 0,04 от величины полного сечения рассеяния в процессах квазиупругого рассеяния протонов протонами легких ядер при энергии 635 МэВ не найдено переходов с переворотом спина.

Л и т е р а т у р а

1. И.В.Амирханов, В.М.Быстрицкий, Л.С.Вертоградов, Р.Я.Зулькарнеев, Р.Х.Кутуев, Х.Муртазаев, В.С.Надеждин, В.И.Сатаров. Сообщения ОИЯИ, PI-6558, Дубна, 1972;
2. Р.Я.Зулькарнеев, Х.Муртазаев. Материалы XVII Международной конференции по физ. выс. энергиям, Лондон, 1974.
3. Р.Я.Зулькарнеев, Х.Муртазаев, Б.Хачатуров. Сообщения ОИЯИ, PI-9385, Дубна, 1975;
4. R.Zulkarneev, Kh.Murtazaev, V.Khachaturov. JINR E1-9386, Dubna, 1975.
5. R.Zulkarneev, Kh.Murtazaev, V.Khachaturov. Phys.Lett. 61B, 164, 1976.
6. Р.Я.Зулькарнеев, Р.Х.Кутуев, Х.Муртазаев. Препринт ОИЯИ, PI-9760, Дубна, 1976.
7. И.В.Власов, Р.Я.Зулькарнеев, Р.Х.Кутуев, Х.Муртазаев. Препринт ОИЯИ, PI-9759, Дубна, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 апреля 1977 года.