

## БЕСПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ПОСТАНОВКА ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ РАССЕЯНИЯ

В.М.Музафаров, В.Е.Троицкий

Предлагается новый конструктивный метод построения в явной аналитической форме парциальных волновых функций  $N-N$ -системы непосредственно по фазовым сдвигам  $N-N$ -рассеяния. Проводится сравнение с результатами, полученными в рамках обычного потенциального подхода.

Традиционная задача ядерной физики — корректное описание  $N-N$ -взаимодействия вплоть до области малых межнуклонных расстояний привлекает в последние годы все большее внимание. Имеется ряд экспериментальных данных (см., например, [1, 2]) не поддающихся естественному описанию в рамках обычных и модифицированных [3, 4] потенциальных и квазипотенциальных моделей. По-видимому, достаточно обоснованно можно утверждать, что мы достигли границ применимости концепции описания  $N-N$ -взаимодействия в терминах локальных и квазилокальных потенциалов.

В связи с этим представляет большой интерес исследование возможности беспотенциального восстановления волновых функций  $N-N$ -системы непосредственно по данным рассеяния. В данной работе анонсируется конструктивный метод решения этой задачи. Идея предлагаемого метода восходит к работе [5] и последующим работам [6 — 9].

Легко понять, что полный отказ от использования концепции потенциала требует привлечения какой-либо дополнительной информации, обеспечивающей существование и единственность решения задачи восстановления волновых функций по данным рассеяния. С этой целью, на наш взгляд, можно использовать условие эквивалентности дисперсионного и шредингеровского описаний процесса электрорасщепления дейтрона. Тогда, применяя теорему Ватсона о взаимодействии в конечном состоянии и предполагая справедливость представления Мандельштама для инвариантных амплитуд процесса электрорасщепления дейтрона [7], получаем следующее явное представление для волновых функций  $N-N$ -системы:

$$\Psi_{lsj}(k, r) = a_{lsj}(k, r) - \frac{1}{\pi f_{lsj}(k)} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\text{Im} f_{lsj}(q) a_{lsj}(q, r)}{q - k - i0} dq, \quad (1)$$

где

$$a_{lsj}(k, r) = u_l(k, r) + b_{lsj}(k, r) \quad (2)$$

и  $u_l$  — функция Рикатти — Бесселя,  $f_{lsj}$  — функция Йоста [10], а функция  $b_{lsj}$  учитывает вклад обусловленных динамикой взаимодействия так называемых нефизических разрезов и допускает следующее общее

интегральное представление:

$$b_{l_s j}(k, r) = \operatorname{Re} \int_m^{\infty} dx \int_{m/2}^{x/2} dy \frac{e^{-ikr - xr} - e^{yr - xr}}{k - iy} c_{l_s j}(x, y), \quad (3)$$

определяемое спектральной функцией  $c_{l_s j}$  вклада нефизических разрезов. Через  $m$  здесь обозначена масса  $\pi$ -мезона.

Представления (1) — (3) справедливы как в синглетном канале рассеяния, так и в связанных по квантовым числам каналах. В последнем случае под  $u_l$  следует понимать диагональную по угловым моментам матрицу, под  $f_{l_s j}$  — транспонированную матрицу Йоста и под  $a_{l_s j}$ ,  $b_{l_s j}$ ,  $c_{l_s j}$  — матрицы общего вида [9]. Волновая функция связанного состояния дейтрона определяется естественным образом по соответствующей волновой функции рассеяния взятием вычета в точке связанного состояния.

Задача построения функции Йоста по данным рассеяния подробно обсуждалась в литературе (см., например, приведенные в [9] ссылки). Для нахождения спектральной функции  $c_{l_s j}$  здесь предлагается по аналогии с бутстрапной идеологией использовать условие нормировки волновых функций рассеяния, рассматриваемое как квадратично-нелинейное интегральное уравнение относительно функции  $c_{l_s j}$ . В линейном приближении это интегральное уравнение относится к классу некорректных по Тихову задач и требует введения регуляризации. В нашем случае регуляризация производилась за счет сведения рассматриваемой задачи к задаче на компакте. А именно, для  $c_{l_s j}$  использовалось разложение в конечную сумму по ортогональной системе полиномов Лагерра:

$$c_{l_s j}(x, y) = e^{-\frac{\epsilon(x-m)}{m}} \sum_{i, k=0}^N L_i\left(\frac{2y}{m} - 1\right) L_k\left(\frac{x-2y}{m}\right) g_{l_s j}^{i, k}, \quad (4)$$

где величина параметра  $\epsilon$  определяет степень подавления вклада дальней части нефизических разрезов. При этом задача определения функции сводится к решению стандартными методами численного анализа системы квадратично-нелинейных алгебраических уравнений для коэффициентов  $g^{i, k}$ . Заметим также, что с учетом разложения (4) для функции  $\Psi_{l_s j}$  можно получить явное выражение через элементарные и специальные функции (которое мы не приводим здесь вследствие его громоздкости).

Реалистичность изложенного подхода наглядно подтверждается результатами, приведенными на рис. 1 и рис. 2. По сравнению с потенциальным описанием  $N-N$ -взаимодействия, предложенный метод, помимо конструктивности и простоты, имеет то принципиально важное преимущество, что в нем полностью отсутствуют феноменологически вводимые параметры, которые определялись бы из условия согласия теории с экспериментом. Следует отметить, что в рамках развиваемого подхода, используя также результаты работ [11], можно на столь же простом и конструктивном уровне провести также релятивист-

зацию построенных нерелятивистских волновых функций. Соответствующие результаты представляют несомненный интерес для обширных приложений. В частности, они позволяют реалистически оценить вклад тройных сил (так называемых мезонных обменных токов) в электромагнитные процессы с участием нуклонных систем.

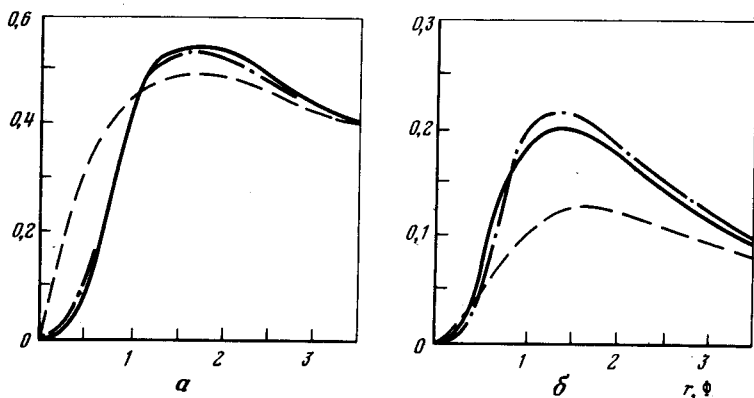


Рис. 1.  $S$ -волновая (а) и  $D$ -волновая (б) функции дейтрона. Полученные нами результаты показаны сплошной линией. Для сравнения приводятся соответствующие результаты, получаемые по потенциалам Рейда с мягким кором (штрих-пунктирная линия) и Хюльтена — Сугавары с мягким кором (пунктирная линия).

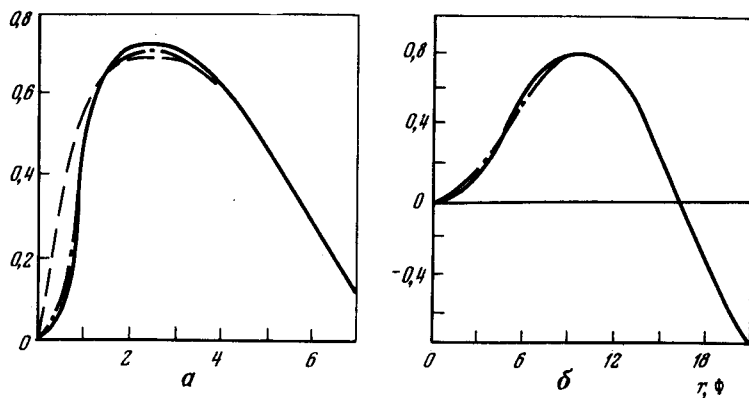


Рис. 2. Волновая функция  $S_0$  канала (а) и  $^3P_0$  канала (б)  $n$ - $p$ -рассеяния при энергии относительного движения нуклонов в системе центра масс  $E = 3$  МэВ. Обозначения те же, что и на рис. 1

Авторы выражают глубокую благодарность Ю. М. Широкову за полезные обсуждения затронутых здесь вопросов.

Институт ядерной физики  
Московского  
государственного университета  
им. М. В. Ломоносова

Поступила в редакцию  
16 мая 1979 г.

## Литература

- [1] R.G.Arnold, et. al. Phys. Rev. Lett., 35, 776, 1975.
  - [2] V.M.Lobashov, et. al. Nucl. Phys., A197, 241, 1972.
  - [3] F.Gross. Lecture Notes in Physics, 82, 46, 1978.
  - [4] B.A.Craver, et. al. Phys. Rev. D13, 1376, 1976.
  - [5] Yu.M.Shirokov. Nucl. Phys., B6, 158, 1968.
  - [6] А.И.Кириллов, В.Е.Троицкий, С.В.Трубников, Ю.М.Широков, ЭЧАЯ, 6, 3, 1975.
  - [7] А.И.Кириллов, В.Е.Троицкий. ЯФ, 27, 288, 1977.
  - [8] В.М.Музафаров, В.Е.Троицкий, Ю.М.Широков. Письма в ЖЭТФ, 27, 538, 1978.
  - [9] В.Е.Троицкий. ЯФ, 29, 261, 1979.
  - [10] Р.Ньютон. Теория рассеяния волн и частиц, М., изд. Мир, 1969.
  - [11] И.С.Шапиро. Письма в ЖЭТФ, 18, 650, 1973; В.А.Карманов. Письма в ЖЭТФ, 23, 62, 1976.
-