

5.4. Взаимодействие составных частиц и методы симметрии в ядерной и субъядерной физике

В.Г.Неудачин, neudat@nucl-th.sinp.msu.ru

В.И.Кукулин, kukulin@nucl-th.sinp.msu.ru

1. Представлены [1] современные результаты развития выдвинутой ранее в лаборатории В.И. Кукулиным с сотр. новой концепции ядерных сил на малых и промежуточных расстояниях $R < 1$ фм - дибарионной модели, которая развивает предыдущую модель Московского потенциала. Указанная концепция ведет к большому числу новых предсказаний в области мвлонуклонной физики и ядерной физики в целом (новые s -канальные электромагнитные токи, усиленное рождение скалярных дипионных пар в NN , Nd и других столкновениях, распад роуперовского резонанса по сигма-каналу, новые скалярные трехчастичные силы, новый механизм ядерного насыщения). Показано, что эта концепция получила прямое экспериментальное подтверждение в последних экспериментах ОИЯИ (г. Дубна) и университета г. Тюбинген (Германия).
2. Развито обобщение модели Глаубера-Ситенко для спин-зависящих наблюдаемых упругого pd рассеяния при промежуточных энергиях [2]. Обобщение включает в себя использование точных спиральных pp и pn амплитуд, построенных по данным современного фазового анализа, а также точных дейтронных волновых функций, выведенных из двух альтернативных моделей NN сил. Выполнено детальное сравнение предсказаний обобщенной дифракционной модели для дифференциальных сечений и анализирующих способностей с результатами точных трехтельных расчетов, основанных на решении уравнений Фаддеева, а также с последними экспериментальными данными. Наблюдается превосходное согласие между точной фаддеевской теорией и обобщенной дифракционной моделью в широком интервале углов рассеяния как для дифференциальных сечений, так и для векторных и тензорных анализирующих способностей. Результаты работы позволяют по-новому оценить пределы применимости исходной дифракционной модели.
3. Развита формализм квантовой теории рассеяния на импульсной решетке. Построены решеточные аналоги основных операторов теории рассеяния и выведены матричные аналоги интегральных уравнений Фаддеева для компонент волновой функции системы [3,4]. Показано, что решеточная аппроксимация является одним из способов регуляризации исходных интегральных уравнений, поскольку энергетические особенности их ядер сглаживаются и усредняются по ячейкам решетки. Метод успешно опробован для нахождения амплитуды упругого nd рассеяния. При этом впервые решение уравнений Фаддеева выше порога развала дейтрона было получено в трехчастичном базисе квадратично-интегрируемых функций [4].
4. Развита метод дискретных спектральных сдвигов [5], позволяющий находить наблюдаемые в многоканальной квантовой задаче рассеяния для широкого диапазона энергий на основе однократной диагонализации матрицы полного гамильтониана в решеточном базисе без привлечения каких-либо уравнений квантовой теории рассеяния. Метод успешно опробован для модельных многоканальных задач рассеяния в атомной и ядерной физике.
5. Разработан новый метод безмодельных расчетов ядерной структуры на суперкомпьютерах - метод No-core Full Configuration Calculations [6-9]. Метод

основан на проведении расчетов в модели оболочек без инертного кора (No-core Shell Model) и экстраполяции результатов на случай бесконечного модельного пространства и апробирован в расчетах легких ядер (например, ^3H , ^4He , ^6Li и др.), где удается достичь полной сходимости результатов, и различных ядер p -оболочки, в частности ^8He , ^{12}C , ^{16}O . Проведено первое теоретическое исследование экзотического протонно-избыточного ядра ^{14}F .

6. Построена алгебраическая версия модели условий ортогональности [10]. Подход использован для разрешения проблемы исключения несобственных (осцилляторных) запрещенных и полузапрещенных состояний, характерных для взаимодействия составных частиц. Для решения проблемы предложено два метода: (1) - исключение из матрицы гамильтониана строк и столбцов, содержащих запрещенные состояния и (2) использование интегрального уравнения с вырожденным ядром, содержащего как локальное взаимодействие, так и набор сепарабельных потенциалов, компенсирующих вклад запрещенных и полузапрещенных состояний. Разработан удобный метод решения этого уравнения. Таким образом поставленная задача решена методами непрерывной математики, что открывает широкие перспективы создания «гибридных» методов, включающих в себя как алгебраические элементы, так и элементы теории интегральных и дифференциальных уравнений.
7. Предложена феноменологическая модель реакции $\bar{K}N \rightarrow K\Xi$ [11], впервые позволяющая получить согласованное описание всех имеющихся экспериментальных данных в интервале энергий от порога до 3.2 ГэВ для различных зарядовых каналов. Показано, что помимо u -канального обмена, важную роль играет резонансный механизм. Результаты могут быть использованы для предсказания сечений образования Ξ -гиперядер в реакции (K^-, K^+) .

В работе принимали участие:

Кукулин В.И., Ланской Д.Е., Неудачин В.Г., Обуховский И.Т., Платонова М.Н., Померанцев В.Н., Рубцова О.А., Свиридова Л.Л., Синяков А.В., Толстой В.Н., Чувильский Ю.М., Широков А.М., Гнилозуб И.А., Федоров Д.К. и сотрудники Воронежского госуниверситета, университета штата Айова и Тюбингенского университета.

Работа отражена в публикациях:

1. Kukulkin V.I. and Pomerantsev V.N. // Ядерная физика, 2009, том 72, с. 1845-1853.
2. Kukulkin V.I. and Platonova M.N. // Eur. Phys. J. Spec. Top., v.179, p.117-132.
3. Rubtsova O.A., Pomerantsev V.N., Kukulkin V.I. //Phys. Rev. C, 2009, v. 79, p.064602.
4. Pomerantsev V.N., Kukulkin V.I., Rubtsova O.A. //Phys. Rev. C, 2009, v. 79, p.034001.
6. Кукулин В.И., Померанцев В.Н., Рубцова О.А.//Письма в ЖЭТФ, 2009, том 90, с. 443 .
7. Shirokov A.M., Mazur A.I., Vary J.P., Mazur E.A.//Phys. Rev. C, 2009, v.79, p.014609.
8. Maris P., Vary J.P., Shirokov A.M. //Phys. Rev. C, 2009, v.79, No. 1, p. 014308.
9. Shirokov A.M., Mazur A.I., Mazur E.A., Vary J.P.//Applied Mathematics & Information Sciences, 2009, v. 3, No. 3, p. 245-271.
10. Игашов С.Ю., Смирнов Ю.Ф. Чувильский Ю.М.// Известия. РАН, Сер. Физ., 2009, т.73, No. 6, с. 798-801.
11. Коротких В.Л., Ланской Д.Е., Шаров Д.А.// Известия. РАН, Сер. Физ., 2009, т.73, No. 6, с. 767-770.