

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. Продолжена разработка теории электророждения мезонов на протонах при промежуточных энергиях и при квазиупругой кинематике на основе кварковой микроскопии [1-2]. Показано, что основной вклад в процесс электророждения заряженных ρ -мезонов на протонах при промежуточных энергиях дает прямое выбивание ρ -мезона (t -полусная диаграмма с виртуальным ρ -мезоном); предсказаны дифференциальные сечения процесса для будущих экспериментов. Показано, что амплитуда прямого выбивания ρ^0 -мезона, соответствующая t -полусу в канале виртуального распада $p \rightarrow p + \pi^0$ с опрокидыванием кваркового спина, играет важную роль в процессе электророждения при энергиях выше 2 ГэВ и больших переданных импульсах. Получено согласие с экспериментом для поперечной части полного сечения и предсказаны дифференциальные сечения.

2. С помощью метода проекционных операторов, развитого в НИИЯФ МГУ, впервые построен q -аналог базиса Гельфанда-Граева для всех дискретных серий эрмитовых неприводимых представлений некомпактной квантовой алгебры $U_q(u(n,1))$ [3]. Полученные результаты найдут применения в физических моделях, основанных на квантовых деформациях.

3. Продолжено развитие математического моделирования ядерной структуры на суперкомпьютерах, основаного на проведении расчетов в модели оболочек без инертного кора и экстраполяции результатов на случай бесконечного модельного пространства[4]. В расчетах использовано предложенное нами реалистическое NN взаимодействие JSP16, которое обеспечивает лучшее на сегодняшний день описание энергий связи и спектров ядер s - и p -оболочки [5]. Предсказан энергетический спектр экзотического протонно-избыточного ядра ^{14}F [6], первое экспериментальное наблюдение которого было проведено уже после наших предсказаний и полностью их подтвердило.

4. На основе анализа многочисленных экспериментальных данных, полученных за последние десятилетия, найдены убедительные свидетельства в пользу существования в обычных ядрах мультибарионных кластеров, которые ответственны за большинство процессов в ядерной и адронной физике, сопровождающихся большой передачей ядру импульса и/или энергии. Концепция мультибарионов строится на основе развитой ранее нетрадиционной модели NN сил, которая включает в себя дибарионную компоненту как важный и неотъемлемый элемент базовой теории [7].

5. Разработан новый подход к определению многоканальной S -матрицы одновременно при многих энергиях путем диагонализации матрицы полного гамильтониана в подходящем L_2 базисе [8]. Подход основан на обобщении теории функции спектрального сдвига Лифшица-Бирмана-Крейна в сочетании с развитой ранее техникой пакетной дискретизации непрерывного спектра [9]. В качестве иллюстрации эффективности метода вычислены дифференциальные сечения рассеяния нейтронов на тяжелых ядрах в случае нелокальных комплексных потенциалов взаимодействия, а также фазовые сдвиги и параметр смешивания для двухнуклонной системы с тензорным взаимодействием.

6. Построена современная версия дифракционной модели Глаубера для рассеяния адронов высокой энергии на ядрах [10]. 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 модели с результатами точных фаддеевских расчетов и с последними экспериментальными данными. Найдено 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. Эти результаты показывают, что область применимости дифракционного подхода много шире, чем считалось до сих пор.

7. Экспериментальные данные по интегральным и дифференциальным сечениям, а также поляризации барионов в реакциях $K^-p \rightarrow K^+\Xi^-$, $K^-p \rightarrow K^0\Xi^0$ и $K^-n \rightarrow K^0\Xi^-$ проанализированы в рамках феноменологической модели, включающей s - и u -канальные обмены гиперонами со странностью -1 , в том числе гиперонными резонансами с высоким спином [11]. Показано, что роль переворота спина бариона в реакции $^AZ(K^-, K^+)$ образования Ξ -гиперядер может быть существенной. По результатам исследований Д.А. Шаровым защищена кандидатская диссертация.

8. Изучены состояния ядер $1p$ -оболочки, проявляющие свойства α -частичного или α -бинуклонного конденсата [12]. Для классификации этих состояний и расчетов их спектров использован обобщенный гамильтониан модели $SU(3)$ Эллиотта. Результаты расчета хорошо согласуются с экспериментальными данными. Предсказаны не наблюдавшиеся до сих пор состояния в кластерных спектрах ядер ^{12}C , ^{16}O , ^{10}Be и ^{12}Be .

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., а также сотрудники Воронежского госуниверситета, университета штата Айова и Тюбингенского университета.

Работа отражена в публикациях:

1. Obukhovskiy I.T., Faessler A., Fedorov D.K., Gutsche T., Lyubovitskij V.E., Neudatchin V.G., Sviridova L.L. //Phys. Rev. D, 2010, vol. 81, p. 013007.
2. Sviridova L.L., Neudatchin V.G., Obukhovskiy I.T., Fedorov D.K. //Eur. Phys. J. A, 2010, vol. 44, p. 455-463.
3. Asherova R.M., Burdik C, Havlicek M., Smirnov Yu.F., Tolstoy V.N.// Symmetry, Integrability and Geometry: Methods and Applications, 2010, vol. 6, N 010, p. 1.
4. Vary J.P., Honkanen H., Li J., Maris P., Shirokov A.M., Brodsky S.J., Harindranath A., de Teramond G.F., Ng E.G., Yang C., Sosonkina M.//Pramana J. Phys., 2010, vol.75, p.39-49.
5. Широков А.М., Куликов В.А., Мазур А.И., Мазур Е.А., Марис П., Вэри Дж.П. //Изв. РАН, Сер. Физ., 2010, том 74, с. 571-574.
6. P.Maris P, Shirokov A.M., Vary J.P. //Phys. Rev. C, 2010, vol. 81, p. 021301(R).
7. Kukulkin V.I., Grabmayr P., Faessler A., Abraamyan Kh.U., Bashkanov M., Clement H., Skorodko T., Pomerantsev V.N.// Annals of Physics (N.Y.), 2010, vol. 325, p. 1173.
8. Rubtsova O.A., Kukulkin V.I, Pomerantsev V.N, Faessler A.// Phys. Rev. C, 2010, vol. 81, p. 064003.
9. Rubtsova O.A., Kukulkin V.I, Pomerantsev V.N.// Physics of Particles and Nuclei, 2010, vol. 41, p. 1123.
10. Platonova M.N., Kukulkin V.I.// Phys. Rev. C , 2010, vol. 81, p. 014004.
11. Korotkikh V.L., Lanskoj D.E., Sharov D.A.// Nucl.Phys. A, 2010, vol. 835, p. 354-357.
12. Вольски Р., Гнилозуб И.А., Кургалин С.Д., Чувильский Ю.М. //Ядерная Физика, 2010, том 73, с.1450 – 1460.