



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Диссертация «Проявление ненуклонных степеней свободы в NN - и Nd -рассеянии при промежуточных энергиях» выполнена в Отделе физики атомного ядра Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

В период подготовки диссертации соискатель Платонова Мария Николаевна работала в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», в Научно-исследовательском институте ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, в Отделе физики атомного ядра в должности младшего научного сотрудника.

В 2008 г. Платонова М.Н. окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский инженерно-физический институт (государственный университет)» со степенью магистра по специальности «Прикладные математика и физика».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2015 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Научный руководитель — доктор физико-математических наук, профессор Кукулин Владимир Иосифович, работает в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», в Научно-исследовательском институте ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, в Отделе физики атомного ядра в должности главного научного сотрудника.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертационная работа посвящена исследованию роли ненуклонных степеней свободы в процессах упругого и неупругого рассеяния нуклонов промежуточных энергий (порядка 1 ГэВ) на нуклонах и ядрах дейтерия, включая процессы рождения мезонов. Особое внимание уделено вопросу о вкладе промежуточных дибарионных резонансов в процессы одно- и двухпионного рождения в нуклон-нуклонных соударениях.

В диссертации получены следующие новые результаты:

1. Впервые выполнено обобщение дифракционной модели Глаубера-Ситенко для рассеяния быстрых нуклонов на ядрах дейтерия с учетом спиновой структуры нуклон-нуклонных амплитуд и волновой функции ядра-мишени, а также процесса двойной перезарядки. Получены явные аналитические формулы связи инвариантных Nd - и NN -амплитуд. В рамках построенной модели рассчитаны сечения и поляризационные наблюдаемые упругого pd -рассеяния для ряда энергий падающих протонов. Показано,

- что проведенное обобщение позволяет существенно расширить область применимости дифракционной модели и улучшить описание экспериментальных данных для передней полусферы углов рассеяния в широком интервале энергий.
2. Предложен новый механизм Nd -рассеяния под большими углами, включающий трехчастичное взаимодействие с рождением промежуточного дибарионного резонанса. Установлена связь этого механизма с процессами неупругого NN -рассеяния ($NN \rightarrow d\pi$, $NN \rightarrow d\pi\pi$ и т. д.) и возможность его исследования в таких процессах.
 3. Исследована относительная роль стандартных мезон-обменных механизмов, в том числе, с возбуждением промежуточной Δ -изобары, и механизмов возбуждения изовекторных дибарионных резонансов в реакции однопионного рождения $NN \rightarrow d\pi$. Показано, что учет механизмов рождения промежуточных дибарионов позволяет значительно улучшить описание данных для рассматриваемой реакции при условии согласованной параметризации мезон-обменных вершин в одно- и двухнуклонном секторе. Также впервые указана возможность исследования изовекторных дибарионных резонансов в реакциях двухпионного рождения в pp -соударениях.
 4. На основе дибарионной модели NN -взаимодействия предложена новая количественная интерпретация околопорогового усиления (АВС-эффекта) в реакциях двухпионного рождения $np \rightarrow d\pi\pi$, $pd \rightarrow {}^3\text{He}\pi\pi$ и др., открытого экспериментально более 50 лет назад и до сих пор не получившего признанного теоретического объяснения. Впервые показано, что АВС-эффект можно рассматривать как прямое экспериментальное подтверждение восстановления киральной симметрии в адронных соударениях при промежуточных энергиях.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы.

Предложенная в диссертации интерпретация АВС-эффекта в реакциях двухпионного рождения открывает новые возможности исследования фундаментального явления восстановления киральной симметрии и рождения относительно стабильных легких скалярных мезонов в NN - и Nd -соударениях при промежуточных энергиях порядка 1 ГэВ. (До сих пор эти явления теоретически рассматривались только в ядерной материи высокой плотности и/или температуры.)

Резонансный (дибарионный) механизм для реакций одно- и двухпионного рождения в NN -соударениях, развитый в диссертации, дает новую теоретическую основу для описания процессов рождения мезонов и может быть в дальнейшем включен в расчеты более сложных процессов типа упругого и неупругого рассеяния нуклонов на ядрах при больших передачах импульса. (Базовые механизмы таких процессов, предложенные ранее в литературе, включали в себя только псевдорезонансы, обусловленные возбуждением отдельных барионов.)

Формализм обобщенной дифракционной модели может быть использован для расчетов поляризационных характеристик в реакциях рассеяния адронов промежуточных и высоких энергий на ядрах. В настоящее время обобщенная дифракционная модель активно используется учеными из ОИЯИ и Исследовательского центра Юлиха для расчетов спиновых наблюдаемых рассеяния антипротонов на дейтерии. Эти расчеты очень важны для новой экспериментальной программы FAIR (Дармштадт), предполагающей использование поляризованных антипротонных пучков.

В целом, результаты, изложенные в диссертации, могут быть использованы для дальнейших расчетов адронных и ядерных процессов при промежуточных энергиях, а также для интерпретации существующих и предсказания новых экспериментальных данных.

Личный вклад диссертанта. Все представленные в диссертации конкретные результаты были получены автором лично. В частности, разработаны теоретические модели исследуемых физических процессов, проведен выбор расчетных методов, выполнены аналитические и численные расчеты, выполнено детальное сравнение с экспериментальными данными.

Достоверность результатов определяется использованием хорошо известных и проверенных расчетных методов. В частности, обобщенная дифракционная модель была разработана на основе известной дифракционной модели Глаубера-Ситенко, имеющей ясное физическое обоснование и успешно применяющейся в расчетах сечений рассеяния быстрых адронов на ядрах уже более 50 лет. Модели реакций одно- и двухпионного рождения были построены на основе дибарионной модели ядерных сил, с использованием стандартной диаграммной техники для адронных процессов. Эффективность дибарионной модели для описания NN -рассеяния и свойств легчайших ядер была установлена в ряде предшествующих работ. Достоверность полученных результатов также подтверждается хорошим согласием с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации и с теоретическими предсказаниями других авторов в случаях, когда такое сравнение является обоснованным.

Апробация работы.

Основные результаты диссертации были доложены автором лично на следующих конференциях:

- LIX Международное совещание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра «ЯДРО 2009», Чебоксары, 2009.
- The Rutherford Centennial Conference on Nuclear Physics, Manchester, 2011.
- The 22nd European Conference on Few-Body Problems in Physics «EFB 22», Cracow, 2013.
- The 13th International Conference on Meson-Nucleon Physics and the Structure of the Nucleon «MENU 2013», Rome, 2013.
- XII Всероссийская Конференция «Молодые ученые России», Москва, 2014.

а также представлены на

- LX Международном совещании по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра «ЯДРО 2010», Санкт-Петербург, 2010.
- LXII Международном совещании по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра «ЯДРО 2012», Воронеж, 2012.
- Mini-workshop on two-pion production in the HADES and WASA experiments, Orsay, 2013.

Публикации по материалам диссертации.

По результатам диссертации опубликована 21 работа, в том числе, 9 статей в рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК.

Основные результаты диссертации изложены в следующих работах:

1. Platonova M.N. and Kukulkin V.I. Refined Glauber model versus Faddeev calculations and experimental data for pd spin observables. // Phys. Rev. C. 2010. V. 81. P. 014004 (1-13).
2. Платонова М.Н., Кукулин В.И. Описание спин-зависящих наблюдаемых в упругом pd -рассеянии на основе обобщенной дифракционной модели. // Ядерная физика. 2010. Т. 73. № 1. С. 90-110.
3. Платонова М.Н. Развитие обобщенной дифракционной модели для упругого pd -рассеяния при промежуточных энергиях. // Изв. РАН. Сер. физ. 2010. Т. 74. № 11. С. 1650-1656.
4. Платонова М.Н., Кукулин В.И. О возможности восстановления nn и np спиральных амплитуд на основе $p+d$ и $n+d$ данных рассеяния при промежуточных энергиях. // Изв. РАН. Сер. физ. 2011. Т. 75. № 4. С. 551-555.
5. Platonova M.N., Kukulkin V.I. Quark degrees of freedom in the deuteron and their testing in nucleon-deuteron scattering. // J. Phys. Conf. Ser. 2012. V. 381. P. 012110 (1-6).
6. Platonova M.N. and Kukulkin V.I. ABC effect as a signal of chiral symmetry restoration in hadronic collisions. // Phys. Rev. C. 2013. V. 87. P. 025202 (1-5).
7. Кукулин В.И., Платонова М.Н. Короткодействующие компоненты ядерных сил: эксперимент против мифологии. // Ядерная физика. 2013. Т. 76. № 12. С. 1549-1565.

8. Kukulkin V.I. and Platonova M.N. Chiral symmetry restoration in σ -meson production in hadronic processes. // EPJ Web Conf. 2014. V. 73. P. 05005 (1-5).
9. Platonova M.N. New interpretation of the ABC effect in two-pion production in NN collisions. // Few-Body Syst. 2014. V. 55. P. 791-794.

Результаты диссертационной работы были доложены автором и обсуждались на научном семинаре по ядерной физике НИИЯФ МГУ.

Диссертация удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Диссертация «Проявление ненуклонных степеней свободы в NN - и Nd -рассеянии при промежуточных энергиях» Платоновой Марии Николаевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц.

Заключение принято на заседании Совета Отдела физики атомного ядра НИИЯФ МГУ. Присутствовало на заседании 23 чел. Результаты голосования: «за» - 23 чел., «против» - 0 чел., «воздержались» - 0 чел., протокол № 10 от 17 декабря 2014 г.

Заведующий Отделом физики атомного ядра
НИИЯФ МГУ, д. ф.-м. н., профессор

/Н.Г. Чеченин/