



ВНИИА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ
ИМ. Н.Л. ДУХОВА»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ФГУП ВНИИА,
доктор экономических наук



С.Ю. Лопарев

02.10. 2014 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного унитарного предприятия
«Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики имени Н.Л. Духова»

Диссертация «Микроскопическое описание процесса радиационного захвата в ядерных кластерных системах» выполнена в Центре фундаментальных и прикладных исследований Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики имени Н.Л. Духова». В период подготовки диссертации соискатель Соловьев Александр Сергеевич работал в Центре фундаментальных и прикладных исследований Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики имени Н.Л. Духова» в должности научного сотрудника. А.С. Соловьев проявил себя инициативным, квалифицированным исследователем и продемонстрировал способность ставить и решать задачи современной ядерной физики.

В 2011 г. Соловьев Александр Сергеевич окончил с отличием кафедру теоретической ядерной физики №32 Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» с присуждением степени магистра прикладных математики и физики по направлению: «Прикладные математика и физика». В этом же году он поступил в очную аспирантуру ФГУП ВНИИА. Кандидатские экзамены по английскому языку, истории и философии науки, а также специальности 01.04.16 – «Физика атомного ядра и элементарных частиц» успешно сданы. Удостоверение №51 о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2014 г. Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

Научный руководитель – Игашов Сергей Юрьевич, ведущий научный сотрудник Центра фундаментальных и прикладных исследований Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики имени Н.Л. Духова»

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. **Цель и актуальность диссертационной работы.** Цель диссертации заключается в микроскопическом описании зеркальных реакций радиационного захвата ${}^3\text{He}(\alpha, \gamma){}^7\text{Be}$ и ${}^3\text{H}(\alpha, \gamma){}^7\text{Li}$ в рамках алгебраической версии метода резонирующих групп, вычислении их астрофизических S -факторов в области низких и средних энергий, а также в изучении принципиальных возможностей алгебраической версии метода резонирующих групп в описании радиационного захвата в системе легких ядер. Актуальность диссертационной работы обусловлена важной ролью этих реакций в процессах первичного и звездного нуклеосинтезов.
2. **Личный вклад автора.** В диссертационной работе автором обобщены результаты проведенных им работ. Все результаты, представленные в диссертационной работе, получены либо лично автором, либо при его непосредственном участии.
3. **Достоверность и обоснованность.** Достоверность и обоснованность теоретических результатов, представленных в диссертационной работе, обусловлены надежностью используемых теоретических методов, а также подтверждаются хорошим согласием с экспериментальными результатами.
4. **Научная новизна диссертационной работы.** В работе получены следующие новые результаты:
 - 4.1. Разработана и реализована общая методика вычисления матричных элементов наиболее важных электромагнитных мультипольных операторов – электрических дипольного, квадрупольного и магнитного дипольного операторов в базисе волновых функций алгебраической версии метода резонирующих групп (АВМРГ) с использованием техники производящих функций и представления этих операторов в виде суммы одно- и двухчастичных операторов. Получены явные аналитические выражения для матричных элементов применительно к случаю семинуклонной системы в кластерных представлениях ${}^4\text{He} + {}^3\text{He}$ и ${}^4\text{He} + {}^3\text{H}$. Представленная методика справедлива для других кластерных систем и может быть использована в других моделях, основанных на разложении по базису осцилляторных функций.
 - 4.2. В рамках АВМРГ, представляющей собой последовательный микроскопический подход с целым рядом достоинств, преимуществ и перспектив, исследованы зеркальные реакции радиационного захвата ${}^3\text{He}(\alpha, \gamma){}^7\text{Be}$ и ${}^3\text{H}(\alpha, \gamma){}^7\text{Li}$ при низких и средних энергиях. Вычислены парциальные и суммарный астрофизические S -факторы, а также коэффициенты ветвления этих реакций с использованием микроскопического ядерного потенциала – модифицированного потенциала Хазегавы-Нагаты, достаточно хорошо описывающего электромагнитные свойства легких ядер и электромагнитные процессы с их участием. Достигнуто хорошее согласие с наиболее современными и точными экспериментальными данными.
 - 4.3. На основе АВМРГ рассчитаны фазы упругого рассеяния в системах ${}^4\text{He} + {}^3\text{He}$ и ${}^4\text{He} + {}^3\text{H}$. Результаты расчетов демонстрируют хорошее согласие с имеющимися данными.


- 4.4. Изучено влияние параметров АВМРГ (модель содержит всего лишь два параметра) на результаты расчетов. Рассмотрены различные критерии выбора значений этих параметров. Показано, что при соответствующем выборе значений параметров модель позволяет одновременно хорошо описывать фазы упругого рассеяния в системах ${}^4\text{He} + {}^3\text{He}$, ${}^4\text{He} + {}^3\text{H}$, парциальные, суммарный S -факторы и коэффициенты ветвления реакций ${}^3\text{He}(\alpha, \gamma){}^7\text{Be}$, ${}^3\text{H}(\alpha, \gamma){}^7\text{Li}$.
- 4.5. В целом, АВМРГ впервые применена для исследования энергетической зависимости астрофизических S -факторов и коэффициентов ветвления реакций радиационного захвата. Продемонстрирована успешность и эффективность ее использования для описания процессов радиационного захвата на примере выполненных расчетов. Указаны возможные дальнейшие пути развития и уточнения модели, а также ее преимущества перед другими подходами.
- 5. Научная и практическая значимость диссертационной работы.** Результаты диссертации могут быть использованы для микроскопической интерпретации самых современных экспериментальных данных и возможных будущих экспериментов по измерению S -факторов и коэффициентов ветвления реакций ${}^3\text{He}(\alpha, \gamma){}^7\text{Be}$, ${}^3\text{H}(\alpha, \gamma){}^7\text{Li}$, а также сечений соответствующих им фотоядерных реакций, исследований других различных реакций радиационного захвата в системах легких ядер и вычислений их S -факторов и коэффициентов ветвления. АВМРГ основывается, в значительной мере, на аналитическом формализме, численная реализация которого весьма надежна и относительно проста, что открывает перспективы ее применения в области сверхнизких энергий. Наконец, полученные в работе S -факторы могут быть использованы как входные данные в расчетах кинетики астрофизических и других процессов.
- 6. Апробация работы и публикации.** По теме диссертационной работы опубликованы девять печатных работ, три из которых – в научных журналах, входящих в перечень российских рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на научных семинарах Центра фундаментальных и прикладных исследований ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики имени Н.Л. Духова» и ФБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», были представлены на VII и VIII Научно-технических конференциях молодых ученых «ВНИИА-2013» (Москва, 11–29 марта 2013 г.) и «ВНИИА-2014» (Москва, 7–25 апреля 2014 г.), VI Международной конференции «Fusion14» (Нью-Дели, Индия, 24–28 февраля 2014 г.), III Международном симпозиуме «State of the Art in Nuclear Cluster Physics» (SOTANCP3) (Йокогама, Япония, 26–30 мая 2014 г.), 63 и 64 Международных конференциях «Nucleus 2013» (Москва, Россия, 8–12 октября 2013 г.) и «Nucleus 2014» (Минск, Беларусь, 1–4 июля 2014 г.).
7. Содержание диссертации соответствует специальности 01.04.16 – «Физика атомного ядра и элементарных частиц», по которой она представляется к защите. Диссертационная работа выполнена на высоком теоретическом уровне, материалы работы изложены последовательно и аргументировано. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены решения задач, имеющие существенное значение для развития математического моделирования в областях ядерной физики и астрофизики.

Диссертация «Микроскопическое описание процесса радиационного захвата в ядерных кластерных системах» Соловьева Александра Сергеевича 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 Центра фундаментальных и прикладных исследований ФГУП ВНИИА. Присутствовало на заседании 25 человек. Результаты голосования: «за» – 25 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 4/2014 от 18 сентября 2014 г.

Научный руководитель ФГУП ВНИИА,
доктор физико-математических наук


А.В. Андрияш

Начальник ЦФПИ ФГУП ВНИИА,
доктор физико-математических наук


С.Е. Куратов

Начальник отдела аспирантуры ФГУП ВНИИА


А.Д. Селиверова