

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ФГУП «ВНИИА»

Лопарев С.Ю.

2019 г.



## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Федерального Государственного Унитарного Предприятия  
«Всероссийский Научно-Исследовательский Институт  
Автоматики им. Н. Л. Духова»

по теме диссертации «Теоретическое описание кластеризованных состояний легких ядер в рамках современных микроскопических моделей», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 «Физика атомного ядра и элементарных частиц»

Диссертация «Теоретическое описание кластеризованных состояний легких ядер в рамках современных микроскопических моделей» выполнена во ФГУП «ВНИИА» Госкорпорации «Росатом».

Родкин Дмитрий Михайлович в 2015 г. окончил Московский Физико-Технический Институт (государственный университет) «МФТИ (ГУ)» по специальности «прикладная математика и физика». В период подготовки диссертации соискатель Родкин Д. М. работал во ФГУП «ВНИИА» в должности младшего научного сотрудника. Соискателем сданы все кандидатские экзамены на базе МФТИ (ГУ).

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Чувильский Юрий Михайлович – работает главным научным сотрудником (по совместительству) 70 подразделения ФГУП «ВНИИА».

**Целью** настоящей работы является создание *ab initio* подходов к описанию структуры сильно кластеризованных слабосвязанных и резонансных состояний легких ядер, а также каналов ядерных реакций.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается в следующем:

1. Предложена принципиально новая модель ортогональных функций кластерных каналов, предназначенная для расчетов характеристик слабосвязанных и резонансных состояний легких ядер. Используемый в этой модели формализм кластерных коэффициентов впервые позволил проводить *ab initio* расчеты кластерных систем включающих в себя альфа-частицы, находящихся как в основном, так и в возбужденных состояниях и в перспективе дает возможность изучать каналы с более тяжелыми кластерами.

2. Разработанная модель использована для оценки вкладов кластерных и некластерных компонент в полную энергию связи сильно кластеризованных состояний. Получено надежное обоснование того факта, что даже сильно кластеризованные состояния не описываются чисто кластерными конфигурациями – существенный вклад в энергию связи дают ортогональные им компоненты другой природы.

3. В рамках предложенной модели был развит метод расчета кластерных формфакторов и спектроскопических факторов кластерных каналов, а также асимптотических характеристик слабосвязанных и резонансных состояний: асимптотических нормировочных коэффициентов и парциальных ширин распадов соответственно. Этот метод предоставляет широкие возможности для использования *ab initio* подходов при вычислении сечений ядерных реакций при астрофизических энергиях, резонансных реакций, распадов легких ядер и других ядерных процессов.

### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

Данная работа является законченным теоретическим исследованием. Задача *ab initio* описания слабосвязанных и резонансных состояний является актуальной задачей современной ядерной физики. Разработанная автором модель расчета кластеризованных состояний предназначена как для анализа роли кластерных компонент в волновых функциях состояний легких ядер, так и для *ab initio* расчета спектроскопических факторов и асимптотических характеристик как связанных, так и резонансных состояний. С помощью рассчитанных

спектроскопических факторов и асимптотических характеристик можно проводить реалистические вычисления астрофизических S-факторов, дифференциальных сечений ядерных реакций, связанных с передачей нуклона или кластера, реакций слияния, реакций идущих через резонанс и т.п.

### **Личный вклад автора**

Содержание диссертационной работы отражает персональный вклад автора в опубликованные работы. Автор диссертационной работы принимал непосредственное участие в представленных исследованиях, как на этапе постановки задач, так и на этапах разработки формализма, выполнения численных расчетов, обсуждения полученных результатов и подготовки публикаций. Все представленные в диссертации результаты вычислений получены лично автором.

### **Степень достоверности и апробация результатов.**

Разработанный метод для *ab initio* описания кластеризованных состояний основан на надёжных и апробированных подходах в теории атомного ядра. Входным элементом метода являются реалистические, хорошо зарекомендовавшие себя в многочисленных предыдущих расчетах, нуклон-нуклонные потенциалы. Алгоритмы, использованные в работе, с высокой точностью воспроизводят представленные в литературе результаты других авторов, касающиеся тех же ядер.

Предложенный в работе метод воспроизводит экспериментальные результаты парциальных ширин распадов резонансов легких ядер, а на комбинированном базисе воспроизводит полную энергию связи основных и спектр уровней возбужденных состояний исследованных легких ядер.

Основные результаты работы неоднократно докладывались и обсуждались на семинарах и международных конференциях, посвященных теории атомного ядра. Сообщение по материалам диссертации было заслушано на семинаре центра фундаментальных и прикладных исследований ВНИИА 29 ноября 2018.

По результатам исследований, вошедших в диссертацию, опубликованы следующие статьи:

1. Rodkin D. M., Tchuvil'sky Yu. M. Ab initio calculation of one-nucleon halo states // Journal of Physics: Conference Series **966** (2018), 012022;
2. Rodkin D. M., Tchuvil'sky Yu. M. Ab Initio Description of Clustering Phenomena in Spectra of Light Nuclei // JETP Letters **108** №7 (2018) p. 429;
2. Родкин Д. М., Чувильский Ю. М. Описание кластерных явлений в спектрах легких ядер в рамках ab initio подхода // Письма в ЖЭТФ **108** № 7 (2018) стр. 459;
3. Rodkin D. M., Tchuvil'sky Yu. M. Ab Initio Study of Resonant and Weakly Bound States of Light Nuclei with Single-Nucleon Halo Based on First Principles // Physics of Atomic Nuclei **81** № 10 (2018) p. 1455;
3. Родкин Д. М., Чувильский Ю. М. Исследование резонансных и слабосвязанных состояний легких ядер с однонуклонным гало на базе первопринципов // Ядерная физика и инжиниринг **8** № 6 (2017) стр. 539;
4. Rodkin D. M., Tchuvil'sky Yu. M. Analysis of clustering phenomena in ab initio approaches // Physics Letters B **788** (2019) p. 238;
5. Родкин Д. М., Чувильский Ю. М. Асимптотические характеристики кластерных каналов в рамках ab initio подхода // Письма в ЖЭТФ **109** №7 (2019) стр. 435.

По результатам рассмотрения диссертации «Теоретическое описание кластеризованных состояний легких ядер в рамках современных микроскопических моделей» НТС ФГУП «ВНИИА» принято следующее заключение:

Диссертация Родкина Д. М. удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 «Физика атомного ядра и элементарных частиц» и рекомендуется к защите в диссертационном совете Д 720.001.01 при Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель ФГУП «ВНИИА»,  
председатель НТС ФГУП «ВНИИА», доктор  
физико-математических наук

Рецензент, научный руководитель по  
направлению, доктор физико-  
математических наук

Андрияш Александр Викторович



Куратов Сергей Евгеньевич

