

« УТВЕРЖДАЮ »

Проректор

Московского государственного  
университета имени М.В.Ломоносова

профессор А. А. Федянин



*А. А. Федянин*  
\_\_\_\_\_

2018 г.

### О Т З Ы В

**ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» на диссертацию Карпова Александра Владимировича «Теоретический анализ основных механизмов образования и распада тяжелых и сверхтяжелых ядер», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц**

Начиная с открытия реакций глубоконеупругих столкновений атомных ядер, повышенное внимание как теоретиков, так и экспериментаторов привлекает изучение возможных механизмов реакций с тяжелыми ионами. Благодаря этим исследованиям, в ядерную физику прочно вошли представления о столкновении двух сложных ядер, как о неравновесном процессе, а вместе с ними и представления о явлении ядерной диссипации. Для современного состояния физики ядерных реакций с тяжелыми ионами характерным является проведение интенсивных экспериментальных исследований реакций, приводящих к образованию тяжелых и сверхтяжелых ядерных систем, включая атомные ядра, удаленные от линии стабильности. Кроме того, реакции с тяжелыми ионами служат надежным источником новой информации о свойствах ядерной материи и некоторых астрофизических

процессах.

Прогресс дальнейших исследований в области этих актуальных и перспективных направлений современной ядерной физики немыслим без совершенствования теоретических методов моделирования процессов столкновения двух сложных ядер. Несмотря на существенное продвижение в этой области, связанное с развитием микроскопических подходов, все еще актуальной задачей является построение единой взаимосогласованной теоретической картины этого сложного и многообразного процесса. Причем очень важно, чтобы в рамках такого теоретического аппарата осуществлялось непрерывное и согласованное описание реакций с тяжелыми ионами, начиная с самых ранних стадий ядро-ядерных столкновений, затем включающее последующее образование промежуточных возбужденных ядерных систем, их распад или формирование составного ядра, а также его эволюцию.

На сегодняшний день одним из наиболее продуктивных подходов к решению этой сложной и многоплановой задачи является теоретический аппарат, основанный на использовании стохастических уравнений Ланжевена. Однако, на этом пути стоит несколько важных проблем. Среди них можно выделить: выбор наиболее значимых степеней свободы, необходимых для корректного описания эволюции самой ядерной системы и всех процессов, сопровождающих ядро-ядерные столкновения; вычисление ядро-ядерной потенциальной энергии, обеспечивающей наиболее полное и согласованное описание эволюции ядерной системы на всех стадиях; физически адекватную и математически корректную формулировку системы дифференциальных уравнений, требующейся для численного моделирования эволюции выбранных степеней свободы.

Решению этого круга актуальных задач посвящены исследования, проведенные А.В.Карповым и составившие основу настоящей докторской диссертации. При этом А.В.Карпов поставил перед собой и успешно решил задачу развития такого теоретического аппарата, который позволил бы не только с единых позиций проводить согласованный анализ самых

разнообразных имеющихся экспериментальных данных в широкой области энергий, угловых моментов и масс сталкивающихся ядер, но и осуществлять надежные предсказания в области еще не реализованных в экспериментальных работах реакций с тяжелыми ионами, приводящих к образованию новых тяжелых и сверхтяжелых ядер.

Еще раз подчеркнем, что **актуальность и практическая ценность** развитого в диссертации теоретического аппарата диктуются необходимостью проведения детального предварительного анализа процессов образования и распада возбужденных ядерных систем, всегда предшествующего проведению длительных и дорогостоящих экспериментов по синтезу сверхтяжелых элементов. К наиболее интересным и перспективным результатам диссертации А.В.Карпова можно отнести следующие:

- расширенная версия макромикроскопического метода, позволяющего вычислять адиабатическую потенциальную энергию тяжелой ядерной системы и дающего адекватные результаты во всей значимой области деформаций;

- трехцентровая оболочечная модель, в рамках которой показано, что тройное деление и тройное квазиделение могут оказаться существенными каналами распада в области сверхтяжелых ядер;

- аппарат многомерной динамической модели, обеспечивающий согласованное и непрерывное описание реакций с тяжелыми ионами на всех стадиях.

Сильное впечатление производит обилие теоретических расчетов, носящих предсказательный характер и связанных с новыми экспериментальными возможностями синтеза нейтроноизбыточных и сверхтяжелых ядер. Здесь особенно хотелось бы отметить предложенную и детально проанализированную в диссертации новую возможность достижения острова стабильности, которая заключается в синтезе протоноизбыточных ядер, испытывающих последующий электронный захват.

Хотелось бы также отметить важные и интересные результаты,

касающиеся влияния процесса нейтронных передач на сечения захвата, а также свойств распада сверхтяжелых ядер с зарядами вплоть до  $Z=132$  и для широкого диапазона чисел нейтронов.

Отдельных теплых слов заслуживает база знаний по ядерной физике низких энергий, разработанная в Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н.Флерова при определяющем участии А.В.Карпова в реализации ряда важных ее возможностей. Здесь следует отметить, что в МГУ имени М.В.Ломоносова упомянутая база знаний уже активно используется при проведении практических занятий со студентами в ходе чтения специальных курсов по теории атомных ядер и ядерных реакций.

Диссертация А.В.Карпова написана четким и ясным языком, хорошо оформлена. Незначительное количество опечаток, встречающихся в тексте, совершенно не влияет на общее положительное впечатление от диссертационной работы.

Разработанные теоретические подходы и модели, без сомнений, заслуживают самой высокой оценки. В целом, настоящая диссертация является научно-квалификационной работой. В ней разработаны теоретические положения, которые можно квалифицировать как новое и важное для современной ядерной физики достижение.

Материалы диссертационной работы опубликованы в 45 печатных работах. Из них в журналах, включенных в перечень ВАК рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук – 22. 35 работ опубликованы в журналах, включенных в системы цитирования Scopus и/или Web of Science. Результаты диссертационной работы были представлены на многих авторитетных международных совещаниях и конференциях. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Диссертация соответствует паспорту специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Таким образом, диссертационная работа Карпова Александра

Владимировича «Теоретический анализ основных механизмов образования и распада тяжелых и сверхтяжелых ядер» полностью удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842 (ред. от 28.08.2017). Сам же Карпов Александр Владимирович заслуживает присвоения ему степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Материалы диссертации были заслушаны на научном семинаре отдела ядерных реакций Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д. В. Скобельцына Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (НИИЯФ МГУ) 04 июня 2018 г. Настоящий отзыв был рассмотрен и одобрен на заседании совета отдела ядерных реакций 06.06.2018, протокол № 4.

Директор НИИЯФ МГУ  
профессор



М.И.Панасюк

Отзыв составил:

Заместитель директора НИИЯФ МГУ  
по научной работе,  
доктор физико-математических наук  
Тел.: +7 (495) 939-24-65  
e-mail: eremenko@sinp.msu.ru



Д.О.Еременко

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова».

Адрес организации:

119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1.

Тел.: +7 (495) 939-10-00

e-mail: info@rector.msu.ru