

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 720.001.01  
НА БАЗЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 23.06.2015 № \_65\_

О присуждении Булычеву Андрею Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Электронная импульсная спектроскопия легких атомов и молекул в электромагнитном поле» по специальности 01.04.02 – теоретическая физика принята к защите 8 апреля 2015 г., протокол № 63а, диссертационным советом Д 720.001.01 на базе Объединенного института ядерных исследований, международная межправительственная организация, 141980, Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д. 6, приказ Рособнадзора о создании совета № 1484-1047 от 11.07.2008; полномочия совета подтверждены приказом Минобрнауки РФ № 105/НК от 11.04.2012.

Соискатель **Булычев Андрей Андреевич** 1989 года рождения.

В 2012 году соискатель окончил физический факультет федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

освоил программу подготовки в очной аспирантуре Учебно-научного центра при Объединенном институте ядерных исследований в период с апреля 2012 г. по апрель 2015 г.,

с мая 2012 г. работает в должности младшего научного сотрудника Лаборатории теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова Объединенного института ядерных исследований.

Диссертация выполнена в Лаборатории теоретической физики им. Н.Н.Боголюбова Объединенного института ядерных исследований.

Научные руководители: **Виницкий Сергей Ильич** – доктор физико-математических наук, профессор, Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова, сектор №11, ведущий научный сотрудник,

**Чулуунбаатар Очбадрах** – доктор физико-математических наук, без звания, Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория информационных технологий, Научный отдел вычислительной физики, начальник сектора.

Диссертационный совет принял во внимание то, что научные руководители Булычева А.А. являются специалистами в исследованиях по двум разным большим направлениям, на стыке которых выполнена диссертация. А именно, Виницкий С.И. – специалист в области теоретической физики, а Чулуунбаатар О. – в области математического моделирования и численных методов. Большой объем и высокое качество научных результатов, полученных в диссертации, являются, в частности, свидетельством вкладов обоих научных руководителей соискателя в его обучение и в собственно руководство.

Официальные оппоненты:

**Шаблов Владимир Леонидович**, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры Перспективных методов получения и преобразования энергии, Обнинский институт атомной энергетики – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,

**Грызлова Елена Владимировна**, кандидат физико-математических наук, без звания, старший научный сотрудник Отдела электромагнитных процессов и взаимодействий атомных ядер, Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В.Скобельцына, дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск – дала положительное заключение (заключение составлено **Зайцевым Сергеем Александровичем**, доктором физико-математических наук, доцентом, профессором кафедры «Физика» ).

Официальный оппонент В.Л. Шаблов в отзыве указал, что «<...> Новизна полученных в диссертации результатов и аргументированность положений, выносимых на защиту, не вызывает сомнений, что подтверждается их апробацией на международных конференциях и публикацией в ведущих научных журналах. <...> Научная и практическая значимость. Развитые в диссертации теоретические методы позволяют описывать процессы однократной и двукратной ионизации атомов в электромагнитном поле, а также двукратной фотоионизации двухатомных молекул. Разработанные интегральные представления амплитуд процессов реализованы в виде численно-аналитических алгоритмов и программ, что позволяет использовать их другим исследователям. <...> Разработанные теоретические методы используются при планировании ЭИС-экспериментов в лазерном поле <...> и для интерпретации экспериментальных данных по двукратной ионизации молекул водорода и азота <...> Обоснованность и достоверность результатов диссертации подтверждается тем, что в ней используются строгие и апробированные методы квантовой теории рассеяния, квантовой электродинамики, а также современные компьютерные технологии, и согласием с результатами расчетов других авторов и экспериментальными данными. <...> По содержанию диссертации можно сделать следующие

замечания <...> 1. Отсутствуют детали вывода выражения (1.14) <...> 2. Расчеты ЭИС процессов в присутствии лазерного поля выполнены в рамках первого борновского приближения <...> обоснованность такого подхода требует исследования вкладов более высоких порядков <...> 3. В формуле (1.17) <...> потерян знак «минус». <...> В целом, отмеченные недостатки не снижают высокого научного уровня диссертации. В диссертации решена актуальная научная задача <...> Диссертация соответствует заявленной специальности 01.04.02 — Теоретическая физика. Автореферат соответствует содержанию диссертации. <...> диссертация Булычева Андрея Андреевича <...> соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а сам диссертант заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 — теоретическая физика.»

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 9 работ, из которых 9 опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в Перечень ВАК:

1. Bulychev A. A., Kouzakov K. A., Popov Yu. V. *The role of Volkov waves in laser-assisted electron momentum spectroscopy* // *Physics Letters A*. 2012. Vol. 376, no. 4. P. 484– 487.
2. Bulychev A. A., Chuluunbaatar O., Gusev A. A., Joulakian B. *( $\gamma$ , 2e) photo-double ionization of  $N_2$  molecules for equal energy sharing* // *Journal of Physics B: At. Mol. Opt. Phys.* 2013. Vol. 46, no. 18. P. 185203 (9 pp.).
3. Bolognesi P., Joulakian B., Bulychev A. A. et al. *Photo-double-ionization of the nitrogen molecule* // *Physical Review A*. 2014. Vol. 89. P. 053405 (5 pp.).
4. Bulychev A. A., Kouzakov K. A. *Laser-assisted ionization-excitation of helium by electron impact at large momentum transfer* // *European Physical Journal D*. 2014. Vol. 68, no 11 (7 pp.).
5. Bulychev A. A., Kouzakov K. A. *Laser-assisted (e, 3e) collisions in helium at*

*high impact energy and large momentum transfer* // Physical Review A. 2015. Vol. 91. P. 023413 (8 pp.).

6. Kouzakov K. A., Bulychev A. A., Popov Y. V., Takahashi M. *Laser-assisted electron-impact ionization of atoms at high impact energy and large momentum transfer* // Journal of Physics: Conference Series. 2012. Vol. 388, no. 11. P. 112001 (1 p.).
7. Bulychev A. A., Kouzakov K. A., Popov Yu. V. *Effects of Volkov functions in laser-assisted electron momentum spectroscopy* // SPIE Conference Proceedings. 2013. Vol. 8699. P. 86991B (8 pp.).
8. Bulychev A. A., Kouzakov K. A., Popov Y. V. *Theoretical study on laser-assisted electron momentum spectroscopy of helium* // Journal of Physics: Conference Series. 2014. Vol. 488, no. 11. P. 112001 (1 p.).
9. Bulychev A. A., Kouzakov K. A., Vinitzky S. I. *Laser-assisted single and double ionization of helium by electron impact* // SPIE Conference Proceedings. 2015. Vol. 9448. P. 944829 (10 pp.).

Все работы выполнены в нераздельном соавторстве. Личный вклад соискателя состоит в написании расчетных программ, проведении всех численных и аналитических расчетов. Постановка задач и анализ результатов, а также написание научных работ проводились совместно с научными руководителями.

Общий объем опубликованных работ по материалам диссертации составляет 53 печатные страницы. Все журналы, в которых опубликованы статьи по материалам диссертации, включены в международные системы цитирования Web of Science и/или SCOPUS и хорошо известны научному сообществу. Опубликованные работы прошли серьезную всестороннюю проверку рецензентами – ведущими специалистами в области теоретической физики.

На диссертацию и автореферат дополнительные отзывы не поступали.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации основан на

том, что оба оппонента являются видными специалистами в области теоретической физики, а ведущая организация – известным научно-учебным центром, занимающимся в том числе теоретической и экспериментальной физикой. Это подтверждается многочисленными публикациями в журналах из списка ВАК и индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, а также высоким индексом цитируемости работ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– Показано, что даже низкочастотное и малоинтенсивное по атомным масштабам электромагнитное поле может существенно модифицировать состояния начального и конечных быстрых (с энергией кэВ и выше) электронов континуума в методе ЭИС; сформулировано условие, при котором необходимо использовать приближение волковских функций вместо традиционного приближения плоских волн в методе ЭИС.

– Показано, что, когда конечный ион остается в возбужденном состоянии, чувствительность измеряемых в ЭИС дифференциальных сечений к модели электрон-электронных корреляций в мишени в присутствии лазерного поля усиливается по сравнению с бесполевым случаем. Для возбужденного иона проявляются различия даже между сечениями, соответствующими сильнокоррелированным пробным функциям мишени, которые не наблюдаются в отсутствие поля.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– Показано, что в присутствии лазерного поля угловое распределение медленного электрона ( $e$ ,  $3e$ ) процесса на атоме гелия оказывается сильно зависящим от модели электрон-электронных корреляций в мишени в отличие от случая отсутствия поля.

– Показано, что дифференциальные сечения метода ( $e$ ,  $3-1e$ ) ЭИС в низкочастотном малоинтенсивном электромагнитном поле практически совпадают с дифференциальными сечениями в отсутствие поля.

– Показано, что электронные корреляции в модели основного состояния двухатомных молекул проявляются в угловом распределении испущенных электронов в процессе двукратной фотоионизации.

Значение полученных соискателем результатов для практики подтверждается тем, что:

– В рамках модели коррелированных двухцентровых кулоновских функций для двухэлектронных состояний континуума получено хорошее согласие с результатами недавних экспериментов по двукратной фотоионизации молекул водорода и азота.

– Результаты, представленные в диссертации, могут быть использованы при проведении дальнейших экспериментальных исследований в области изучения свойств атомов, молекул, кластеров и тонких пленок с помощью реакций ионизации электронным ударом и двукратной фотоионизации, которые проводятся в российских и зарубежных научных центрах, например, СГУ (г. Саратов), ИАТЭ НИЯУ МИФИ (г. Обнинск), НИИЯФ МГУ (г. Москва), РУДН (г. Москва), ТОГУ (г. Хабаровск), ОИЯИ (г. Дубна), НИЦ Курчатовский институт (г. Москва).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– Теоретические результаты выполнены на основе современных методов теоретической физики и согласуются с результатами, полученными другими авторами. Выполненное численное моделирование, в частном случае, успешно воспроизводит экспериментальные данные.

Личный вклад соискателя является определяющим на всех этапах работы, а именно: получение и трактовка результатов, проведение численных и аналитических расчетов, интерпретация экспериментальных данных и сравнение с экспериментом, подготовка публикаций.

На заседании 23 июня 2015 года № 65 диссертационный совет принял решение присудить Булычеву Андрею Андреевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 11 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета

Воронов Виктор Васильевич

Ученый секретарь

диссертационного совета

Арбузов Андрей Борисович