

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА  
Д 002.070.01 НА БАЗЕ Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Института проблем безопасного  
развития атомной энергетики Российской академии наук

ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 7 июля 2016 года № 7

О присуждении Ахрамееву Евгению Викторовичу, гражданство –  
Российская Федерация, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование процессов высвобождения энергии изомерных  
уровней атомных ядер под действием фемтосекундных лазерных импульсов» по  
специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника» принята к  
защите 26 апреля 2016 года, протокол № 4 диссертационным советом  
Д 002.070.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения  
науки Института проблем безопасного развития атомной энергетики Российской  
академии наук, расположенного по адресу: 115191, Москва, ул. Большая  
Тульская, д. 52. Диссертационный совет создан приказами Минобрнауки России  
№ 75/нк от 15 февраля 2013 года и № 626/нк от 3 июня 2016 года.

Соискатель Ахрамеев Евгений Викторович 1986 года рождения в 2009 году  
окончил Московский инженерно-физический институт (государственный  
университет), в 2013 году окончил аспирантуру, созданную на базе Федерального  
государственного бюджетного учреждения науки Института проблем безопасного  
развития атомной энергетики Российской академии наук (г. Москва), работает в  
должности младшего научного сотрудника в лаборатории теоретической физики  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института  
проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории теоретической физики Федерального  
государственного бюджетного учреждения науки Института проблем безопасного  
развития атомной энергетики Российской академии наук.

Научный руководитель – Ткаля Евгений Викторович, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией электрон-ядерных и молекулярных процессов Научно-исследовательского института ядерной физики МГУ им. М.В.Ломоносова.

Официальные оппоненты:

Лиханский Владимир Валентинович, доктор физико-математических наук, профессор, начальник отдела безопасности объектов атомной энергетики АО «Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований»,

Чефонов Олег Владимирович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Московский физико-технический институт (государственный университет) в своем положительном отзыве, подписанном доцентом кафедры прикладной физики, к.ф.-м.н. Соловьевым Виктором Роальдовичем, заведующим кафедрой прикладной физики, д.ф.-м.н., профессором Леоновым Алексеем Георгиевичем и утвержденном проректором по научной работе и стратегическому развитию, д.ф.-м.н. Аушевым Тагир Абдул-Хамидовичем указала, что диссертация Ахрамеева Е.В. соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, паспорту специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника» и отрасли науки «физико-математические науки». Сам Ахрамеев Е.В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Соискатель имеет 4 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации – 4 работы, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 4 работы. Из 4 опубликованных работ по теме диссертации 3 работы опубликованы в международном научном журнале «PHYSICAL REVIEW» (тираж – 200 экз.), 1 работа – в научном журнале «Письма в ЖЭТФ» (тираж – 320 экз.).

В опубликованных работах лично автором и при его непосредственном участии приведены результаты:

1. Простые аналитические формулы для расчета сечений неупругого рассеяния электронов на ядрах в нерелятивистском борновском приближении для  $E1$ - $E3$  и  $M1$ - $M2$  мультиполей. В рамках метода PWBA (нерелятивистское борновское приближение с плоскими волнами) и релятивистской версии Хартри-Фока-Слэтера были рассчитаны сечения возбуждения ядер Ta-181, Ag-110, Tm-169 и Hg-201. Показано, что метод PWBA систематически завышает  $E1$  сечение и недооценивает сечения  $E2$  и  $M1$ .

2. В лазерной термоядерной плазме возможно эффективное возбуждение изомерных ядер  $^{178}\text{Hf}^{m2}$  на промежуточное состояние  $14^-$  (2572.4 кэВ), которое затем распадается на уровни, лежащие в спектре возбуждения  $^{178}\text{Hf}$  ниже состояния  $16^+$  (2446.09 кэВ, 31 г). Тем самым показана принципиальная возможность наблюдения стимулированного распада одного из известных ядерных изомеров в лазерной термоядерной плазме.

3. Процесс возбуждения ядер по механизму обратного электронного моста (ОЭМ) в случае резонансного совпадения энергий ядерного и одного из атомных переходов может приводить к значительному усилению (вплоть до нескольких порядков величины) эффективности возбуждения ядер и способен обеспечить возможность высвобождения энергии ядерных изомеров в режиме волны гамма-свечения типа дефлаграции.

4. Для оптически толстых цилиндрических образцов вещества ядерного изомера возможна реализация волны высвечивания в режиме быстрой дефлаграции со скоростью  $U \sim 10^8$  м/с. Для оптически тонких образцов вещества ядерного изомера при условии, что переходы между ядерными

уровнями являются безызлучательными, реализация волны высвечивания может происходить в режиме детонации со скоростью  $U \sim 10^5$  м/с.

Наиболее значительные работы:

1. E.V.Tkalya, E.V.Akhrameev, R.V.Arutyunayn, L.A.Bol'shov, and P.S.Kondratenko. Cross sections of electron excitation of atomic nuclei in plasma. PHYSICAL REVIEW C 85, 044612 (2012).
2. E.V.Tkalya, E.V.Akhrameev, R.V.Arutyunayn, L.A.Bol'shov, and P.S.Kondratenko. Induced decay of a long-lived nuclear isomer  $^{178}\text{Hf}m_2$  in a laser thermonuclear plasma. PHYSICAL REVIEW C 82, 034607 (2010).
3. E.V.Tkalya, E.V.Akhrameev, R.V.Arutyunayn, L.A.Bol'shov, and P.S.Kondratenko. Excitation of atomic nuclei in hot plasma through resonance inverse electron bridge. PHYSICAL REVIEW C 90, 034614 (2014).
4. Р.В.Арутюнян, Е.В.Ахрамеев, Л.А.Большов, П.С.Кондратенко, Е.В.Ткаля. О возможности реализации волн горения и детонации в системе ядерных изомеров. Письма в ЖЭТФ, том 98, вып. 11, сс. 772 – 775 (2013).

На автореферат диссертации поступили отзывы из 2 организаций:

**1. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».**

Отзыв подписал к.ф.-м.н., доцент П.В.Борисюк.

Отзыв положительный. Без замечаний.

**2. Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук.**

Отзыв подписал к.ф.-м.н. Ю.Н.Обухов.

Отзыв положительный. Без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что д.ф.-м.н. Лиханский Владимир Валентинович и к.ф.-м.н. Чефонов Олег Владимирович являются известными учеными и признанными специалистами в области процессов в лазерной плазме атомной науки и техники, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»

является ведущим образовательным и исследовательским учреждением, в состав которого в частности входит Лаборатория Импульсных Плазменных Систем. Кроме этого, выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается списком публикаций оппонентов и сотрудников Лаборатории Импульсных Плазменных Систем ведущей организации, подготовивших заключение по диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что представленные в диссертационной работе результаты являются новыми, научно обоснованными. Их использование позволит внести значительный вклад в планирование и анализ результатов экспериментов по возбуждению атомных ядер в высокотемпературной плотной нестационарной плазме, что в свою очередь может стать основой создания источников импульсного  $\gamma$  - излучения.

В диссертации разработаны теоретические модели процессов высвобождения энергии ядерных изомеров и генерации гамма-излучения с помощью фемтосекундных лазерных импульсов, получены удобные аналитические выражения для сечений неупругого рассеяния электронов на ядрах в нерелятивистском борновском приближении для E1-E3 и M1-M2 мультиполей, предложена оригинальная идея по осуществлению экспериментального наблюдения стимулированного распада долгоживущего ядерного изомера  $^{178}\text{Hf}^{\text{m}2}$  в лазерной термоядерной плазме, и доказано, что механизм обратного электронного моста может приводить к значительному усилению (вплоть до нескольких порядков величины) эффективности возбуждения ядер.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что предложенные модели и идеи вносят существенный вклад в расширение представлений о процессах высвобождения энергии изомерных уровней атомных ядер, что в свою очередь может помочь в создании на базе ядерных изомеров импульсного источника  $\gamma$  -излучения.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что все результаты были опубликованы в профильных рецензируемых журналах и могут быть использованы для планирования

экспериментов по возбуждению атомных ядер, анализе их результатов, а также для создания и тестирования численных кодов предназначенных для моделирования процессов по возбуждению атомных ядер.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность результатов диссертации определяется тем, что все они были получены автором на основе строгих математических формулировок, методами математической и теоретической физики, проведено сравнение полученных результатов с имеющимися экспериментальными данными (где это возможно) и данными расчетов других авторов.

Лично автором диссертации получены следующие результаты:

- Простые аналитические формулы для расчета сечений неупругого рассеяния электронов на ядрах в нерелятивистском борновском приближении для  $E1$ - $E3$  и  $M1$ - $M2$  мультиполей. В рамках метода PWBA (нерелятивистское борновское приближение с плоскими волнами) и релятивистской версии Хартри-Фока-Слэтера были рассчитаны сечения возбуждения ядер Ta-181, Ag-110, Tm-169 и Hg-201. Показано, что метод PWBA систематически завышает  $E1$  сечение и недооценивает сечения  $E2$  и  $M1$ .
- В лазерной термоядерной плазме возможно эффективное возбуждение изомерных ядер  $^{178}\text{Hf}^{m2}$  на промежуточное состояние  $14^{-}$  (2572.4 кэВ), которое затем распадается на уровни, лежащие в спектре возбуждения  $^{178}\text{Hf}$  ниже состояния  $16^{+}$  (2446.09 кэВ, 31 г). Тем самым показана принципиальная возможность наблюдения стимулированного распада одного из известных ядерных изомеров в лазерной термоядерной плазме.
- Процесс возбуждения ядер по механизму обратного электронного моста (ОЭМ) в случае резонансного совпадения энергий ядерного и одного из атомных переходов может приводить к значительному усилению (вплоть до нескольких порядков величины) эффективности возбуждения ядер и способен обеспечить возможность высвобождения энергии ядерных изомеров в режиме волны гамма-свечения типа дефлаграции.

- Для оптически толстых цилиндрических образцов вещества ядерного изомера возможна реализация волны высвечивания в режиме быстрой дефлаграции со скоростью  $U \sim 10^8$  м/с. Для оптически тонких образцов вещества ядерного изомера при условии, что переходы между ядерными уровнями являются безызлучательными, реализация волны высвечивания может происходить в режиме детонации со скоростью  $U \sim 10^5$  м/с.

На заседании 7 июля 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Ахрамееву Е.В. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по специальности 01.04.14, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель  
диссертационного совета  
член-корреспондент РАН



Большов Л.А.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
к.т.н.

Калантаров В.Е.

11 июля 2016 года.