

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.110.02 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 08.06.2016 № 7

О присуждении Саакяну Сергею Арамовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Экспериментальные исследования свойств газа ультрахолодных высоковозбужденных и частично ионизованных атомов лития-7» по специальности 01.04.08 – физика плазмы, принята к защите 6.04.2016, протокол № 6, диссертационным советом Д 002.110.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (125412, г. Москва, ул. Ижорская, д.13, стр. 2, jiht.ru, 8(495)485-83-45), утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.04.2012 г. №105/нк.

Соискатель Саакян Сергей Арамович 1989 года рождения, в 2012 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». Являлся аспирантом Объединенного института высоких температур Российской академии наук с 1 мая 2012 года по 30 апреля 2016 года.

Работает стажером-исследователем лаборатории 1.2.3.3 (теплофизических свойств материалов) Научно-исследовательского центра теплофизики экстремальных состояний (НИЦ-1 ТЭС) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН).

Диссертация выполнена в лаборатории № 1.2.3.3 (теплофизических свойств материалов) НИЦ-1 ТЭС ОИВТ РАН.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, Зеленер Борис Борисович, заведующий лабораторией № 1.2.3.3 (теплофизических свойств материалов), НИЦ-1 ТЭС ОИВТ РАН.

Официальные оппоненты: Крайнов Владимир Павлович, д.ф.-м.н., профессор кафедры теоретической физики, Федеральное государственное

автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» (141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д.9, 8(495)408-45-54, www.mipt.ru);

Зибров Сергей Александрович, к.ф.-м.н., младший научный сотрудник Лаборатории стандартов частоты, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (119991 ГСП-1, г. Москва, Ленинский проспект, д.53, ФИАН, 8(495)408-75-90, lebedev.ru)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт спектроскопии Российской академии наук (ИСАН, 108840, г. Троицк, ул. Физическая, д. 5., isan.troitsk.ru, 8(495)851-02-21) в своем положительном заключении, подписанным Задковым Виктором Николаевичем, д.ф.-м.н., профессором, директором ИСАН (составленном Афанасьевым Антоном Евгеньевичем, к.ф.-м.н., с.н.с. отдела лазерной спектроскопии, лаборатории лазерной спектроскопии ИСАН), указала, что:

1. В рамках диссертационной работы впервые в России создана установка по лазерному охлаждению и захвату в МОЛ атомов лития-7.
2. Разработана новая методика регистрации энергетических спектров высоковозбужденных состояний атомов.
3. При помощи данной методики впервые измерены энергии для различных nS -конфигураций в широком диапазоне значений главного квантового числа от $n=38$ до $n=165$, для холодных атомов лития-7.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ в рецензируемых научных журналах, в том числе по теме диссертации 8 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК 6 работ:

1. С.А. Саакян, В.А. Саутенков, Е.В. Вильшанская, В.В. Васильев, Б.Б. Зеленер, Б.В. Зеленер «Контроль частоты перестраиваемых лазеров с помощью частотно-калиброванного лямбда-метра в эксперименте по приготовлению ридберговских атомов в магнитооптической ловушке», **Квантовая Электроника**, т. 45(9), с. 828-832 (2015). Вклад диссертанта – 4 страницы из 5.
2. Б.Б. Зеленер, С.А. Саакян, В.А. Саутенков, А.М. Акульшин, Э.А. Манькин, Б.В. Зеленер, В.Е. Фортов «Лазерное охлаждение атомов $7Li$ в магнитооптической ловушке», **Письма в ЖЭТФ**, том 98, вып. 11, с. 762-766 (2013). Вклад диссертанта – 2 страницы из 5.

3. Б.Б. Зеленер, С.А. Саакян, В.А. Саутенков, Э.А. Манькин, Б.В. Зеленер, В.Е. Фортов «Эффективное возбуждение ридберговских состояний ультрахолодных атомов лития-7», **Письма в ЖЭТФ**, том 100, вып. 6, с. 408-412 (2014). Вклад диссертанта – 2 страницы из 5.

4. Б.Б. Зеленер, С.А. Саакян, В.А. Саутенков, Э.А. Манькин, Б.В. Зеленер, В.Е. Фортов «Лазерная диагностика спектра энергии ридберговских состояний атома лития-7», **ЖЭТФ**, т. 148, вып. 6(12), с. 1086-1091 (2015). Вклад диссертанта – 3 страницы из 6.

Результаты работы могут быть использованы в следующих организациях: Физическом институте им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН, г. Москва), Институте прикладной физики Российской академии наук (ИПФ РАН, г. Нижний Новгород), Институте космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН, г. Москва), Институте физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СО РАН, г. Новосибирск).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **Институт общей физики им. Прохорова Российской академии наук (ИОФ РАН), г. Москва** (к.ф.-м.н., заведующий лабораторией мощных полупроводниковых лазерных приборов Державин Сергей Игоревич) – отзыв положительный с замечаниями:

- Как показано в работе, следует учитывать фоновое паразитное электрическое поле, которое смещает частоту ридберговских переходов за счет эффекта Штарка. Почему бы не скомпенсировать это поле в экспериментальной установке?

2. **Объединенный институт высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН), г. Москва** (д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник теоретического отдела №1.2.4. им. Л.М. Бибермана Дьячков Лев Гавриилович) – отзыв положительный с замечаниями:

- Ширина резонансов флюоресценции, по-видимому, зависит от мощности возбуждающего лазерного излучения. Представляет интерес эту зависимость получить, так как это может быть важным при детектировании еще более высоких ридберговских уровней.

3. **Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва** (к.ф.-м.н., доцент кафедры №70 «Физика твердого тела и наносистем» Карцев Пётр Фёдорович) – отзыв положительный, без замечаний.

4. **Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, г. Новосибирск** (д.ф.-м.н., зав.лаб. Рябцев Игорь Ильич) – отзыв положительный с замечаниями:

- Автор утверждает, что им создана первая в России магнитооптическая ловушка для атомов лития-7. Однако такая ловушка уже была создана ранее в Институте прикладной физики РАН (Н. Новгород), и на ней возможно лазерное охлаждение и захват как лития-6, так и лития-7.
- Автор считает, что реализованный им метод регистрации переходов в ридберговские состояния по уменьшению сигнала флуоресценции облака холодных атомов является неразрушающим. Действительно, ридберговские атомы возбуждаются в непрерывном режиме, и первоначально в каждом атоме заселяется только одно ридберговское состояние. Однако затем оно распадается с течением времени и заселяет соседнее состояния, что невозможно отследить используемым методом.
- На рис. 3 автореферата в зависимости числа атомов от отстройки охлаждающего лазера имеется провал при -25 МГц для градиента магнитного поля 21 Гс/см и наоборот, пик для 35 Гс/см. Однако такое необычное поведение зависимостей никак не обсуждается, хотя оно может свидетельствовать о каких-то особенностях в лазерном охлаждении атомов лития.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается проводимыми ими исследованиями по теме диссертации.

Выбор Крайнова Владимира Павловича в качестве оппонента обосновывается тем, что он является известным специалистом по высоковозбужденным состояниям атомов и лазерной плазме:

1. Ishkhanyan, A. M., & Krainov, V. P. (2015). Non-exponential tunneling ionization of atoms by an intense laser field. *Laser Physics Letters*, 12(4), 046002.
2. Moll, M., Schlanges, M., Bornath, T., & Krainov, V. P. (2015). Influence of excitation and deexcitation processes on the dynamics of laser-excited argon clusters. *Physical Review A*, 91(3), 033405.
3. Krainov, V. P., & Sofronov, A. V. (2014). Surface heating of electrons in atomic clusters irradiated by ultrashort laser pulses. *Laser Physics*, 24(4), 046002.

Выбор Зиброва Сергея Александровича в качестве оппонента обосновывается тем, что он является известным экспериментатором в области современной лазерной спектроскопии и квантовой электроники:

1. Fedotov, I. V., Doronina-Amitonova, L. V., Voronin, A. A., Levchenko, A. O., Zibrov, S. A., Sidorov-Biryukov, D. A. & Zheltikov, A. M. (2013). Electron spin manipulation and readout through an optical fiber. *Scientific reports*, 4, 5362-5362.
2. Yudin, V. I., Taichenachev, A. V., Sevostianov, D. I., Velichansky, V. L., Vasiliev, V. V., Zibrov, A. A. & Zibrov, S. A. (2013). Feedback spectroscopy of atomic resonances. *Physical Review A*, 87(6), 063806.
3. Vasil'ev, V. V., Velichanskii, V. L., Zibrov, S. A., Sivak, A. V., Brazhnikov, D. V., Taichenachev, A. V., & Yudin, V. I. (2011). Dual structure of saturated absorption resonance at an open atomic transition. *Journal of Experimental and Theoretical Physics*, 112(5), 770-779.

Выбор Института спектроскопии РАН (ИСАН) в качестве ведущей организации обусловлен тем, что данный институт проводит исследования, в том числе и по тематике диссертации. В институте проводились пионерские исследования по лазерному охлаждению. Основные публикации сотрудников ИСАН по тематике, близкой к тематике диссертации:

1. Балыкин, В. И. (2011). Ультрахолодные атомы и атомная оптика. *Успехи физических наук*, 181(8), 875-884.
2. Балыкин, В. И. (2011). АТОМНАЯ ОПТИКА И ЕЁ ПРИЛОЖЕНИЯ. *Вестник Российской академии наук*, 81(4), 291-315.
3. Kamchatnov, A. M., & Kartashov, Y. V. (2013). Oblique Breathers Generated by a Flow of Two-Component Bose-Einstein Condensates Past a Polarized Obstacle. *Physical review letters*, 111(14), 140402.

Диссертационный совет отмечает, на основании выполненных соискателем исследований:

1. Создана экспериментальная установка, на которой осуществлено лазерное охлаждение и захват более 10^9 атомов лития-7 в магнито-оптическую ловушку. Это вторая установка в стране по лазерному охлаждению атомов лития (установка с литием-6 была создана в ИФП РАН г. Н. Новгород), но первая в стране установка по лазерному охлаждению изотопа лития-7.
2. При помощи дополнительного пробного лазера впервые получена независимая информация о концентрации и количестве холодных атомов лития-7 в МОЛ на разных подуровнях основного состояния в зависимости от отстройки охлаждающего излучения и градиента магнитного поля.
3. Получена максимальная суммарная концентрация атомов в ловушке 10^{11} см^{-3} при отстройке охлаждающего излучения 20 МГц и градиенте магнитного поля 35 Гс/см.

4. Разработана новая неразрушающая методика исследования и диагностики энергетических спектров холодных высоковозбужденных атомов по регистрации изменения флуоресценции облака в МОЛ.

5. Впервые измерены энергии для различных nS -конфигураций в широком диапазоне значений главного квантового числа от $n = 38$ до $n = 165$, для холодных атомов лития-7.

6. С использованием развитой в работе методики получены значения порога ионизации, квантового дефекта S -состояния и оценена величина остаточного электрического поля в области возбуждения.

Новых понятий и терминов не вводилось.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что в работе получена новая спектроскопическая информация, которая хорошо согласуется с современными теоретическими представлениями. По измеренным значениям энергий различных конфигураций, можно рассчитать квантовый дефект и порог ионизации атома.

Практическая значимость работы обоснована тем, что предложенная в данной работе методика регистрации энергетических спектров высоковозбужденных атомов универсальна для всех атомов, которые можно захватить в МОЛ.

В работе разработана экспериментальная установка для дальнейших исследований ультрахолодной плазмы и газа высоковозбужденных атомов.

Результаты работы могут быть рекомендованы для использования в следующих организациях: Физическом институте им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН, г. Москва), Институте прикладной физики Российской академии наук (ИПФ РАН, г. Нижний Новгород), Институте космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН, г. Москва), Институте физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СО РАН, г. Новосибирск).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

исследования построены на известных проверяемых данных, фактах, общепризнанных законах. Результаты работы хорошо согласуются с теоретическими работами других авторов. Результаты опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях. Достоверность полученных результатов определяется сравнением значений порога ионизации и квантового дефекта, полученных с использованием измеренных в работе значений энергий, с самыми точными микроволновыми экспериментами и современными теоретическими

работами. Наблюдается отличное согласие с другими экспериментальными и теоретическими работами. Примечательным является тот факт, что в данной работе энергетические спектры измерялись принципиально другим способом. Разработанный в диссертационной работе метод диагностики не разрушает ридберговских состояний.

Личный вклад соискателя состоит в получении результатов изложенных в диссертации. Автор лично проводил большинство экспериментов описанных в диссертации. Содержание диссертации отражает персональный вклад автора в опубликованные работы. Анализ и интерпретация полученных экспериментальных данных проводились автором лично или при его непосредственном участии. Результаты были представлены лично диссертантом на российских и международных конференциях.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным пунктом 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.

На заседании 08 июня 2016 года диссертационный совет Д 002.110.02 принял решение присудить Саакяну С.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 31 человек, из них 11 докторов наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы и 13 докторов наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 25, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Зам. председателя диссертационного совета Д 002.110.02,
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.110.02
к.ф. - м.н.

Г.И. Канель
М.М. Васильев
М.П.



08.06.2016 г.