

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.023.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 14 октября 2019 г. № 70

О присуждении Федоровой Елене Сергеевне, гражданке Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование ультрахолодных атомов тулия в оптической решетке вблизи магической длины волны» по специальности 01.04.21 – «Лазерная физика» принята к защите 28 июня 2019 года, протокол № 66 диссертационного совета Д002.023.03, созданного 11 апреля 2012 года приказом № 105/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53.

Соискатель Федорова Елена Сергеевна, 1990 года рождения, в 2014 году с отличием окончила Факультет общей и прикладной физики Московского физико-технического института (МФТИ), защитив магистерскую дипломную работу. С 1 сентября 2014 года обучалась в аспирантуре МФТИ на кафедре квантовой радиофизики, являющейся базовой кафедрой МФТИ в ФИАН, по специальности 01.04.21 «Лазерная физика» и закончила её 16 июля 2018 года. Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана МФТИ в 2018 году. С ноября 2011 года по настоящее время Е.С. Федорова работает в Отделе спектроскопии Отделения оптики ФИАН, с 1 января 2017 года была зачислена по конкурсу на должность младшего научного сотрудника.

Диссертационная работа Е.С. Федоровой выполнена в Отделе спектроскопии Отделения оптики ФИАН.

Научный руководитель: член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук Колачевский Николай Николаевич, директор ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Пальчиков Виталий Геннадьевич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Главного метрологического центра Государственной службы времени и частоты (ГМЦ ГСВЧ (НИО-7)) Федерального государственного унитарного предприятия Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ);
2. Турлапов Андрей Вадимович, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией ультрахолодных квантовых систем Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук (ИПФ РАН)

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт спектроскопии Российской академии наук (ИСАН), город Москва, город Троицк, в своем положительном заключении, подписанном кандидатом физико-математических наук Афанасьевым Антоном Евгеньевичем, старшим научным сотрудником Лаборатории Лазерной спектроскопии Отдела Лазерной спектроскопии ИСАН, и доктором физико-математических наук Рябовым Евгением Артуровичем, главным научным сотрудником и исполняющим обязанности заведующего Отделом лазерной спектроскопии ИСАН, и утвержденном доктором физико-математических наук, профессором Задковым Виктором Николаевичем, директором ИСАН, указала, что соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических

наук.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 9 работ, из них 3 работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science. Результаты работы доложены на 6 российских и международных конференциях.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. E. Kalganova, O. Prudnikov, G. Vishnyakova, A. Golovizin, D. Tregubov, D. Sukachev, K. Khabarova, V. Sorokin, N. Kolachevsky / Two-temperature momentum distribution in a thulium magneto-optical trap // — Physical Review A. — 2017. — Vol. 96, no. 3 — p. 033418 1-6.

2. Е.С. Калганова, А.А. Головизин, Д.О. Шевнин, Д.О. Трегубов, К.Ю. Хабарова, В.Н. Сорокин, Н.Н. Колачевский / Захват атомов тулия в оптическую решетку усиливающего резонатора вблизи магической длины волны 814.5 нм // Квантовая электроника. — 2018. — Т. 48, № 5 — с. 415-418.

3. Е.С. Федорова, Д.О. Трегубов, А.А. Головизин, Г.А. Вишнякова, Д.А. Мишин, Д.И. Проворченко, К.Ю. Хабарова, В.Н. Сорокин, Н.Н. Колачевский / Оптическая накачка ультрахолодных атомов тулия на нижний уровень часового перехода и исследование процесса их деполяризации // Квантовая электроника, — 2019. — Т. 49, № 5 — с. 418-423.

На автореферат диссертации поступил отзыв от кандидата физико-математических наук Борисюка Петра Викторовича, доцента кафедры «Физико-технические проблемы метрологии» (№78) Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». В отзыве Борисюка П. В. отмечается, что актуальность работы не вызывает сомнений, так как на сегодняшний день оптические стандарты частоты по своим характеристикам превосходят микроволновые стандарты. В отзыве указано, что соискатель Е.С. Федорова заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических

наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием у них признанных достижений в области лазерного охлаждения и прецизионных измерений.

Диссертационный совет отмечает, что в диссертации исследованы особенности работы магнито-оптической ловушки (МОЛ) на спектрально-узком охлаждающем переходе, а также осуществлена загрузка атомов тулия в оптическую решетку и подготовка их внутренних состояний.

В работе получены следующие результаты:

1. Продемонстрирован двухтемпературный режим работы магнито-оптической ловушки (МОЛ), вызванный конкуренцией доплеровского и суб-доплеровского механизмов охлаждения при использовании спектрально-узкого охлаждающего перехода.
2. Продемонстрирована оптическая накачка атомов тулия в МОЛ на нижний по энергии магнитный подуровень основного состояния, обусловленная влиянием силы тяжести на работу МОЛ с использованием спектрально-узкого охлаждающего перехода.
3. Осуществлен перезахват атомов тулия из МОЛ в оптическую решетку, сформированную лазерным излучением на длине волны 814.5 нм с эффективностью, достигающей 60%. Из измерений частот параметрических резонансов и по спектру возбуждения часового перехода в атомах тулия в оптической решетке были получены оценки динамической поляризуемости атомов тулия на длине волны 814.5 нм.
4. Реализована оптическая накачка атомов тулия на центральный магнитный подуровень основного состояния линейно-поляризованным излучением с использованием двух типов переходов: $(J = 7/2; F = 4) \rightarrow (J = 9/2; F = 4)$ с длиной волны 530.7 нм и $(J = 7/2; F = 4) \rightarrow (J = 7/2; F = 4)$ с длиной волны 418.8 нм.
5. Исследована скорость уменьшения населенности центрального магнитного подуровня основного состояния. Показано, что при

концентрации атомов 10^{11} см⁻³ магнитное диполь-дипольное взаимодействие приводит к уменьшению населенности центрального магнитного подуровня основного состояния менее чем на 20% за 1 с и, таким образом, не накладывает ограничения на время опроса часового перехода.

Результаты работы Е.С. Федоровой оригинальны и научно обоснованы. Их достоверность подтверждается адекватным выбором экспериментальных методик, использованием современного оборудования и качественным согласием результатов с теоретическими предсказаниями. Все результаты получены лично автором либо при его непосредственном участии.

Научная новизна полученных результатов обусловлена тем, что двухтемпературный режим работы магнито-оптической ловушки экспериментально наблюдался впервые. Также в работе впервые продемонстрирована автоматическая оптическая накачка атомов тулия в МОЛ в режиме низкого насыщения и впервые измерена динамическая поляризуемость основного состояния атома тулия на длине волны 814.5 нм.

Практическая значимость работы связана с тем, что полученные результаты необходимы для создания оптического стандарта на основе атомов тулия.

В диссертационной работе решена задача загрузки атомов тулия в оптическую решетку на длине волны вблизи магической и исследования спектральных свойств локализованных атомов, что имеет важное значение для развития оптических стандартов частоты.

Результаты работы могут быть использованы в области прецизионных оптических измерений и создания новых стандартов частоты, а также в работах по лазерному охлаждению и пленению лантаноидов.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

На заседании 14 октября 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Е.С. Федоровой учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 23 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (01.04.21 – Лазерная физика), участвовавшие в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени - 23,
против присуждения учёной степени - 0,
недействительных бюллетеней - 0.

Заместитель председателя диссертационного совета,

д.ф.-м.н., профессор

Ионин Андрей Алексеевич

Учёный секретарь диссертационного совета,

д.ф.-м.н.

Золотько Александр Степанович

14 октября 2019 г.