

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.262.01 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 ноября 2022 г № 38

О присуждении Сошенко Владимиру Владимировичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Прецизионная спектроскопия сверхтонких переходов в азотно-вакансионных центрах в алмазе для квантовой сенсорики» по специальности 1.3.6 – «Оптика» принята к защите 4 июля 2022 года (протокол заседания № 29) диссертационным советом 24.1.262.01, созданным 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 Сошенко Владимир Владимирович, 19 января 1991 года рождения, в 2013 году с отличием окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» по направлению «Прикладные математика и физика». С 2014 по 2015 год работал в ООО «Фотонные Нано-Мета Технологии». С 2015 года обучался в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П. Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН) по направлению «Физика и астрономия» и закончил её

в 2019 году. С 2016 года является сотрудником ФИАН. В настоящее время работает в должности высококвалифицированного младшего научного сотрудника в Лаборатории оптики сложных квантовых систем Отделения оптики. Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана ФИАН в 2022 году.

Диссертационная работа В.В. Сошенко выполнена в Отделении оптики ФИАН.

Научный руководитель: Сорокин Вадим Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, специалист в области оптики и лазерной физики, работает в должности высококвалифицированного главного научного сотрудника в Отделе спектроскопии Отделения оптики ФИАН.

Научный консультант: Акимов Алексей Владимирович, кандидат физико-математических наук, специалист в области квантовой оптики, оптики твердого тела и лазерной физики, руководитель группы «Квантовые симуляторы и интегрированная фотоника» в ООО «Международный центр квантовых технологий», работает по совместительству в должности высококвалифицированного старшего научного сотрудника в Отделе спектроскопии Отделения оптики ФИАН.

Научный консультант был необходим в связи с междисциплинарным характером проведенных исследований, требующих компетенций в области физики твердого тела и квантовой сенсорики, в частности в области исследования центров окраски в алмазе. Квалификация научного консультанта подтверждена публикациями в международных высокорейтинговых журналах.

Официальные оппоненты:

1. Калачев Алексей Алексеевич, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, директор ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»»,
2. Кулик Сергей Павлович, доктор физико-математических наук, профессор, научный руководитель Центра Квантовых Технологий Федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Физико-технический институт имени А.Ф.Иоффе Российской академии наук», город Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном ведущим научным сотрудником лаборатории Атомной спектроскопии ФТИ им. А.Ф. Иоффе, доктором физико-математических наук, Вершовским Антоном Константиновичем, заведующим лабораторией Микроволновой спектроскопии кристаллов, главным научным сотрудником ФТИ им. А.Ф. Иоффе, доктором физико-математических наук Барановым Павлом Георгиевичем и утвержденном заместителем директора ФТИ им. А.Ф. Иоффе по научной работе, доктором физико-математических наук Брунковым Павлом Николаевичем, указала, что диссертация является законченным научным исследованием и удовлетворяет всем требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 26 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 7 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science, опубликовано 5 работ. Также были зарегистрированы 2 патента.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем В.В. Сошенко работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в статьях:

1. Nuclear Spin Gyroscope based on the Nitrogen Vacancy Center in Diamond / V. V. Soshenko, S. V. Bolshedvorskii, O. Rubinas, V. N. Sorokin, A. N. Smolyaninov, V. V. Vorobyov, A. V. Akimov // Phys. Rev. Lett. — 2021. — May. — Vol. 126, issue 19. — P. 197702.

2. Temperature drift rate for nuclear terms of the NV-center ground-state Hamiltonian / V. V. Soshenko, V. V. Vorobyov, S. V. Bolshedvorskii, O. Rubinas, I. Cojocar, B. Kudlatsky, A. I. Zeleneev, V. N. Sorokin, A. N. Smolyaninov, A. V. Akimov // Phys. Rev. B. — 2020. — Sept. — Vol. 102, issue 12. — P. 125133.

3. 3D Uniform Manipulation of NV Centers in Diamond Using a Dielectric Resonator Antenna / P. Kapitanova, V. V. Soshenko, V. V. Vorobyov, D. Dobrykh, S. V. Bolshedvorskii, V. N. Sorokin, A. V. Akimov // JETP Letters. — 2018. — Nov. — Vol. 108, no. 9. — P. 588—595.

4. Microwave Antenna for Exciting Optically Detected Magnetic Resonance in Diamond NV Centers / V. V. Soshenko, O. R. Rubinas, V. V. Vorobyov, S. V. Bolshedvorskii, P. V. Kapitanova, V. N. Sorokin, A. V. Akimov // Bulletin of the Lebedev Physics Institute. — 2018. — Авг. — Т. 45, № 8. — С. 237—240.

5. Measurement of the longitudinal relaxation time for the nitrogen nuclear spin in a nitrogen-vacancy colour centre of diamond / V. Soshenko, I. Cojocar, S. Bolshedvorskii, O. Rubinas, A. Smolyaninov, V. Vorobyov, V. Sorokin, A. Akimov // Quantum Electronics. — 2021. — Dec. — Vol. 51, no. 12. — P. 1144—1147.

Выбор Калачёва Алексея Алексеевича в качестве оппонента обоснован его высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в области квантовой оптики, в том числе исследования квантовой памяти на базе центров окраски в алмазе.

Выбор Кулика Сергея Павловича в качестве оппонента обоснован его высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в области квантовой оптики и атомной спектроскопии.

Выбор ведущей организации обоснован её репутацией признанного научного центра, проводящего исследования в области спектроскопии центров окраски.

Диссертация Сошенко В.В. посвящена исследованию стабильности сверхтонких переходов основного состояния отрицательно заряженного азотно-вакансионного центра окраски в алмазе (NV^- центра) в интересах развития квантовых сенсоров.

Актуальность темы диссертации подтверждается востребованностью квантовых технологий для развития высокоточных приборов нового поколения, в частности гироскопов.

На основании выполненных соискателем исследований были получены следующие основные результаты:

1. Исследованы температурные зависимости квадрупольного сдвига и продольной компоненты сверхтонкого расщепления основного состояния NV^- центра. Температурные коэффициенты составили 40 ± 2 Гц/К и 198 ± 11 Гц/К соответственно, в диапазоне температур 325..370 К.
2. Измерен сдвиг частоты запрещенного сверхтонкого перехода в NV^- центрах, вызванный вращением установки с алмазом в диапазоне угловых скоростей ± 100 градусов/секунду.
3. Исследована релаксация населенности сверхтонких подуровней NV^- центров. Время релаксации составило 44 секунды при магнитном поле 1 мТл и комнатной температуре.

Все результаты, представленные автором, являются новыми. Новизна обусловлена тем, что:

- Впервые измерены температурные коэффициенты величин квадрупольного и сверхтонкого взаимодействия для основного состояния NV^- центров.

- Впервые продемонстрирован вызванный вращением установки сдвиг частоты сверхтонкого перехода в NV^- центрах.

- Впервые измерено время продольной релаксации сверхтонких подуровней NV^- центров в поле 1 мТл.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что полученные в диссертации результаты могут быть использованы в разработках высокоточного и компактного гироскопа, используемого в составе инерциальных навигационных систем.

Полученные результаты могут быть применены рядом организаций, задействованных в разработке и производстве навигационного оборудования, а именно: ГК «РосТех», ООО "Гиrolаб", ПАО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания», АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт имени П. Н. Лебедева Российской академии наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, АО «Российские космические системы», Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук и других.

Достоверность результатов работы подтверждается согласием данных, полученных в ходе различных экспериментов с более поздними работами других авторов, а также тем, что результаты имеют простое качественное объяснение в рамках известных физических моделей квантовой оптики и атомной физики.

Все основные научные результаты, включенные в диссертацию Сошенко В.В., получены лично автором, либо при его непосредственном участии. В частности, автором была разработана методика измерения частот

сверхтонких переходов совместно с определением температуры алмазной пластины, новая методика измерения вызванного вращением сдвига частоты с исключением температурного дрейфа и компенсацией флуктуаций внешнего магнитного поля. Автором созданы экспериментальные установки, используемые в исследованиях температурной зависимости сверхтонких переходов, сдвига частоты, вызванного вращением, и измерении времени продольной релаксации. Автором были разработаны системы возбуждения сверхтонких и электронных магнитных переходов в ансамблях NV^- центров в алмазной пластине, в частности квазигельмгольцевский и двухчастотный резонаторы. Большая часть электроники, используемой для проведения экспериментов, была разработана и собрана автором. Управляющие программы для компьютера, микроконтроллеров и программируемой логики, используемых в эксперименте, были также разработаны автором. Сошенко В. В. произвёл все описанные эксперименты и произвел обработку полученных данных. Подготовка результатов к публикации проводилась совместно с соавторами.

В ходе защиты соискатель Сошенко В.В. аргументировано ответил на заданные ему вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации и оппонентов.

На заседании 14 ноября 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Сошенко В.В. учёную степень кандидата физико-математических наук за решение научной задачи по прецизионной спектроскопии сверхтонких переходов в азотно-вакансионном центре окраски и создание новых научно-технических решений в области квантовых сенсоров.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 20 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.6 – Оптика), участвовавшие в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение ученой степени – 20,

против присуждения ученой степени – 0,

недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета

член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н.

Колачевский Николай Николаевич

Ученый секретарь диссертационного совета

д.ф.-м.н.

Золотько Александр Степанович

14 ноября 2022 г.