

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 19 декабря 2022 г № 39

О присуждении Большедворскому Степану Викторовичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование центров окраски в наноалмазах и их агрегатах» по специальности 1.3.19 – «Лазерная физика» принята к защите 18 октября 2022 года (протокол заседания № 36) 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 Большедворский Степан Викторович, 12 сентября 1993 года рождения, в 2017 году с отличием окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» (МФТИ) по направлению «Прикладные математика и физика». С 2017 года обучался в аспирантуре МФТИ по направлению «Физика и астрономия» и закончил её в 2021 году. Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана МФТИ в 2022 году. С 2015 года является сотрудником ФИАН. В настоящее время работает в должности

высококвалифицированного младшего научного сотрудника в Лаборатории оптики сложных квантовых систем Отделения оптики.

Диссертационная работа С.В. Большедворского выполнена в Отделении оптики ФИАН.

Научный руководитель: Колачевский Николай Николаевич, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, специалист в области прецизионной спектроскопии и лазерной физики, работает в должности директора ФИАН.

Научный консультант: Акимов Алексей Владимирович, кандидат физико-математических наук, специалист в области атомной физики и фотоники, руководитель группы «Квантовые симуляторы и интегрированная фотоника» в ООО «Международный центр квантовой оптики и 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. Колачев Алексей Алексеевич, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, директор ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»»,
2. Бабунц Роман Андреевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории микроволновой спектроскопии кристаллов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук»

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» (МГУ), город Москва, в своем положительном отзыве, подписанном доктором физико-математических наук Куликом Сергеем Павловичем, научным руководителем Центра квантовых технологий МГУ, и утвержденном доктором физико-математических наук Федяниным Андреем Анатольевичем, проректором, начальником Управления научной политики МГУ, указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой 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 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации опубликовано 3 работы, индексируемые в базе данных Web of Science.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем Большедворским С.В. работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в статьях:

1. Bolshedvorskii S.V., Vorobyov V.V., Soshenko V.V., Shershulin V.A., Javadzade J., Zeleneev A.I., Komrakova S.A., Sorokin V.N., Belobrov P.I., Smolyaninov A.N., Akimov A.V., Single bright NV centers in aggregates of detonation nanodiamonds, Optical Materials Express, Vol. 7, No. 11, pp. 4038-4049 (2017)
2. Bolshedvorskii S.V., Zeleneev A.I., Vorobyov V.V., Soshenko V.V., Rubinas O.R., Zhulikov L.A., Pivovarov P.A., Sorokin V.N., Smolyaninov A.N., Kulikova L.F., Garanina A.S., Lyapin S.G., Agafonov V.N., Uzbekov R.E., Davydov V.A., Akimov A.V., Single

Silicon Vacancy Centers in 10 nm Diamonds for Quantum Information Applications, ACS Applied Nano Materials, Vol. 2, No. 8, pp. 4765-4772 (2019)

3. Zeleneev A.I., Bolshedvorskii S.V., Soshenko V.V., Rubinas O.R., Garanina A.S., Lyapin S.G., Agafonov V.N., Uzbekov R.E., Kudryavtsev O.S., Sorokin V.N., Smolyaninov A.N., Davydov V.A., Akimov A.V., Nanodiamonds with SiV colour centres for quantum technologies, Quantum Electronics, Vol. 50, No 3, pp. 299-304 (2020)

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 Бабунца Романа Андреевича в качестве оппонента обоснован его высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в области микроволновой спектроскопии кристаллов, в том числе центров окраски в алмазе и карбиде кремния.

Выбор ведущей организации обоснован её репутацией признанного научного центра, проводящего исследования в области квантовой оптики.

Диссертационная работа Большедворского С.В. посвящена исследованию центров окраски азот-вакансия в детонационных наноалмазах и кремний-вакансия в наноалмазах, синтезированных методом высоких давлений и высоких температур из органических компонент.

Актуальность темы диссертации подтверждается широким применением центров окраски в алмазе в современных физических исследованиях и инженерных разработках, в частности, для создания новых типов квантовых сенсоров, эффективных источников одиночных фотонов.

Основные научные результаты, полученные автором работы, состоят в следующем:

1. При комнатной температуре максимальный световой поток от одиночных NV центров окраски в детонационных наноалмазах в 2.16 раза больше, чем в наноалмазах, полученных дроблением синтетического алмаза.
2. Проведены измерения свойств электронного спина в основном состоянии NV центра в детонационных наноалмазах. Определены времена поперечной релаксации T_2^* и когерентности T_2 для электронного спина NV центра, которые составили $0.9 \div 1.3$ мкс и $3 \div 5$ мкс, соответственно.
3. На основе полученных экспериментальных данных, сделана оценка вероятности нахождения одиночного NV центра в одиночном кристалле детонационного наноалмаза. Вероятность составила 0.0015%.
4. Проведены измерения люминесцентных свойств SiV центров в наноалмазах, полученных при синтезе из органических компонент методом высоких давлений и высоких температур. Определено положение бесфононной линии для SiV центров, которое находится на длине волны 738.06 нм со среднеквадратичным отклонением положения 0.38 нм. Ширина контура бесфононной линии при комнатной температуре составила 5.9 нм со среднеквадратичным отклонением 0.8 нм.
5. На основе полученных экспериментальных данных, сделана оценка вероятности нахождения одиночного SiV центра в одиночных кристаллах наноалмазов, полученных при синтезе из органических компонент методом высоких давлений и высоких температур. Вероятность составила 0.15%.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Впервые произведено количественное сравнение максимального светового потока от одиночных NV центров окраски в агрегатах детонационных наноалмазов и одиночных NV центров в наноалмазах, полученных дроблением синтетического алмаза.

2. Впервые измерены время поперечной релаксации T_2^* и время когерентности T_2 электронного спина одиночных NV центров окраски в агрегатах детонационных наноалмазов при комнатной температуре.
3. Впервые измерены распределения ширины и положения бесфононной линии спектра люминесценции SiV центров окраски в наноалмазах размером около 10 нм, синтезированных методом высоких давлений и высоких температур из органических компонент.

Значимость, полученных соискателем результатов исследования, подтверждается тем, они могут быть использованы в работах по созданию высокоэффективных источников одиночных фотонов и квантовых линий связи.

Полученные результаты могут быть использованы целым рядом научно-технических организаций, которые занимаются разработками в области квантовых технологий: ГК Росатом, ОАО «Российские железные дороги», ГК Ростех, Московский физико-технический институт, Московский государственный университет, Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт», Объединённый институт ядерных исследований, Физический институт им. П.Н. Лебедева, Международный центр квантовой оптики и квантовых технологий.

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 Большедворского С.В., получены лично автором, либо при его непосредственном участии. В частности, автором лично собрана экспериментальная установка, представляющая из себя самодельный конфокальный микроскоп. Проведены исследования люминесцентных и когерентных свойств NV центров окраски в агрегатах детонационных

наноалмазов, люминесцентных свойств SiV центров в наноалмазах, полученных при синтезе из органических компонент методом высоких давлений и высоких температур. Автором лично проведен анализ и обработка экспериментальных данных. Подготовка публикаций полученных результатов проводилась совместно с соавторами, причём вклад диссертанта был определяющим.

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

На заседании 19 декабря 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Большедворскому С.В. учёную степень кандидата физико-математических наук за решение научной задачи по спектроскопии центров окраски азот-вакансия в агрегатах детонационных наноалмазах и кремний вакансия в наноалмазах, полученных при синтезе из органических компонент.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 18 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.19 – «Лазерная физика»), участвовавшие в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение ученой степени – 18,
против присуждения ученой степени – 0,
недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета
д.ф.-м.н., профессор

Ионин Андрей Алексеевич

Ученый секретарь
диссертационного совета
д.ф.-м.н.

Золотько Александр Степанович

19 декабря 2022 г.