

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 1 июня 2026 г № 7

О присуждении Мелякову Сергею Романовичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Когерентная спиновая динамика носителей заряда и экситонов в нанокристаллах свинцово-галогенидных перовскитов» по специальности 1.3.8 — Физика конденсированного состояния принята к защите 23 марта 2026 года, (протокол заседания № 3) 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 Меляков Сергей Романович, 18 июля 2000 года рождения, в 2022 году с отличием окончил бакалавриат, а в 2024 году магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» по направлению «Прикладные математика и физика». С 2024 года обучался в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П. Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН) по направлению «Физика и астрономия». Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана ФИАН в 2025 году. С 2021 года является сотрудником ФИАН. В

настоящее время работает в должности высококвалифицированного младшего научного сотрудника в Лаборатории спиновой физики двумерных материалов.

Диссертационная работа С. Р. Мелякова выполнена в Отделении физики твёрдого тела ФИАН.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук Яковлев Дмитрий Робертович, ведущий научный сотрудник Отделения физики твёрдого тела Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П. Н. Лебедева Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

1. Корнев Владимир Львович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории спиновых и оптических явлений в полупроводниках Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук;
2. Макаров Сергей Владимирович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник физического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твёрдого тела имени Ю. А. Осипьяна Российской академии наук (ИФТТ РАН), Московская область, город Черноголовка, в своем положительном отзыве, подписанном членом-корреспондентом РАН, доктором физико-математических наук Кулаковским Владимиром Дмитриевичем, главным научным сотрудником лаборатории неравновесных электронных процессов ИФТТ РАН, и утвержденном ВРИО директора ИФТТ РАН, доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН Левченко Александром Алексеевичем, указала, что

диссертация является завершённым научным исследованием. Результаты и положения, выносимые на защиту, хорошо объяснены и полностью обоснованы. Автореферат соответствует содержанию и точно передаёт результаты данной диссертации. Диссертация отвечает всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2023 г, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 6 работ в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем С. Р. Меляковым работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в статьях:

1. Meliakov S. R. Coherent spin dynamics of electrons in CsPbBr₃ perovskite nanocrystals at room temperature / S. R. Meliakov, E. A. Zhukov, E. V. Kulebyakina, V. V. Belykh, D. R. Yakovlev // *Nanomaterials*. — 2023. — Vol. 13, no. 17. — P. 2454.
2. Meliakov S. R. Temperature dependence of the electron and hole Landé *g*-factors in CsPbI₃ nanocrystals embedded in a glass matrix / S. R. Meliakov, E. A. Zhukov, V. V. Belykh, M. O. Nestoklon, E. V. Kolobkova, M. S. Kuznetsova, M. Bayer, D. R. Yakovlev // *Nanoscale*. — 2024. — Vol. 16, no. 46. — P. 21496–21505.
3. Meliakov S. R. Hole spin precession and dephasing induced by nuclear hyperfine fields in CsPbBr₃ and CsPb(Cl,Br)₃ nanocrystals in a glass matrix / S. R. Meliakov, V. V. Belykh, E. A. Zhukov, E. V. Kolobkova, M. S.

Kuznetsova, M. Bayer, D. R. Yakovlev // Physical Review B. — 2024. — Vol. 110, no. 23. — P. 235301.

4. Meliakov S. R. Land'e g-factors of electrons and holes strongly confined in CsPbI₃ perovskite nanocrystals in glass / S. R. Meliakov, E. A. Zhukov, V. V. Belykh, M. O. Nestoklon, E. V. Kolobkova, M. S. Kuznetsova, M. Bayer, D. R. Yakovlev// Nanoscale. — 2025. — Vol. 17, no 11. — P. 6522–6529.

5. Meliakov S. R. Hyperfine interaction of electrons confined in CsPbI₃ nanocrystals with nuclear spin fluctuations / S. R. Meliakov, E. A. Zhukov, V. V. Belykh, K. V. Kavokin, M. O. Nestoklon, E. V. Kolobkova, M. S. Kuznetsova, M. Bayer, D. R. Yakovlev// Physical Review B. — 2026. — Vol. 113, no. 3. — P. 035304.

На автореферат диссертации поступили отзывы от доктора физико-математических наук Шамирзаева Тимура Сызгировича, ведущего научного сотрудника лаборатории физики и технологии гетероструктур Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики полупроводников им. А. В. Ржанова Сибирского отделения РАН и кандидата физико-математических наук Кузнецовой Марии Сергеевны, старшего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет». В отзыве Шамирзаева Т. С. отмечается, что актуальность работы обусловлена возможностью изучения фундаментальных свойств новых материалов и перспективностью применения перовскитов для создания высокоэффективных устройств оптоэлектроники. В отзыве указано, что соискатель С. Р. Меляков заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук. В отзыве Кузнецовой М. С. отмечено что полученные результаты имеют прямое значение для разработки источников одиночных фотонов, устройств спинтроники и спиновых кубитов на основе перовскитных нанокристаллов. В отзывах Шамирзаева Т. С. и Кузнецовой М. С.

указано, что соискатель С. Р. Меляков заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в области физики полупроводников, спиновой физики и физики и технологии материалов на основе перовскитов, а ведущей организации – ее репутацией признанного научного центра, проводящего исследования в области оптики и спиновой физики полупроводниковых систем.

Диссертация С. Р. Мелякова посвящена исследованию когерентной спиновой динамики носителей заряда и экситонов в нанокристаллах свинцово-галогидных перовскитов. Используемые в данной работе методы позволили автору получить детальную информацию о временах спиновой дефазировки, g -факторах носителей заряда и экситонов, взаимодействии с ядерной спиновой системой, а также тонкой структуре светлого экситона. Актуальность темы исследований подтверждается широким практическим интересом к оптическим и оптоэлектронным свойствам свинцово-галогидных перовскитов, а также фундаментальным интересом к их зонной структуре и спиновым свойствам.

Соискателем в результате диссертационного исследования были получены следующие основные результаты:

1. Показано, что в нанокристаллах CsPbBr_3 и $\text{CsPb}(\text{Cl},\text{Br})_3$ дырочная спиновая динамика наблюдается в том числе при комнатной температуре, что говорит о слабости механизмов спиновой релаксации в данных системах.
2. Обнаружены сильные зависимости электронного и дырочного g -факторов от размера нанокристаллов. Перенормировка электронного g -фактора объясняется в рамках модели, учитывающей смешение различных состояний внутри зоны проводимости при увеличении энергии размерного квантования. Экспериментально показанное увеличение дырочного g -фактора при уменьшении размера

нанокристаллов оказывается заметно сильнее, чем предсказывает модель.

3. Показано взаимодействие носителей заряда с флуктуациями ядерного спина, которое проявляется в виде спиновой прецессии в нулевом магнитном поле и ускорения спиновой дефазировки во внешнем магнитном поле. Для электронов в зоне проводимости нанокристаллов CsPbI_3 показано, что сверхтонкое взаимодействие происходит в основном с ядрами йода. Соответствующая константа сверхтонкого взаимодействия оценена в 190 мкэВ.
4. Продемонстрированы квантовые биения между триплетными состояниями тонкой структуры светлого экситона в нанокристаллах CsPbI_3 . Определены расщепления тонкой структуры, составляющие от нескольких сотен мкэВ до нескольких мэВ. Показано, что данные расщепления зависят от размера нанокристаллов и температуры.

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

- Впервые проведено детальное исследование спиновой динамики в нанокристаллах свинцово-галогенидных перовскитов в диапазоне температур от 5 К до 300 К и для широкого диапазона размеров нанокристаллов от 5 нм до 16 нм.
- Впервые в перовскитных системах обнаружена спиновая прецессия электронов и дырок в сверхтонких полях ядерных флуктуаций. Впервые в твердом теле проведена оценка константы сверхтонкого взаимодействия электрона с ядром йода.
- Впервые наблюдались квантовые биения светлого экситона в динамике фарадеевского вращения с временным разрешением, что позволило разрешить тонкую структуру светлого экситона для ансамбля нанокристаллов.

Результаты, представленные в диссертации С. Р. Мелякова, углубляют знания об оптических и спиновых свойствах новых низкоразмерных материалов на основе свинцово-галлоидных перовскитов. Полученные данные важны для создания устройств, требующих когерентный контроль спиновых состояний, а также источников и детекторов света для реализации протоколов квантовой передачи информации, что определяет практическое значение результатов диссертации.

Полученные результаты могут быть применены в таких организациях как Институт физики твердого тела им. Ю.А. Осипьяна РАН, Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН, Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Институт физики микроструктур РАН, Институт физики полупроводников им. А. В. Ржанова РАН.

Достоверность результатов работы подтверждается использованием современного экспериментального оборудования, применением отлаженных экспериментальных методик, а также согласием данных, полученных разными экспериментальными методами. Справедливость части данных также подтверждается сравнением с теоретическими моделями и расчётами.

Все основные научные результаты, включенные в диссертацию С. Р. Мелякова, получены лично автором, либо при его непосредственном участии. В частности, соискатель принимал активное участие в создании экспериментальной установки накачка-зондирование. Все представленные в диссертации экспериментальные результаты по спиновой динамике были получены С. Р. Меляковым. Также автор активно участвовал в обработке и интерпретации, полученных данных. С. Р. Меляков внёс решающий вклад в подготовку публикаций по материалам диссертации.

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

На заседании 1 июня 2026 года диссертационный совет принял решение присудить С. Р. Мелякову учёную степень кандидата физико-математических наук за решение научной задачи по определению спиновых свойств носителей заряда и экситонов в нанокристаллах свинцово-галогенидных перовскитов.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.8 — Физика конденсированного состояния), участвовавшие в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени - 19,
против присуждения учёной степени - 0,
недействительных бюллетеней - 0.

Председатель диссертационного совета
академик РАН, д.ф.-м.н.

Колачевский Николай Николаевич

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

Золотько Александр Степанович

1 июня 2026 г.