

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА АУ 02.01

федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования и науки
«Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет
имени Ж. И. Алферова Российской академии наук»

ПО ДИССЕРТАЦИИ

НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 01 октября 2026 года № 13

О присуждении Соломонову Никите Александровичу (гражданину Российской Федерации) ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование эмиссии фотонов из туннельного контакта с оптическими наноантеннами или полупроводниковыми волноводами при неупругом туннелировании электронов» по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния принята к защите 08 июля 2026 года (протокол № 9 заседания диссертационного совета АУ 02.01 федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования и науки «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж. И. Алферова Российской академии наук», 194021, г. Санкт-Петербург, ул. Хлопина, д. 8, корп. 3, литер А, Приказ № 305/1 от 22 ноября 2024 г.).

Соискатель, Соломонов Никита Александрович, 06 мая 1999 года рождения. В 2022 году окончил магистратуру ФГБУ ВОиН «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж.И. Алферова Российской академии наук» по направлению подготовки 11.04.04 – Электроника и наноэлектроника. В 2026 году окончил аспирантуру ФГБУ ВОиН «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж. И. Алферова Российской академии наук» по научной специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

В настоящее время соискатель работает лаборантом в лаборатории возобновляемых источников энергии ФГБУ ВОиН СПбАУ РАН им. Ж.И. Алферова.

Диссертация выполнена в лаборатории возобновляемых источников энергии ФГБУ ВОиН СПбАУ РАН им. Ж.И. Алферова.

Научный руководитель:

Мухин Иван Сергеевич, доктор физико-математических наук, профессор, проректор по науке, заведующий лабораторией возобновляемых источников энергии ФГБУ ВОиН «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж. И. Алферова Российской академии наук».

Официальные оппоненты:

Чернов Александр Игоревич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией физики магнитных гетероструктур и спинтроники для энергосберегающих информационных технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)». Оппонент дал **положительный отзыв**, который содержит следующие замечания:

1. В работе показано, что локальные максимумы светимости в нанонитях р-GaP:Be связаны с наличием вставок псевдопрямозонной вюрцитной фазы (WZ). Вместе с

тем в тексте не обсуждается возможность управляемого формирования таких вставок. Поскольку в процессе эпитаксиального роста появление дефектов упаковки часто носит стохастический характер, возможно ли технологически контролировать их положение и протяженность? И как, с учетом этой структурной случайности, принципиально обеспечить предсказуемую и воспроизводимую эмиссию от устройства к устройству, что критически важно для масштабируемой интегральной фотоники?

2. Представляет несомненный интерес заявленная в работе возможность интеграции исследуемых наноисточников в реальные фотонные схемы. Однако текущая экспериментальная конфигурация опирается на субнанометровый туннельный зазор, прецизионно поддерживаемый зондом СТМ. Уместным является более детальный анализ перспектив масштабирования и перехода от СТМ-конфигурации к планарным твердотельным структурам. Необходимо уточнить, не является ли технологическая трудоемкость создания стабильного монолитного туннельного зазора (без применения активной пьезо-обратной связи) фундаментальным барьером для их последующей практической интеграции.

3. Связь максимумов светимости со вставками вюрцитной фазы установлена на основании совокупности независимых СТМ-Л и структурных измерений. Насколько технически реализуем прямой эксперимент по сопоставлению кристаллической структуры и светимости на одном и том же нанокристалле? Кроме того, при исследовании локальных аномалий на высоких токах, как удастся надежно отделить истинно квантовые эффекты от паразитных явлений, таких как локальный джоулев нагрев и возможная термомеханическая деградация наноконтакта?

Кравцов Василий Андреевич, PhD по физике (признаваемый в Российской Федерации, область исследований соответствует научной специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния), ведущий научный сотрудник физического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО». Оппонент дал **положительный отзыв**, который содержит следующие **замечания**:

1. В главе 2 (стр. 44), значения ВКЭ рассчитываются путем нормировки оптического сигнала на значения тока обратной связи. Такой подход оправдан, если измеряемый оптический сигнал строго пропорционален току обратной связи и не проявляет дополнительной зависимости от расстояния между зондом и образцом для постоянного значения тока. Проверялось ли такое поведение экспериментально? Каким образом при этом исключается вклад темновых отсчетов из оптического сигнала?

2. В главе 3 (стр. 56) обсуждаются решеточные резонансы массива наноантенн, но не указывается диапазон углов падения света для измерений FTIR в сравнении с углами сбора в установке СТМ-Л. Известно, что такие резонансы имеют существенную дисперсию, т.е. зависимость энергии от угла падения света. Может ли разница в экспериментальных конфигурациях объяснять тот факт, что в экспериментах не удалось зафиксировать СТМ-Л сигнал в ближнем ИК диапазоне (стр. 65)? Потенциально, в изучаемых структурах могут поддерживаться решеточные резонансы высших порядков в видимом диапазоне. Может ли возникновение «аномального» режима СТМ-Л (стр. 69) быть связано с возбуждением решеточных мод второго порядка с волновыми векторами, соответствующими геометрии сбора оптического сигнала? Какова основная гипотеза возникновения «аномального» режима?

3. В главе 4 (стр. 92) обсуждается «след» на Ni подложке, обнаруженный после перемещения ННК в другую область образца. Чем объясняются необычайно большие значения высоты «следа» (около 30 нм при общей высоте ННК 150 нм), представленные на Рис. 37(г)?

4. В главе 5 (стр. 112–113) обсуждаются результаты измерений СТМ-Л для GaP:Be и GaP:Si ННК и делается вывод о различиях в пространственном распределении

оптического сигнала, связанных с различными механизмами люминесценции. Однако, из-за значительных артефактов в СТМ топографии для GaP:Be ННК сложно оценить, насколько существенны различия в пространственных распределениях сигналов. Фактически, на обоих графиках (б) и (д) наблюдается излучение сигнала по всей длине ННК с локальными флуктуациями количества отсчетов. В тексте также упоминается «локализованный в области торца ННК сигнал СТМ-Л от GaP:Be ННК» — необходимо пояснить, какая особенность имеется в виду, поскольку из представленных графиков это не очевидно.

5. В положении 1 (стр. 11), антенны называются параболическими; однако в тексте диссертации речь идет о полусферической геометрии, которая в расчетах описывается эллипсоидом. На стр. 28 вместо термина «связанное состояние в континууме» используется некорректный термин «состояние, связанное с континуумом». Для аббревиатуры ЛНТЭ не представлена полная расшифровка. На нескольких рисунках отсутствуют подписи для величин, соответствующих осям либо цветовым шкалам графиков, например, Рис. 17(в), Рис. 19 (б, в), Рис. 49. На Рис. 41 для временной оси некорректно указаны единицы «нм». На стр. 103–104 термин «вектор Пойнтинга» используется с опечаткой и с единицами измерения «Вт/м» вместо «Вт/м²». В тексте присутствует несколько дополнительных опечаток.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)», г. Санкт-Петербург, в своем **положительном отзыве**, подписанном Зубковым Василием Ивановичем, доктором физико-математических наук, профессором кафедры микро- и наноэлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Комковым Олегом Сергеевичем, доктором физико-математических наук, доцентом, заведующим кафедрой микро- и наноэлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ», и Александровой Ольгой Анатольевной, кандидатом физико-математических наук, доцентом, ученым секретарем кафедры микро- и наноэлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ», **указала, что** диссертационная работа представляет собой завершенное научное исследование, выполненное на высоком уровне и посвященное актуальной задаче современной физики конденсированного состояния, нанофотоники и оптоэлектроники. Полученные соискателем результаты характеризуются существенной научной новизной и вносят вклад в развитие физических представлений об электрон-фотонном преобразовании в туннельных контактах и в разработку наноразмерных электрически управляемых источников оптического излучения. Сформулированные в работе научные положения обоснованы и подтверждены совокупностью экспериментальных и теоретических данных. На основании изложенного в отзыве сделан вывод о том, что диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней в ФГБУ ВОиН «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж. И. Алферова Российской академии наук», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Соломонов Никита Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния. В отзыве ведущей организации содержатся следующие **замечания**:

1. По научному положению № 1. В роли широкополосного перестраиваемого источника фотонов с электрическим возбуждением в представленной работе выступает не исключительно массив золотых параболических наноантенн, но его комплекс с зондом сканирующего туннельного микроскопа. В Заключении автор формулирует этот вывод более корректно.

2. В диссертации в качестве одного из преимуществ отмечается масштабируемость метода фемтосекундной лазерной печати при изготовлении массивов наноантенн. Следовало бы проанализировать влияние неизбежного статистического

разброса геометрии формируемых наноантенн на воспроизводимость предложенной технологии с точки зрения удовлетворения конкретных критериев.

3. В работе продемонстрирована возможность возбуждения и перестройки спектральных характеристик излучения наноантенн и нитевидных нанокристаллов за счет изменения напряжения туннельного контакта в условиях сверхвысокого вакуума. Вместе с тем для реального применения подобного перспективного прибора было бы полезно исследовать возможность перехода от СТМ-конфигурации с вакуумным зазором к возбуждению источника фотонов вне дорогостоящей вакуумной камеры.

4. В GaP ННК р-типа автором наблюдались участки с повышенной интенсивностью сигнала, обусловленные наличием областей с псевдопрямоугольной структурой, что позволило ему сделать вывод о перспективе таких МИП-структур в качестве наноразмерных электроуправляемых источников фотонов. Насколько может быть воспроизводима такая вюрцитная кристаллическая фаза при изготовлении серии образцов?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, научными достижениями и наличием публикаций в области исследований, соответствующей теме диссертации, а также способностью квалифицированно определить научную и практическую ценность диссертационной работы. Официальные оппоненты и ведущая организация не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Соискателем опубликовано 16 научных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 статей, входящих в международные базы цитирования Web of Science и/или Scopus, получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Список публикаций по теме диссертации:

1. Lebedev D. V., Solomonov N. A. et al. Femtosecond laser-printed gold nanoantennas for electrically driven and bias-tuned nanoscale light sources operating in visible and infrared spectral ranges // *The Journal of Physical Chemistry Letters*. 2023. Т. 14, № 22. С. 5134–5140. DOI: 10.1021/acs.jpcclett.3c00650.

2. Lebedev D. V., Solomonov N. A. et al. Electrically-Driven Light Source Embedded in a GaP Nanowaveguide for Visible-Range Photonics on Chip // *Advanced Optical Materials*. 2024. Т. 12, № 25. Ст. 2400581. DOI: 10.1002/adom.202400581.

3. Solomonov N. A. et al. NW-based sample preparation for ultrahigh vacuum STM imaging // *Nanotechnology*. 2025. Т. 36, № 19. Ст. 195701. DOI: 10.1088/1361-6528/adc698.

4. Solomonov N. A. et al. Luminescence enhancement in inelastic tunnelling of electrons by changing the geometry of the tunnelling contact // *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Physics and Mathematics*. 2024. Т. 17, № 3.2. С. 236–240. DOI: 10.18721/JPM.173.247.

5. Solomonov N. A. et al. STM visualization of local density of optical states of gold nanoantennas with sub-diffraction resolution // *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Physics and Mathematics*. 2025. Т. 18, № 3.2. С. 96–100. DOI: 10.18721/JPM.183.218.

6. Программный модуль «Автоматизированная обработка мультисканальных экспериментальных данных сканирующей туннельной микроскопии»: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2024689995 Российская Федерация / Соломонов Н. А. — 2024.

На диссертацию и автореферат **поступили положительные отзывы:**

1. **Ларин Артем Олегович**, научный сотрудник физического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО». Отзыв содержит замечания:

1) Каков ожидаемый вклад разброса геометрических параметров нанополупроводников, изготовленных методом фемтосекундной лазерной печати, в положение и ширину наблюдаемых оптических резонансов? Как можно отличить коллективный резонанс решетки от локального плазмонного резонанса в отдельных нанополупроводниках, который просто сдвинулся в ИК из-за геометрии антенны?

2) Каким оптическим модам соответствуют резонансы, спектры которых продемонстрированы на Рис. 2а? Какова причина отсутствия мод 1-го и 3-го порядков? Как зонд СТМ влияет на формирование оптических резонансов и как учитывается геометрия зонда при формировании излучения?

3) Как предполагается реализовать обсуждаемый источник излучения на ФИС, если для его работы требуется низкий вакуум? Как температура влияет на процесс излучения?

4) На Рис. 4в показан результат оценки квантовой эффективности эмиссии фотонов при неупругом туннелировании электронов. Как такое значение эффективности ($\sim 10^{-7}$) согласуется с идеей интегрирования источника излучения на ФИС?

2. Родионов Илья Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, директор по науке кластера «Квантум Парк» Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана. Отзыв содержит **замечания**:

1) Ключевым аргументом в пользу выбранных структур является «совместимость с массовыми технологиями изготовления», однако оба исследованных источника изготовлены в конфигурации «СТМ-зонд/вакуумный зазор/образец». Из автореферата неясно, какой видится путь переноса результатов в планарный туннельный контакт с твердотельным диэлектрическим барьером и верхним электродом, и в какой мере характеристики, полученные с зондом СТМ, будут сохраняться в новой геометрии. Проводились ли оценки или моделирование планарного варианта?

2) Фемтосекундная лазерная печать нанополупроводников заявлена как простая и легко масштабируемая технология, но в автореферате не приведены данные о разбросе геометрических параметров (диаметра, высоты, толщины стенки) по массиву и между образцами, а также о доле дефектных нанополупроводников. Насколько чувствительны положения плазмонных и решеточных резонансов к этому разбросу и на скольких нанополупроводниках и образцах воспроизведены особенности СТС при 0,66 и 0,75 В, использованные для отождествления решеточных мод?

3) Метод механического переноса ННК («сцарапывание») на Ni-пленку является центральным технологическим результатом главы 4, однако критерий в таблице 1 носит преимущественно качественный характер. Каково число независимо подготовленных образцов для каждой ячейки таблицы, какова доля ННК, пригодных для стабильных СТМ-измерений (выход годных) и какова воспроизводимость плотности перенесенных ННК между образцами? Учтено ли влияние естественного окисления Ni на воздухе до загрузки в сверхвысокий вакуум?

4) Образование проводящего слоя на границе Ni–GaP, повышающего адгезию, установлено косвенно по остаточным «отпечаткам» после смещения ННК (рис. 5г). Проводилась ли прямая характеристика состава этого слоя (например, СЭМ/ПЭМ поперечного сечения)?

5) Отдельные редакционные замечания: на рис. 7 (в, г) ось времени подписана «нм» вместо «нс», а ссылка [13] («The Light at the End of the Tunnel», ACG Case Reports Journal) относится к медицинскому изданию и, по-видимому, попала в список по ошибке.

3. Анкудинов Александр Витальевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физико-химических свойств полупроводников Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук». Отзыв **не содержит замечаний**.

4. **Гасумянц Виталий Эдуардович**, доктор физико-математических наук, профессор, профессор Высшей инженерно-физической школы Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». Отзыв содержит **замечания**:

1) В автореферате не приведены данные о качестве массивов плазмонных наноструктур, в частности о степени нарушения периодичности распределения полусферических наноантенн и дисперсии их геометрических параметров. Поставлен вопрос о воспроизводимости геометрических параметров при фемтосекундной лазерной печати и влиянии их разброса на характеристики оптического излучения.

2) При исследовании нитевидных нанокристаллов GaP проводилась предварительная отбраковка синтезированных образцов для последующих оптических измерений. Поставлен вопрос о критериях такого отбора и процентном выходе структур требуемого качества.

3) В работе предложены и исследованы два типа структур для реализации электроуправляемого источника фотонов - туннельный контакт металл–вакуум–металл с плазмонными наноантеннами и металл–вакуум–полупроводник с нитевидными нанокристаллами GaP. Поставлен вопрос о сравнении характеристик этих источников и их перспективности для практического применения.

В полученных отзывах указано, что содержание автореферата полностью отражает суть проведенного диссертационного исследования, посвященного процессам эмиссии фотонов при неупругом туннелировании электронов в металлических и полупроводниковых наноструктурах. В автореферате в достаточной степени раскрыты актуальность исследуемой проблемы, научная новизна полученных результатов, их достоверность, теоретическая и практическая значимость. Авторы отзывов отмечают комплексный характер проведенных исследований, использование современных методов сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии с регистрацией оптического излучения, оптической спектроскопии, электронной микроскопии и численного моделирования, а также перспективность полученных результатов для разработки наноразмерных электроуправляемых источников излучения и элементов интегральной фотоники. Авторы отзывов отмечают, что приведенные ими замечания и вопросы носят дискуссионный характер, не снижают научной ценности и общей положительной оценки диссертационной работы, а соискатель, Соломонов Никита Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан комплекс экспериментальных и программных методик исследования эмиссии фотонов при неупругом туннелировании электронов, включающий синхронизированную регистрацию оптического сигнала из туннельного контакта при записи СТМ-топографии (СТМ-Л) и туннельных спектров (СТС-Л), а также автоматизированную обработку мультиканальных данных;

предложен подход к реализации наноразмерных электрически управляемых источников фотонов на основе туннельных контактов с плазмонными золотыми наноантеннами и полупроводниковыми нитевидными нанокристаллами (ННК) GaP;

создан и экспериментально исследован наноразмерный электрически возбуждаемый источник излучения в конфигурации металл–изолятор–металл на основе туннельного контакта с массивом полых полусферических золотых наноантенн, изготовленных методом фемтосекундной лазерной печати;

доказана возможность электрического возбуждения и перестройки спектрального диапазона оптического излучения источника на основе золотых наноантенн: при

напряжении туннельного контакта 2,2–2,5 В возбуждается излучение в спектральном диапазоне 550–870 нм, при 0,65–0,75 В – в ближнем инфракрасном диапазоне 1600–1870 нм;

доказана возможность возбуждения оптических переходов в нитевидных нанокристаллах GaP:Be посредством неупругого туннелирования электронов и установлена взаимосвязь локальных максимумов СТМ-индуцированного оптического сигнала с прямозонными вставками вюрцитной кристаллической фазы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

изложены представления о механизмах генерации оптического излучения при неупругом туннелировании электронов в туннельном контакте иглы СТМ с плазмонными металлическими наноантеннами и полупроводниковыми нитевидными нанокристаллами GaP;

доказано, что спектральные характеристики излучения массива золотых наноантенн при неупругом туннелировании электронов определяются возбуждением локализованных плазмонных и коллективных решеточных оптических мод массива и могут управляться изменением напряжения туннельного контакта;

раскрыта роль локальной плотности оптических состояний в формировании пространственного распределения интенсивности СТМ-индуцированного излучения плазмонных наноструктур;

изучена взаимосвязь характера пространственного распределения СТМ-индуцированного оптического сигнала в легированных GaP ННК с механизмом возбуждаемых оптических переходов;

раскрыта роль кристаллической структуры GaP:Be ННК в формировании локализованного оптического отклика: установлено, что локальные максимумы СТМ-Л связаны с возбуждением прямозонных межзонных переходов во вставках вюрцитной фазы, тогда как участки сфалеритной фазы обладают непрямозонной электронной структурой и обеспечивают распространение излучения вдоль ННК.

Применительно к проблематике диссертации результативно использована приборная база СПбАУ РАН им. Ж. И. Алферова и Национального исследовательского университета ИТМО, включающая сверхвысоковакуумную сканирующую туннельную микроскопию и спектроскопию с регистрацией оптического сигнала, оптическую спектроскопию, микрофотолюминесцентную спектроскопию с временным разрешением, электронную микроскопию и рентгеновскую дифрактометрию, обеспечившие получение новых результатов по теме диссертации.

Значение полученных результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены в экспериментальную практику методики синхронизированных СТМ-Л и СТС-Л измерений, обеспечивающие совместную регистрацию топографии, вольтамперных характеристик туннельного контакта и оптического сигнала из области туннельного контакта;

определены оптимальные условия подготовки образцов и проведения сканирующей туннельной микроскопии легированных GaP ННК: перенос методом механического контакта на подложку с пленкой Ni, напряжение 7–10 В, туннельный ток не более 400 пА и скорость сканирования 500–1500 нм/с, обеспечивающие воспроизводимое получение серий более чем из 15 последовательных измерений СТМ топографий;

создана система автоматизированной обработки мультиканальных данных СТМ-Л и СТС-Л измерений, включающая морфологическую коррекцию, фильтрацию артефактов, выделение исследуемых нанообъектов и статистическую обработку результатов; разработанный программный модуль зарегистрирован как программа для ЭВМ № RU 2024689995;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные работы проводились на современном научном оборудовании с использованием приборной базы СПбАУ РАН им. Ж. И. Алферова и Национального исследовательского университета ИТМО; показана воспроизводимость результатов в сериях независимых измерений;

теоретические подходы основаны на фундаментальных законах электродинамики, согласуются с опубликованными экспериментальными данными по оптическим и электрофизическим свойствам металлических и полупроводниковых наноструктур;

использованы независимые экспериментальные методы СТМ-Л, СТС-Л, просвечивающей и сканирующей электронной микроскопий, микрофотолюминесцентной спектроскопии и спектроскопии с временным разрешением, результаты которых согласуются между собой;

установлено соответствие экспериментально наблюдаемых оптических свойств исследуемых наноструктур с результатами численного моделирования и данными, представленным в независимых научных источниках;

использованы статистическая обработка крупных серий многократно воспроизводимых измерений и сопоставление экспериментальных данных с результатами численного моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в его участии во всех этапах диссертационного исследования включая интерпретацию полученных результатов; непосредственное участие в модернизацию экспериментальных установок для проведения мультиканальных СТМ-Л и СТС-Л измерений, выбор и подготовку исследуемых образцов, проведение СТМ, СТМ-Л и спектроскопических измерений и получение основных экспериментальных данных; личное выполнение обработки, систематизацию и физическую интерпретацию результатов измерений, а также разработку программного модуля для их автоматизированной обработки; участие в сопоставлении экспериментальных данных с результатами численного моделирования и данными структурных и оптических методов исследования; анализ и обобщение полученных результатов и подготовку текста основных публикаций по теме диссертационной работы.

На заседании 01 октября 2026 г. диссертационный совет принял решение: за решение комплексной научной задачи, имеющей значение для развития физики конденсированного состояния и нанофотоники, а именно: установление закономерностей возбуждения и управления оптическим излучением при неупругом туннелировании электронов в металлических и полупроводниковых наноструктурах и разработку на их основе наноразмерных электрически управляемых источников фотонов присудить Соломонову Никите Александровичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении электронного тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 5 докторов наук по специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния, участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 11, «против» – 0, «не голосовали» – 0.

Председатель
диссертационного совета АУ 02.01, д.т.н.

А. С. Гудовских

Секретарь
диссертационного совета АУ 02.01, к.ф.-м.н.

К. Ю. Шубина

01 октября 2026 г.