

Заключение диссертационного совета МГУ.013.4
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «3» июня 2026 г. №2

О присуждении Скрябину Николаю Николаевичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Элементы линейно-оптических квантовых вычислений на основе интегрально-оптических чипов» по специальности 1.3.19. Лазерная физика (физико-математические науки) принята к защите диссертационным советом 18 марта 2026, протокол №1.

Соискатель Скрябин Николай Николаевич, 1991 года рождения, в 2021 году соискатель окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», факультет проблем физики и энергетики, по направлению 03.06.01 Физика и астрономия. В период подготовки диссертации соискатель был прикреплен к кафедре квантовой электроники физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова для подготовки диссертации с 01.11.2025 по 31.01.2026.

Соискатель работает в должности научного сотрудника в Центре квантовых технологий физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова с 2018 г. по настоящее время.

Диссертация выполнена на кафедре квантовой электроники физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент Кулик Сергей Павлович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», физический факультет, кафедра квантовой электроники, профессор; Центр квантовых технологий, научный руководитель.

Официальные оппоненты:

- Охримчук Андрей Гордеевич, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук», Научный центр волоконной оптики им. Е.М. Дианова, ведущий научный сотрудник,
- Богданов Юрий Иванович, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Лаборатория физики квантовых компьютеров Отделения физико-технологических исследований имени К.А. Валиева Центра перспективной микроэлектроники, главный научный сотрудник,
- Андрияш Александр Викторович, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова», научный руководитель

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что Охримчук Андрей Гордеевич является специалистом в области фемтосекундной лазерной записи волноводов в диэлектриках, Юрий Иванович Богданов является специалистом в области квантовой информатики и томографии квантовых состояний и процессов, а Андрияш Александр Викторович является специалистом в области интегральной оптики и создания чипов, а также в области квантовых вычислений. Все оппоненты имеют публикации в соответствующей сфере исследования. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Соискатель имеет 36 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 5 статей общим объемом 2.9375 п.л., опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности и отрасли наук. Все

представленные в работе результаты получены автором лично или при его определяющем участии.

1. **N.N. Skryabin**, I.V. Kondratyev, I.V. Dyakonov, O.V. Borzenkova, S.P. Kulik, S.S. Straupe. Two-qubit quantum photonic processor manufactured by femtosecond laser writing // *Applied Physics Letters* – 2023. – Vol. 122, № 12. – p. 121102, Импакт-фактор 3,6 (JIF) / 0.4375 п.л. / вклад соискателя: 40%, EDN: BFMP SR.
2. M.V. Rakhlin, A.I. Galimov, I.V. Dyakonov, **N.N. Skryabin**, G.V. Klimko, M.M. Kulagina, Yu.M. Zadiranov, S.V. Sorokin, I.V. Sedova, Yu.A. Guseva, D.S. Berezina, Yu.M. Serov, N.A. Maleev, A.G. Kuzmenkov, S.I. Troshkov, K.V. Taratorin, A.K. Skalkin, S.S. Straupe, S.P. Kulik, T.V. Shubina, A.A. Toropov. Demultiplexed single-photon source with a quantum dot coupled to microresonator // *Journal of Luminescence* – 2023. – Vol. 253. – p. 119496, Импакт-фактор 3,6 (JIF) / 0.3125 п.л. / вклад соискателя: 10%, EDN: GKVXKB.
3. **N.N. Skryabin**, S.A. Zhuravitskii, I.V. Dyakonov, S.S. Straupe, A.A. Kalinkin, S.P. Kulik. Femtosecond-laser-written low-loss multiscan waveguides in fused silica // *Physical Review Applied* – 2024. – Vol. 22, № 6. – p. 064079. Импакт-фактор 4,4 (JIF) / 0.8125 п.л. / вклад соискателя: 80%, EDN: NYUKIO.
4. **N.N. Skryabin**, I.V. Dyakonov, M.Yu. Saygin, S.P. Kulik. Waveguide-lattice-based architecture for multichannel optical transformations // *Optics Express* – 2021. – Vol. 29, № 16. – p. 26058–26067, Импакт-фактор 3,3 (JIF) / 0.625 п.л. / вклад соискателя: 60%, EDN: XVEBNY.
5. **N.N. Skryabin**, A.A. Kalinkin, I.V. Dyakonov, S.P. Kulik. Femtosecond Laser Written Depressed-Cladding Waveguide 2×2 , 1×2 and 3×3 Directional Couplers in Tm^{3+} :YAG Crystal // *Micromachines* – 2020. – Vol. 11, № 1. – p. 26058, Импакт-фактор 3,0 (JIF) / 0.75 п.л. / вклад соискателя: 60%, EDN: FMA BPD.

На диссертацию и автореферат поступил 1 дополнительный отзыв. Отзыв положительный.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение задач, имеющих значение для развития лазерной физики, интегральной оптики и фотонных квантовых вычислений. Диссертация посвящена экспериментальному и теоретическому исследованию по разработке интегрально-оптических чипов и демонстрации элементов линейно-оптических вычислений на их основе. Для технологии фемтосекундной лазерной записи была исследована возможность создания волноводов с низкими потерями на распространение и на согласование с одномодовым волокном. На основе изготовленных с помощью данной технологии интегрально-оптических чипов экспериментально продемонстрирована работа и охарактеризована точность двухкубитного линейно-оптического квантового процессора и генератора двухкубитных запутанных состояний с оповещением и регулируемой степенью запутанности. Также была исследована возможность увеличения коэффициента связи между двумя волноводами с депрессированной оболочкой, изготовленных по технологии фемтосекундной лазерной записи в кристалле ИАГ для создания светоделителей. Дополнительно была предложена и теоретически исследована архитектура многоканального интерферометра на основе прямых решеток связанных волноводов. Результаты диссертации могут быть использованы при разработке волноводов с низкими потерями в широком диапазоне длин волн (400 – 1550 нм), могут стать основой для разработки различных интегрально-оптических чипов и многоканальных интерферометров. Также полученные результаты могут быть использованы для демонстрации и реализации малокубитных линейно-оптических квантовых вычислителей.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на

защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Интерферометр программируемого двухкубитного линейно-оптического квантового процессора на основе интегрально-оптического чипа, изготовленного по технологии фемтосекундной лазерной записи в кварцевом стекле, позволяет достичь высоких значений среднего фиделити однокубитных гейтов (R_x – 99,45%, R_z – 99,98%) и двухкубитного гейта CNOT (97,16%).
2. Применение метода многопроходного сканирования позволяет изготовить волноводы по технологии фемтосекундной лазерной записи в кварцевом стекле с низкими потерями на распространение (0,07 дБ/см) и на согласование с одномодовым волокном (0,2 дБ/торец) на длине волны 920 нм.
3. Интерферометр схемы генерации двухкубитных запутанных состояний с оповещением и регулируемой степенью запутанности на основе интегрально-оптического чипа, изготовленного по технологии фемтосекундной лазерной записи в кварцевом стекле, позволяет генерировать состояния от сепарабельного состояния с фиделити 92,3% до максимально запутанного состояния Белла с фиделити 98,5%.
4. Удаление нескольких треков из депрессированной оболочки волноводов, изготовленных по технологии фемтосекундной лазерной записи в кристалле ИАГ, в области взаимодействия позволяет увеличить коэффициент связи между двумя волноводами до $2,7 \text{ см}^{-1}$ и создать направленные ответвители.
5. Архитектура N-канального интерферометра на основе прямых решеток связанных волноводов, состоящая из N-1 слоев, где возможна регулировка постоянной распространения отдельных волноводов, позволяет реализовать случайные по Хаару унитарные матрицы с фиделити не менее 99,99% для $N = 2 - 12$.

На заседании «3» июня 2026 г. диссертационный совет принял решение присудить Скрябину Н.Н. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **19** человек (из них **4** доктора наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика, физико-математические науки), участвовавших в заседании, из **25** человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – **19**, «против» – **0**, недействительных бюллетеней – **0**.

Заместитель председателя
диссертационного совета МГУ.013.4,
доктор физико-математических наук,
доцент

Стремоухов Сергей Юрьевич

Ученый секретарь
диссертационного совета МГУ.013.4,
кандидат физико-математических наук

Коновко Андрей Андреевич

Дата оформления заключения: 03 июня 2026 г.