

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

Решение диссертационного совета от «18» июня 2025 г. №5

О присуждении Сафроненкову Даниилу Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Безэталонная калибровка отклика аналоговых детекторов в поле параметрического рассеяния света» по специальности 1.3.19. Лазерная физика (физико-математические науки) принята к защите диссертационным советом 12 мая 2025 г., протокол № 3.

Соискатель Сафроненков Даниил Алексеевич, 1996 года рождения, в 2024 году окончил очную аспирантуру физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности «Лазерная физика».

Соискатель работает программистом II категории в отделе компьютерных технологий физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Диссертация выполнена на кафедре квантовой электроники физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель:

Китаева Галия Хасановна, доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», физический факультет, кафедра квантовой электроники, профессор.

Официальные оппоненты:

- Халили Фарит Явдатович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Общество с ограниченной ответственностью «Международный центр квантовой оптики и квантовых технологий», научная группа квантовой оптомеханики, руководитель научной группы;
- Молотков Сергей Николаевич, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипяна Российской академии наук»,

лаборатория спектроскопии поверхности полупроводников, главный научный сотрудник;

- Семенов Александр Владимирович, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет», лаборатория квантовых детекторов, старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что они являются специалистами в области лазерной физики и нелинейной оптики и имеют публикации по этой тематике. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Соискатель имеет 5 опубликованных работ, из них 5 работ по теме диссертации, в том числе 4 научных статьи общим объемом 2,125 п. л., опубликованные в рецензируемых научных изданиях, удовлетворяющих Положению о присуждении ученых степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова и рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.19. Лазерная физика (физико-математические науки) и 1 патент объемом 1.19 п.л., по решению диссертационного совета приравненный к публикации по теме диссертации. Все представленные в работе результаты получены автором лично или при его определяющем участии.

1. **Сафроненков Д. А.**, Китаева Г. Х. Измерение корреляций в поле параметрического рассеяния света с помощью аналоговых детекторов // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. — 2024. — Т. 120, № 1. — С. 11–16. 0,396 (РИНЦ) / 0,375 печ.л. / вклад соискателя 80% / EDN: SIEBJO.

Переводная версия: **Safronenkov D. A.**, Kitaeva G. K. Measurement of correlations in the parametric down conversion field using analog detectors // JETP Letters. — 2024. — Vol. 120, No. 1. — P. 14–19. 1,4 (JIF) / 0,375 печ.л. / вклад соискателя 80% / EDN: PHGLJI.

2. Prudkovskii P., **Safronenkov D.**, Kitaeva G. Modified Klyshko method for an analog detector calibration // Optics Letters. — 2022. — Vol. 47, No. 18. — P. 4842–4845. 3,1(JIF) / 0,25 печ.л. / вклад соискателя 60% / EDN: RJTOZO.

3. **D. A. Safronenkov**, N. A. Borshchevskaya, T. I. Novikova, Katamadze K.G., Kuznetsov K.A., Kitaeva G.Kh. Measurement of the biphoton second-order correlation function with analog detectors // Optics Express. — 2021. — Vol. 29, No. 22. — P. 36644–36659. 3,2 (JIF) / 1 печ.л. / вклад соискателя 75% / EDN: MSADDC.

4. Прудковский П. А., **Сафроненков Д. А.**, Китаева Г. Х. Метод Клышко для аналоговых фотодетекторов и безэталонное измерение числа фотонов // Известия Российской академии наук. Серия физическая. — 2024. — Т. 88, № 6. — С. 909–916. 0,705 (РИНЦ) / 0,5 печ.л. / вклад соискателя 60% / EDN: PHFBOE.

Переводная версия: Prudkovskii P. A., **Safronenkov D. A.**, Kitaeva G. K. Klyshko method for analog photodetectors and absolute measurement of photon numbers // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. — 2024. — Vol. 88, no. 6. — P. 866–873. 0,455 (SJR) / 0,5 печ.л. / вклад соискателя 60% / EDN: PBKTNC.

5. Патент: Прудковский П.А., **Сафроненков Д.А.**, Кузнецов К.А., Китаева Г.Х. Безэталонный способ измерения квантовой эффективности катода фотоэлектронного умножителя и устройство для его осуществления: пат. 2819206 Рос. Федерация. МПК G01J 1/16 (2006.01) / No 2023128112; заявл. 31.10.2023; опубл. 15.05.2024 Бюл. № 14. / 1,19 печ.л. / вклад соискателя 60% / EDN: RGIYVI.

На диссертацию и автореферат поступило 5 дополнительных отзывов, все положительные.

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 задачи, имеющей значение для развития лазерной физики и нелинейной оптики. Диссертационная работа

посвящена изучению статистических характеристик бифотонных полей параметрического рассеяния света. Целью диссертационной работы является разработка и применение методов измерения корреляционных параметров бифотонных полей параметрического рассеяния света для калибровки эффективности аналоговых детекторов. Методология диссертационного исследования основана на широко распространённых и проверенных экспериментальных методах лазерной физики, нелинейной и физической оптики, методах цифровой обработки и исследования статистических параметров сигналов детекторов электромагнитного излучения оптического диапазона. В результате проведенного в диссертации исследования разработаны метод измерения корреляционной функции второго порядка с помощью аналоговых детекторов оптического диапазона и экспериментальная схема для реализации метода при частотно-вырожденном параметрическом рассеянии света. Разработан алгоритм для безэталонной калибровки эффективности и абсолютного измерения спектральной чувствительности аналоговых детекторов.

Результаты диссертации могут быть использованы в МГУ имени М.В. Ломоносова и других высших учебных заведениях в основных образовательных программах при создании новых и обновлении имеющихся материалов учебных курсов.

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. Величина кросс-корреляционной функции бифотонного поля при регистрации излучения в сигнальном и холостом каналах параметрического рассеяния света с помощью аналоговых детекторов на основе ФЭУ может быть измерена путем статистического анализа одновременных показаний двух детекторов.

2. Спектральная ампер-ваттная чувствительность аналогового ФЭУ может быть измерена в поле параметрического рассеяния без использования эталонных детекторов или источников излучения.

3. Математическое моделирование статистических распределений аналоговых показаний и, при необходимости, анализ фактора подавления шума разностного

фототока детекторов сигнального и холостого каналов параметрического рассеяния, позволяют определить среднее число, среднюю величину и дисперсию элементарных вкладов в полные показания детекторов на основе ФЭУ.

4. Эффективность аналоговых детекторов на основе ФЭУ может быть экспериментально определена в поле параметрического рассеяния света без использования эталонов при регистрации потоков фотонов.

На заседании 18 июня 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Сафроненкову Даниилу Алексеевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **18** человек, из них **8** докторов наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика (физико-математические науки), участвовавших в заседании, из **24** человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – **18**, «против» – **0**, недействительных бюллетеней – **0**.

Председатель

диссертационного совета МГУ.013.4,

доктор физико-математических наук,

профессор

Андреев Анатолий Васильевич

Учёный секретарь

диссертационного совета МГУ.013.4,

кандидат физико-математических наук

Коновко Андрей Андреевич

Дата оформления заключения 18 июня 2025 г.