

ОТЗЫВ
на автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук Сафроненкова Даниила Алексеевича на
тему: «Безэталонная калибровка отклика аналоговых детекторов в поле
параметрического рассеяния света»
по специальности 1.3.19. Лазерная физика

В настоящее время для многих приложений, использующих детектирование излучения как в оптическом, так и в более длинноволновых диапазонах (до терагерцового), крайне важны характеристики приемных систем и их калибровка. В частности, в приложениях, использующих подходы квантовой оптики, особое значение приобретает возможность повышения точности оценки параметров фотонных детекторов. Традиционные методы калибровки требуют наличия эталонных образцов или стандартных источников, что не всегда удобно или возможно в сложных условиях. В связи с этим работа, выполненная Сафроненковым Д.А., посвященная разработке безэталонных методов определения характеристик аналоговых детекторов на основе анализа статистических свойств сигналов, зарегистрированных детекторами, является актуальной.

В рамках диссертационной работы рассматривается концепция определения квантовой эффективности и других параметров аналоговых фотонных детекторов посредством анализа статистических свойств их сигналов. Основная идея, разрабатываемая диссертантом, заключается в использовании анализа корреляционных функций, распределений фотонных потоков и методов моделирования для получения информации о работе устройств. Такой подход позволяет не только упростить процедуру калибровки, но и повысить ее точность в условиях высокого уровня шума или рассеяния.

В автореферате диссертационной работы изложены теоретические основы предложенных методов, включая математические модели распределений фотонных сигналов и алгоритмы их обработки, а также разработанные практические процедуры, которые позволяют на основе экспериментальных данных определить параметры детекторов — такие как эффективность, чувствительность — без необходимости использования эталонов. Экспериментальная часть включает описание установок, описание результатов проведенных экспериментов по регистрации аналоговых показаний однофотонных детекторов и выявлению их статистических характеристик, а также по измерениям бифотонной корреляционной функции. Диссертантом исследовались различные методы аппроксимации распределений экспериментально полученных значений выходных токов аналоговых ФЭУ при различных мощностях накачки и различных длинах волн излучения, генерируемого при разных режимах параметрического рассеяния, включая спонтанное параметрическое рассеяние. Приводятся разработанные алгоритмы анализа полученных результатов. В результате предлагаются универсальные методы калибровки, которые могут применяться к различным типам фотонных детекторов и в различных условиях эксплуатации.

Результаты диссертационной работы Сафроненкова Д.А. имеют важное значение для развития квантовых технологий. Предложенные подходы способствуют повышению точности измерений, упрощению процедур калибровки и расширению возможностей применения фотонных детекторов в научных исследованиях и практических задачах.

В автореферате присутствует некоторая небрежность изложения.:

- 1) Присутствуют опечатки (например, «страниу» стр.6 6-я строка снизу); отсутствуют запятые, например «исследований проводимых в рамках...» стр.8 2-я строка сверху. Присутствуют неточности изложения: написано “ $1/b$ – среднее значение и стандартное отклонение случайной величины элементарного тока” (16 стр. 1-2-я строки сверху) – среднее значение и стандартное отклонение – это два разных статистических параметра, а здесь они приписаны одной величине.
- 2) В формуле для квантовой эффективности (3) должны фигурировать 100%, которые, кстати, присутствуют на рис.16. С другой стороны, далее по тексту квантовая эффективность идет иногда также, видимо, в % (значение, приведенное в п.4.1, составляющее $17,4 \pm 0,7$), или в долях (значения, приводимые в п.4.2, например, $0,19 \pm 0,01$ и т.д.).

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости работы.

Работы Сафроненкова Д.А. известны специалистам. Результаты диссертационной работы опубликованы в 4 научных работах в изданиях, в то числе в высокорейтинговых (Optics Letters (Q1), Optics Express (Q1), Известия Российской академии наук. Серия физическая (Q3), Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики (Q3)), входящих в Web of Science и/или Scopus и включенных в перечень ВАК, а также были представлены в докладах на 6 российских и международных конференциях. Кроме того, Сафроненков Д.А. является соавтором коллектива патента на «Безэталонный способ измерения квантовой эффективности катода фотоэлектронного умножителя и устройство для его осуществления» (2024 г.)

Исследование рассмотренных в диссертации вопросов выполнено на высоком научном уровне, результаты являются новыми и практически значимыми. Достоверность результатов и выводов не вызывает сомнений.

Диссертация Сафроненкова Д.А. «Безэталонная калибровка отклика аналоговых детекторов в поле параметрического рассеяния света» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.3.19. Лазерная физика (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Сафроненков Даниил Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

Вакс Владимир Лейбович,
кандидат физико-математических наук,
заведующий Отделом терагерцовой спектроскопии
Института физики микроструктур РАН – филиала
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский центр

Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова–Грехова
Российской академии наук»
(ИФМ РАН),

Владимир Лейбович Вакс

« 5 » мая 2025 г.

Контактные данные:

Телефон:

E-mail: vax@ipmras.ru.

Специальность, по которой защищена диссертация: 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики

Адрес места работы: ИФМ РАН 603087, РФ, Нижегородская обл., Кстовский район, д. Афоново, ул. Академическая, д. 7.

Отдел терагерцовой спектроскопии,

Раб.тел.: +7(831)4179457, Раб.e-mail: vax@ipmras.ru.

Я, Владимир Лейбович Вакс, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела Сафроненкова Д.А..

Владимир Лейбович Вакс

« 5 » мая 2025 г.

Подпись Владимира Лейбовича Вакса заверяю
Ученый секретарь Института физики микроструктур РАН
– филиала Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский центр
Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова–Грехова
Российской академии наук» (ИФМ РАН),
кандидат физ.-мат. наук

Дария Михайловна Гапонова