

ОТЗЫВ
на автореферат диссертации на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук Бодрова Сергея Борисовича на тему
«Нелинейно-оптическая генерация и диагностические применения импульсного
терагерцового излучения» по специальности 1.3.19 - Лазерная физика

В связи с освоением терагерцового (ТГц) частотного диапазона и применением излучения данного диапазона для спектроскопических исследований, создания систем ТГц-видения и др. и развиваются и совершенствуются методы генерации ТГц излучения, в том числе наиболее распространенными методами являются методы, основанные на оптико-ТГц конверсии ультра-коротких лазерных импульсов. Одной из важнейших проблем при этом является повышение эффективности оптико-ТГц конверсии, которая в настоящее время не превышает 1% и даже долей процента, что связано с влиянием таких эффектов как многофотонное поглощение, фотогенерация носителей, фазовая самомодуляция, самофокусировка, обратное воздействие ТГц излучения. В связи с этим диссертационная работа Бодрова С.Б., посвященная разработке и экспериментальному апробированию высокоэффективных схем генерации ТГц излучения на основе оптического выпрямления фемтосекундных лазерных импульсов в электрооптических кристаллах, а также методов применения ТГц полей высокой (более 100 кВ/см) напряженности для исследования нелинейных свойств и структуры сред, является актуальной.

В рамках диссертационной работы автором разработана последовательная электродинамическая теория генерации ТГц излучения при оптическом выпрямлении лазерных импульсов в электрооптических кристаллах при учете границ кристалла, конечности поперечного размера лазерного пучка и дисперсии кристалла в отсутствие и при наличии скоса фронта интенсивности у лазерных импульсов накачки. Автором предложена и экспериментально апробирована новая схема генерации ТГц излучения, основанная на оптическом выпрямлении скошенных лазерных импульсов в слое электрооптического материала, помещенного между двумя согласующими призмами для ввода оптической накачки и вывода генерируемого излучения. Диссертантом разработан новый класс высокоэффективных оптико-ТГц преобразователей на основе черенковского синхронизма. Автором исследованы свойства материалов и эффекты, возникающие при генерации ТГц излучения путем оптико-ТГц конверсии (исследованы нелинейные эффекты Керра, эффекты генерации второй гармоники или ее отсутствия и т.д.). В диссертации продемонстрирована возможность визуализации ТГц пучка и усиленного на металлическом острие ближнего ТГц поля путем измерения оптической люминесценции, наведенной ТГц полем в графене. Кроме того, предложен и экспериментально реализован новый метод диагностики временной динамики концентрации электронов в газовом лазерно-плазменном филаменте, основанный на измерении энергии рассеянного на филаменте зондирующего ТГц импульса

Результаты диссертационной работы Бодрова С.Б. имеют важное значение для развития методов генерации ТГц излучения.

К автореферату и его оформлению есть ряд замечаний:

1) Большая часть результатов диссертации получена на кристаллах LiNbO_3 , отдельные результаты проверены на кристалле DKDP, или получены для ZnTe и GaP , GaAs . Из автореферата остается неясным, насколько общими являются полученные

результаты, насколько они распространяются на другие используемые для генерации ТГц излучения кристаллы.

2) Есть ряд опечаток и фрагментов невычитанного текста. Например, "оптико-терагерцовые преобразовали" (вместо "оптико-терагерцовые преобразователи", стр. 6, 11-я строка сверху); " Важным преимуществом ...заключается в..." (с.9, 4-5-я строки сверху); "Люминесценцию, индуцированным полем интенсивного терагерцового излучения наблюдали..." (видимо, подразумевалось " Люминесценцию, индуцированную полем интенсивного терагерцового излучения, наблюдали..", с.11, 16-17-я строки сверху); "амплитуда сохраняется, но расчет длина волнового пакета" (видимо, "амплитуда сохраняется, но растет длина волнового пакета", с.22, 3-я строка сверху); "... диагностики динамики электронной плотности в плазменной филаменте, создаваемой в газе..." (с.35, 17-18-я строки снизу) и др.

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости работы.

Работы Бодрова С.Б. широко известны специалистам. Результаты диссертационной работы опубликованы в 28 научных работах в изданиях, в том числе в высокорейтинговых (Optics Express (Q1), Optics Letters (Q1), Applied Physics Letters (Q1), Physical Review B (Q1), Physical Review E(Q2), Journal of Applied Physics (Q2), Journal of the Optical Society of America B: Optical Physics (Q2) и др.), входящих в Web of Science и/или Scopus, Белый список и включенных в перечень ВАК, а также были представлены в нескольких десятках докладов на российских и международных конференциях. Кроме того, Бодров С.Б. является соавтором патента RU 2836612 «Оптико-терагерцовый преобразователь с полуконическими элементами вывода терагерцового излучения»,

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

Диссертация Бодрова С.Б. «Нелинейно-оптическая генерация и диагностические применения импульсного терагерцового излучения» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует установленным требованиям к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.3.19. Лазерная физика (по физико-математическим наукам), а также требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации 24 сентября 2013 г. №842 (в действующей редакции), а ее автор Бодров Сергей Борисович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

Вакс Владимир Лейбович,

кандидат физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики,
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),

«21» 2026 г.



Владимир Лейбович Вакс

Контактные данные:

Телефон: +7(951)908 89 41,

E-mail: vax@ipmras.ru.

Адрес места работы: ИФМ РАН 603087, РФ, Нижегородская обл., Кстовский район, д. Афонино, 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 Бодрова С.Б.

Владимир Лейбович Вакс

«21» мая 2026 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