

О т з ы в

официального оппонента на диссертационную работу Корниенко Владимира Владимировича «Параметрическое рассеяние света и нелинейно-оптическое детектирование излучения терагерцового диапазона», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 — лазерная физика.

Диссертационная работа Корниенко Владимира Владимировича посвящена актуальной теме исследования - изучению эффекта параметрического преобразования частоты в невырожденном режиме, когда частота одной из взаимодействующих волн лежит в терагерцовом диапазоне. Основная направленность работы — экспериментальное исследование, которое подкреплено теоретическим подходом, нового метода регистрации терагерцового излучения (ТИ), основанного на преобразовании частоты детектируемого ТИ в оптический диапазон путем смещения с узкополосным излучением лазерной накачки в среде с квадратичной нелинейностью.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка цитируемой литературы. Объем работы составляет 177 страниц, работа содержит 64 рисунка. Список использованной литературы содержит 206 наименований.

Во **введении** определяются цели и задачи исследования, обосновывается актуальность работы, формулируется ее научная новизна, приводятся основные положения, вынесенные на защиту и данные об апробации работы.

В **первой главе** диссертационной работы содержится основная часть обзора литературы по теме диссертационной работы. В этой главе обсуждаются основные методы получения ТИ и актуальность его использования в различных областях науки и техники. Кроме того, в этом разделе обсуждаются методы нелинейно-оптической регистрации ТИ и указываются спектральные и энергетические характеристики схем спектроскопии на их основе.

Вторая глава посвящена расчету интенсивности и корреляционных свойств оптико-терагерцовых полей, получаемых при параметрическом преобразовании и рассеянии света в сильно невырожденном по частоте режиме. В этой главе рассматриваются методы квантовой калибровки яркости и коэффициенты параметрического преобразования в условиях многомодовости.

Третья глава диссертации посвящена экспериментам по регистрации частотно-угловых спектров сигнального излучения СПР в нелинейно-оптическом кристалле ниобата лития для двух типов экспериментальных установок, а также метод расчета спектральной чувствительности нелинейно-оптических детекторов терагерцового излучения на основе полученных данных.

Четвертая глава диссертационной работы посвящена экспериментам по применению параметрического преобразователя, примененного в сильно невырожденном по частоте режиме, к двум различным задачам: нелинейно-оптическому прямому детектированию терагерцовых волн и детектированию потоков «терагерцовых фотонов», рождающихся в процессе параметрического рассеяния света.

В **заключении** приведены основные выводы и результаты диссертационной работы.

Научный уровень диссертационной работы Корниенко Владимира Владимировича не вызывает сомнений. Опубликованные в ведущих научных изданиях результаты отличаются новизной и обоснованностью. Работа прошла апробацию на многих конференциях и научных семинарах.

Представленная к защите диссертационная работа Корниенко Владимира Владимировича «Параметрическое рассеяние света и нелинейно-оптическое детектирование излучения терагерцового диапазона» первая в российском научном сообществе квалификационная работа выполненная в области применения квантовых подходов для анализа свойств излучения терагерцового диапазона частот. Методы спонтанного параметрического рассеяния света широко используется в оптическом диапазоне частот, но для ТИ эти методы применяются впервые. Научная школа профессора Московского университета Д.Н.Клышко хорошо известна во всем мире глубиной анализа квантовых явлений в нелинейной оптике, строгостью постановки задач экспериментальной проверки теоретических идей. Представленная к защите диссертационная работа Корниенко В.В. выполнена в лучших традициях этой научной школы под руководством профессора МГУ им.М.В.Ломоносова Китаевой Г.Х.. Оригинальные главы 3 и 4 содержат взаимодополняющие работы включающие как теоретические постановки задач, так и их экспериментальные реализации. В каждой из этих глав созданы экспериментальные установки на уровне современных лазерных технологий. Первая экспериментальная установка, которая описана в параграфе 3.2 создана на базе узкополосного непрерывного лазера и принципиальной ее особенностью является то, что в экспериментах по спектроскопии рассеяния на холостых волнах в терагерцовом диапазоне необходимо

регистрировать оптические сигналы на частотах, находящихся в непосредственной близости от линии генерации излучения накачки. Такие эксперименты требуют высочайшего уровня навыков экспериментатора, которые Корниенко В.В. продемонстрировал в совершенстве. Эксперименты описаны подробно и не вызывает сомнений, что во всех описанных экспериментах Корниенко В.В. принимал непосредственное участие и его вклад был решающим. Видится важным подробное описание разрешающей способности и регистрирующей системы на странице 123 диссертационной работы. Такое добросовестное отношение к экспериментальным результатам сейчас достаточно редко встречается в выполняемых диссертационных работах. Результаты экспериментального исследования, которые представлены в параграфе 3.4 основаны на теоретическом подходе, который изложен в параграфе 3.1. В целом, изложенные экспериментальные результаты соответствуют заключительным положениям третьей главы, подтверждая их. Особенно хочу выделить вывод об учете поглощения при определении формы спектрального распределения. Этот вывод, несомненно найдет широкое применение при анализе артефактов спектральных приборов, основанных на СПР при работе в резонансных условиях.

Представленная к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук работа обладает многими достоинствами, хотя и не лишена недостатков.

1. Во Введении достаточно поверхностно поясняется актуальность основной темы диссертационной работы. В этой главе диссертации большое внимание уделено актуальности получения и использования ТИ. Описываемые современные тенденции развития терагерцовой фотоники, которые интересны для читателя диссертационной работы, но не обосновывают целесообразности и актуальности целей диссертационной работы и задач, которые выполнялись в рамках ее реализации. Аналогично Введению Глава 1 содержит описание общих вопросов генерации и регистрации ТГц излучения и нелинейно-оптических явлений с участием терагерцовых волн. Однако, непосредственное отношение к предмету диссертационной работы имеет исключительно четвертый параграф первой главы.
2. К общим недостаткам хочу отнести, прежде всего, существенное число терминологических неточностей и неясных определений. На странице 5 непосредственно в первом абзаце работы используется понятие «оптико-терагерцовых состояний поля» без пояснения этого термина. Аналогично

этому на странице 13 появляется рассуждение о «квантово-оптическом описании терагерцовых состояний поля».

Приведенные замечания не снижают общей значимости работы. Диссертация «Параметрическое рассеяние света и нелинейно-оптическое детектирование излучения терагерцового диапазона» является законченной научно-исследовательской работой, содержащей ценные сведения и описание экспериментальных методов для исследований нестационарной фемтосекундной лазерной плазмы и терагерцового излучения, источником которого она является.

Достоверность результатов подтверждается адекватным выбором методик исследования и использованием современного лабораторного оборудования.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 6 статьях в реферируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, и неоднократно представлялись на отечественных и зарубежных научных конференциях.

Автореферат диссертации правильно отражает содержание представленной в диссертации работы.

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.04.21 – «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 приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Корниенко Владимир Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «лазерная физика».

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук, профессор
кафедры общей физики и волновых процессов
физического факультета
Московского Государственного Университета имени М.В. Ломоносова

Шкуринов Александр Павлович

« 11 » ноября 2019 г.

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена докторская диссертация:

Контактные данные:

телефон: 8(495) 939-11-06
E-mail: ashkurinov@physics.msu.ru
адрес места работы: 119991, Москва, ГСП-1,
Ленинские горы, д. 1, стр. 62,
корпус нелинейной оптики, комн. 501,
кафедра общей физики и волновых процессов,
физический факультет,
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Московский
государственный университет имени М.В. Ломоносова»

119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».
физический факультет.

телефон: 8 (495) 939-31-60
E-mail: info@physics.msu.ru
<http://phys.msu.ru/>

Подпись д.ф.-м.н., профессора кафедры общей физики и волновых процессов
А.П. Шкуринова заверяю:

Ученый секретарь
физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова,
профессор

В.А. Караваев