

"УТВЕРЖДАЮ"

Проректор по научной работе

Национального исследовательского



Нижегородского государственного
университета им. Н.И. Лобачевского

B.B. Казанцев В.Б.
декабря 2016 года

ОТЗЫВ

ведущей организации по диссертации Есаулкова Михаила Николаевича
«Роль проводимости и нелинейной поляризации среды в ориентации главной оси эл-
липса поляризации терагерцового излучения, образующегося при самовоздействии и
взаимодействии фемтосекундных импульсов в газах и проводящих пленках»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.21 – лазерная физика

Актуальным направлением современной физики является освоение терагерцового диапазона электромагнитного спектра. В последние годы достигнуты значительные успехи в разработке эффективных методов генерации терагерцового излучения на основе нелинейно-оптического преобразования фемтосекундных лазерных импульсов в различных средах. Одним из перспективных методов, обеспечивающим рекордно широкий спектр генерируемого излучения, является терагерцовая генерация при оптическом пробое газа двухцветными (содержащими основную и удвоенную частоту) лазерными импульсами. Экспериментальному исследованию механизмов терагерцовой эмиссии из области оптического пробоя газа в основном и посвящена диссертация.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка цитируемой литературы и списка работ по диссертации.

Во введении дан обзор литературы по исследуемой теме, обосновывается актуальность работы, формулируются ее цели, кратко излагается содержание диссертации и приводятся основные положения, выносимые на защиту.

В первой, частично обзорной, главе диссертации рассматриваются два механизма генерации терагерцового излучения при ионизации газа двухцветным лазерным импульсом – эмиссия от тока фотогенерируемых носителей заряда и нелинейный отклик третьего порядка от нейтральных молекул газа. На основе теоретического рассмотрения сделаны предсказания о поляризации терагерцового излучения, генерируемого за счет указанных механизмов, для последующего сравнения с экспериментальными данными.

Во второй главе диссертации описывается терагерцовый спектрометр-поляриметр с независимым управлением пучками основной частоты и второй гармоники лазерного излучения, созданный диссертантом для экспериментального исследования поляризационных, пространственных и спектральных характеристик терагерцового излучения, а также поляризации гармоник лазерного излучения, возникающих в плазме оптического пробоя. Особенностью спектрометра-поляриметра является стабилизация относительной длины плеч интерферометра, что позволило существенно уменьшить низкочастотные флуктуации фазового сдвига между лазерными импульсами основной частоты и второй гармоники.

В третьей, фактически основной, главе диссертации приведены результаты экспериментальных исследований поляризационных и спектральных свойств терагерцового излучения, генерируемого при оптическом пробое воздуха двухцветными лазерными импульсами. Практически интересным является вывод о возможности управления поляризацией терагерцового излучения путем изменения временной задержки между лазерными импульсами основной частоты и второй гармоники. Неожиданным представляется эффект сильной деполяризации импульса второй гармоники после прохождения области оптического пробоя.

Четвертая глава посвящена исследованию пространственно-угловых характеристик терагерцового излучения, генерируемого при оптическом пробое газа двухцветным лазерным импульсом. Измерения пространственного профиля терагерцового излучения проводились различными способами. Зарегистрирован конический характер терагерцовой эмиссии из области пробоя.

В пятой главе проведены измерения терагерцовой эмиссии из пленок диоксида ванадия под действием фемтосекундных лазерных импульсов. Общим с эмиссией из области пробоя газа здесь является наличие вклада как от свободных, так и от связанных электронов. Интересным результатом является эффект существенного возраста-

ния терагерцового выхода при фазовом переходе диоксида ванадия из полупроводникового состояния в металлическое.

Таким образом, в диссертации получен ряд физически интересных и практически важных результатов. Можно заключить, что диссидентом проделана большая экспериментальная работа. Диссертация в целом написана понятным языком, чего не скажешь о ее названии, и снабжена удачными иллюстрациями.

По содержанию работы имеются следующие замечания.

1. В третьей главе диссертации не проводится сравнение полученных экспериментальных результатов по измерению поляризации терагерцовой эмиссии при оптическом пробое газа двухцветными лазерными импульсами с теоретическими работами, в которых такая эмиссия рассматривается в рамках наиболее строгого подхода – на основе решения нестационарного уравнения Шредингера, см., например, W. Chen et al., Phys. Rev. A 92, 033410 (2015); L.N. Alexandrov et al., J. Phys. B 47, 204028 (2014).
2. В третьем основном положении содержится утверждение о коническом характере терагерцовой эмиссии из области оптического пробоя и обратной пропорциональности угла раскрыва конуса квадратному корню из длины области пробоя и частоты терагерцового излучения. Между тем, в экспериментах не снималась зависимость угла раскрыва от длины области пробоя, а приведенные на рисунке 4.3 спектры не позволяют сделать количественный вывод о характере зависимости угла от частоты.
3. В теоретическом материале главы 1, используемом для интерпретации полученных экспериментальных результатов, поляризация второй гармоники лазерного излучения предполагается линейной. В то же время, в экспериментах третьей главы зарегистрирована сильная деполяризация излучения второй гармоники после прохождения области оптического пробоя. Это обстоятельство ставит под сомнение адекватность теоретической модели.
4. В пятой главе не обсуждается механизм фотоиндуцированной терагерцовой эмиссии из пленок диоксида ванадия и не проводится сравнение полученных экспериментальных результатов, в частности, зависимости амплитуды терагерцового поля от интенсивности накачки (рис. 5.5), с результатами многочисленных работ по терагерцовой эмиссии с поверхности металла, см., например, Р.А. Ахмеджанов и др. Изв. Вузов. Радиофизика 57, 902 (2014); I.V. Oladyshkin et al., J. Opt. 17, 075502 (2015).

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертационной работы.

Достоверность полученных в диссертации результатов обеспечивается применением апробированных экспериментальных методов и, в ряде случаев, сравнением с результатами других авторов.

Диссертация М.Н. Есаулкова является законченным научным исследованием. Основные результаты диссертации опубликованы в ведущих научных журналах, долождались на международных конференциях.

Полученные в диссертации результаты могут найти практическое применение при разработке источников терагерцового излучения.

Диссертация М.Н. Есаулкова удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и соответствует специальности 01.04.21 – лазерная физика. Основные результаты диссертации опубликованы в ведущих научных журналах. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Автор работы М.Н. Есаулков заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Диссертация и отзыв на нее обсуждались на семинаре кафедры общей физики ННГУ и получили положительную оценку (протокол № 3 от 16 декабря 2016 года).

Заведующий кафедрой общей физики ННГУ,
доктор физико-математических наук,
профессор

Бакунов Михаил Иванович

Адрес: 603950 Нижний Новгород, проспект Гагарина, 23, ННГУ
Тел.: (831) 462-32-71, bakunov@rf.unn.ru

«Подпись Бакунова Михаила Ивановича заверяю».

Ученый секретарь ННГУ



Черноморская Л.Ю.