

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.063.03 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 15 апреля 2019 г., протокол №208

О присуждении УШАКОВУ АЛЕКСАНДРУ АЛЕКСАНДРОВИЧУ, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Частотно-угловые распределения терагерцевого излучения из плазмы при фокусировке фемтосекундного лазерного излучения в воздухе и получение терагерцевых изображений фазовых объектов» по специальности 01.04.21 — Лазерная физика принята к защите «11» февраля 2019 г. № протокола 201 диссертационным советом Д002.063.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук (119991 Москва, ул. Вавилова, 38, приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.).

Соискатель Ушаков Александр Александрович 1991 года рождения. В 2015 году соискатель окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» по специальности «Физика». В 2019 году окончил Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской

академии наук и на кафедре общей физики и волновых процессов физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Научный руководитель — доктор физико-математических наук Савельев-Трофимов Андрей Борисович, профессор кафедры общей физики и волновых процессов физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Научный консультант — канд. физ.-мат. наук Букин Владимир Валентинович, заведующий лабораторией лазерной спектроскопии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

- Чекалин Сергей Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией спектроскопии ультрабыстрых процессов института спектроскопии РАН;
  - Петров Николай Владимирович, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Международного научного центра оптической и квантовой информатики, биофотоники факультета фотоники и оптоинформатики Университета ИТМО
- дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук», г. Нижний Новгород, в своем положительном заключении, подписанном Кориным Алексеем

Ивановичем, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником, и утвержденном директором Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук», руководителем отделения физики плазмы и электроники больших мощностей, член-корреспондентом РАН, доктором физико-математических наук, Денисовым Григорием Геннадиевичем, указала, что выполненная на высоком научном уровне диссертационная работа А.А. Ушакова удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21–Лазерная физика.

В отзыве указаны следующие замечания.

1) В диссертации не представлены результаты исследований характеристик источника терагерцового излучения – лазерной плазмы. Здесь необходимость подобных исследований обусловлена сравнением результатов теоретического моделирования и результатов, полученных на разных экспериментальных установках.

2) При исследовании частотно-угловых распределений терагерцового излучения целесообразно расширить диапазон параметра, выраженного через произведение частоты излучения на длину плазмы, в сторону повышения. Для этого необходимо применить либо фокусировку с меньшей угловой апертурой, либо более широкополосные детекторы.

Соискатель имеет 72 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 25 работ, из них 6 работ в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Список наиболее значительных работ:

1. Ushakov A.A., Chizhov P.A., Bukin V.V., Savel'ev A.B., Garnov S.V. Broadband in-line terahertz 2D imaging: comparative study with time-of-flight, cross-correlation and Fourier transform data processing // Journal of the Optical Society of America B: Optical Physics – 2018. – Vol. 116, № 5. – P. 1159-1164.

2. Ушаков А.А., Чижов П.А., Букин В.В., Гарнов С.В., Савельев А.Б. Сравнительный анализ методик двумерной пространственно-временной визуализации поля импульсного терагерцевого излучения с применением электрооптического кристалла // Квантовая электроника – 2018. – Т. 48, № 5. – С. 487-490.
3. Ushakov A.A., Chizhov P.A., Andreeva V.A., Panov N.A., Shipilo D.E., Matoba M., Nemoto N., Kanda N., Konishi K., Bukin V.V., Kuwata-Gonokami M., Kosareva O.G., Garnov S.V., Savel'ev A.B. Ring and unimodal angular-frequency distribution of THz emission from two-color femtosecond plasma spark // Optics Express – 2018. – Vol. 26, № 14. – P. 8202-18213.
4. Ushakov A.A., Matoba M., Nemoto N., Kanda N., Konishi K., Andreeva V.A., Panov N.A., Shipilo D.E., Chizhov P.A., Bukin V.V., Kuwata-Gonokami M., Yumoto J., Kosareva O.G., Garnov S.V., Savel'ev A.B. Backward terahertz radiation from the two-color femtosecond laser filament // JETP Letters – 2017. - Vol. 106, № 11. – P. 706-708.
5. Ushakov A.A., Chizhov P.A., Bukin V.V., Savel'ev A.B., Garnov S.V. Broadband terahertz in-line phase contrast imaging // Journal of Applied Spectroscopy – 2016. - Vol. 83, № 6-16. – P. 729-730.
6. Чижов П.А., Ушаков А.А., Букин В.В., Гарнов С.В. Измерение методом интерферометрии пространственно-временного распределения поля терагерцевых импульсов в электрооптическом кристалле // Квантовая электроника – 2015. - Т. 45, № 5. – С. 434-436.

На автореферат поступил отзыв от Кулыгина Максима Львовича, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника ФГУБН ФИЦ ИПФ РАН. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Определение «фазового объекта» дано вскользь, без соблюдения научной строгости.
2. Сведения об эффективности преобразования энергии лазерного излучения в терагерцевое – отсутствуют. Очевидный вопрос о повышении эффективности преобразования с помощью разработанных методов оставлен без ответа в тексте автореферата.
3. Ссылки на рисунки 2 и 4 не упомянуты в тексте автореферата. На рис. 4(а) в случае длинных каналов не хватает углового разрешения вблизи нуля градусов.

4. На рис. 7(а) осциллограммы прямого и обратного терагерцового излучения отображаются на одном графике, хотя нормированы на разные величины. Соотношение этих величин не приводится. О степени идентичности детекторов двух излучения не сообщается.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью их работ в области лазерной физики и высокой степенью научного авторитета, обусловленного компетентностью и значимостью их работ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований экспериментально определен оптимальный режим фокусировки двухчастотного фемтосекундного лазерного излучения в воздух при атмосферном давлении с точки зрения направленности терагерцового излучения из плазмы. В случае жесткой фокусировки двухчастотного лазерного излучения экспериментально подтверждено наличие терагерцового излучения, распространяющегося из плазмы в направлении, противоположном направлению распространения излучения двухчастотной накачки. Продемонстрирована новая методика визуализации фазовых объектов в терагерцовой области частот по анализу кросс-корреляционной функции опорных и сигнальных временных форм импульсов.

Теоретическая значимость исследования определяется соответствием полученных экспериментальных результатов развиваемым теоретическим моделям генерации терагерцового излучения при двухчастотной лазерной накачке в воздухе: смещение кольцевой структуры частотно-угловых спектрах терагерцового излучения в область низких частот при уменьшении числовой апертуры фокусируемого двухчастотного излучения и смещение в ту же область спектра обратного терагерцового излучения по сравнению со спектром прямого излучения.

Научная новизна диссертации заключается в следующем.

Экспериментально обнаружено смещение кольцевой структуры в области спектра 0.5–2 ТГц в частотно-угловом распределении терагерцевого излучения из плазмы, создаваемой при фокусировке фемтосекундного двухчастотного лазерного излучения в воздух при атмосферном давлении и изменении числовой апертуры от 0.2 до 0.02. При фокусировке с числовой апертурой 0.07–0.28 двухчастотного фемтосекундного лазерного излучения зарегистрирована часть терагерцевого излучения, распространяющегося в направлении, противоположном направлению распространения излучения двухчастотной накачки. Предложена методика визуализации фазовых объектов в терагерцевой области частот по положению максимума кросс-корреляционной функции временных форм терагерцевого излучения, прошедшего через исследуемый объект и в его отсутствие.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики: Оптимальный режим фокусировки двухчастотного фемтосекундного лазерного излучения в воздухе позволяет использовать газовую плазму для узконаправленной генерации терагерцевого излучения с унимодальным распределением; использование обратного терагерцевого излучения из фемтосекундной лазерной плазмы позволяет неинвазивно диагностировать параметры источника в режиме реального времени; предложенные методики визуализация фазовых объектов в терагерцевой области частот обеспечивают повышение контраста изображений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что экспериментальные результаты в пределах погрешностей согласуются с данными численного моделирования и теоретическими представлениями.

Личный вклад соискателя состоит в проведении экспериментов, обработке и анализе экспериментальных данных, интерпретации результатов, участии в написании статей, выступлении на конференциях и семинарах с полученными научными результатами.

На заседании 15 апреля 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Ушакову А.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту «0» человек, проголосовали: за «17», против «нет», недействительных бюллетеней «нет».

Зам. председателя диссертационного совета Д002.063.03

Член-корр. РАН



П.П.Пашинин

Ученый секретарь диссертационного совета Д002.063.03

канд. физ.-мат. наук

 Т.Б. Воляк

17.04.2019 г.