

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 501.001.31 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
М.В.ЛОМОНОСОВА" ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19 июня 2014 г. протокол №43

О присуждении Сметаниной Евгении Олеговне, (гражданство РФ), ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Световые пули и спектр фемтосекундного лазерного излучения при филаментации в плавленом кварце» по специальности 01.04.21 – лазерная физика принята к защите 21.02.2014 протокол № 2пр диссертационным советом Д 501.001.31 на базе федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова" 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, приказ о создании №72/нк от 13 февраля 2013 г.

Соискатель Сметанина Евгения Олеговна 1987 года рождения. В 2011 году соискатель окончила Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова", физический факультет, кафедру общей физики и волновых процессов. В 2014 году соискатель окончила очную аспирантуру Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова", физического факультета, кафедры общей физики и волновых процессов.

Диссертация выполнена на кафедре общей физики и волновых процессов физического факультета Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова".

Научный руководитель - доктор физико-математических наук, Кандидов Валерий Петрович, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова", физический Факультет, кафедра общей физики и волновых процессов, профессор.

Официальные оппоненты:

Ионин Андрей Алексеевич, доктор физико-математических наук (специальность 01.04.21 - лазерная физика), профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н.Лебедева Российской академии наук, заведующий лабораторией газовых лазеров, главный научный сотрудник

Карташов Ярослав Вячеславович, доктор физико-математических наук (специальность 01.04.05 – оптика), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Спектроскопии Российской Академии Наук (ИСАН), ведущий научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию. К основным замечаниям можно отнести вопрос об исключении множественной филаментации из рассматриваемого диапазона режимов, необходимость более детального исследования влияния инерционной части Керровского отклика на эволюцию световой пули.

Ведущая организация Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Профессионального Образования Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики, г. Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, подписанном кандидатом физико-математических наук, ассистентом кафедры фотоники и оптоинформатики Буяновской Елизаветой Михайловной, деканом факультета фотоники и оптоинформатики заведующим кафедрой фотоники и оптоинформатики, доктором физикоматематических наук профессором Козловым Сергеем Аркадьевичем и утвержденном Ректором Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики доктором технических наук, членом-корреспондентом Российской академии наук, профессором Васильевым В.Н., указала, что диссертация Сметаниной Евгении Олеговны «Световые пули и спектр фемтосекундного лазерного излучения при филаментации в плавленом кварце» является актуальной и важной, результаты диссертационной работы могут быть использованы в Университете ИТМО, ГОИ им. С.И. Вавилова, ФТИ им. Иоффе, СПбГУ, МГУ им. М.В. Ломоносова, ОИФ РАН, МИФИ, ООО «Авеста», ИПФ РАН. Основное замечание указывает на необходимость анализа устойчивости световых пуль к амплитудно-фазовым возмущениям светового поля в нелинейной среде.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 19 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 9 работ. Основные результаты диссертации отражены в следующих статьях:

1. Е.О. Сметанина, А.Е. Дормидонов, В.О. Компанец *Коническая эмиссия суперконтинуума при филаментации фемтосекундного лазерного импульса в плавленом кварце*. Оптический журнал 7 (77), 75-77 (2010)
2. В.П. Кандидов, Е.О. Сметанина, А.Е. Дормидонов, В.О. Компанец, С.В. Чекалин *Формирование конической эмиссии суперконтинуума при филаментации фемтосекундного лазерного излучения в плавленом кварце*. ЖЭТФ 140 (3) , 484-496 (2011)
3. E.O.Smetanina, A. E. Dormidonov, V. P. Kandidov *Supercontinuum generation in filamentation of femtosecond laser pulse in fused silica*. Proc. SPIE 8159, 81590L (2011); DOI:10.1117/12.893108
4. E.O.Smetanina, A. E. Dormidonov, and V. P. Kandidov *Spatio-Temporal Evolution Scenarios of Femtosecond Laser Pulse Filamentation in Fused Silica*. Laser Physics 22 (7) , 1189–1198 (2012)

5. Е.О.Сметанина, В.О.Компанец, С.В.Чекалин, В.П.Кандидов *Особенности филаментации фемтосекундного лазерного излучения в условиях аномальной дисперсии в плавном кварце. Ч.1. Численное исследование* Квантовая Электроника 42, 913-919 (2012)
6. Е.О.Сметанина, В.О.Компанец, С.В.Чекалин, В.П.Кандидов *Особенности филаментации фемтосекундного лазерного излучения в условиях аномальной дисперсии в плавном кварце. Ч.2. Эксперимент и физическая интерпретация* Квантовая Электроника 42, 920-924 (2012)
7. С. В. Чекалин, В. О. Компанец, Е. О. Сметанина, В. П. Кандидов *Световые пули и спектр суперконтинуума при филаментации фемтосекундного импульса в условиях аномальной дисперсии групповой скорости в плавном кварце* Квантовая Электроника 43, 326 (2013).
8. E.O.Smetanina, V. O. Kompanets, S. V. Chekalin, A. E. Dormidonov, and V. P. Kandidov *Anti-Stokes wing of femtosecond laser filament supercontinuum in fused silica* Optics Letters 38 (1), 16-18 (2013)
9. E.O. Smetanina, V.O. Kompanets, A.E. Dormidonov, S.V. Chekalin and V.P. Kandidov *Light bullets from near-IR filament in fused silica* Laser Physics Letters 10, 105401 (2013)
10. E.O.Smetanina , V.M.Kadan, I.V.Blonskyi, V.P.Kandidov *Dynamic lenses in femtosecond filament* Appl. Phys. B 2014 DOI 10.1007/s00340-013-5758-x

В работах [1-3] автором представлены полученные лично численные и полученные совместно с коллегами из Института Спектроскопии РАН экспериментальные результаты исследования интерференционных эффектов при формировании частотно-угловых спектров суперконтинуума в процессе филаментации излучения в широком диапазоне длин волн. Особенности формирования спектра суперконтинуума в условиях аномальной дисперсии групповой скорости экспериментально и численно исследованы автором в [3,5-6,8]. Автором теоретически предсказано [4], экспериментально зарегистрировано совместно с коллегами из Института Спектроскопии РАН и физически интерпретировано [7,9] формирование последовательности световых пульс – областей с высокой локализацией светового поля - при филаментации фемтосекундного излучения в условиях аномальной дисперсии групповой скорости.

В работе [10] автор численно исследовал процесс насыщения интенсивности в филаменте на основе экспериментальных результатов по регистрации изменения показателя преломления плавного кварца в процессе филаментации, полученных совместно с коллегами из Института Физики НАН Украины, осуществил обработку экспериментальных и численных данных.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Отзыв на автореферат составил доктор физико-математических наук, профессор Ю.Э.Гейнц, Институт оптики атмосферы СО РАН им. акад. В.Е. Зуева, главный научный сотрудник. Отзыв положительный. Замечания касаются необходимости более детально указывать пространственные параметры начального излучения и световой пули в филаменте в защищаемых положениях.

Отзыв на автореферат составил доктор физико-математических наук Ф.Ю. Канев, Институт оптики атмосферы СО РАН им. акад. В.Е. Зуева, ведущий научный сотрудник. Отзыв положительный. В качестве недостатков работы отмечены погрешности в оформлении автореферата, в частности, разный размер шрифта в разделах автореферата.

Отзыв на автореферат составили Член-корр. НАН Украины, доктор физико-математических наук, профессор И.В. Блонский, Институт Физики НАН Украины, зав. отделом фотонных процессов, и кандидат физико-математических наук В.Н. Кадан, Институт Физики НАН Украины, старший научный сотрудник отдела фотонных процессов. Отзыв положительный.

Отзыв на автореферат составили кандидат физико-математических наук О.Х. Хасанов, Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по материаловедению» (ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению»), ведущий научный сотрудник, и кандидат физико-математических наук О.М. Федотова, ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению», старший научный сотрудник. Отзыв положительный.

Отзыв на автореферат составил доктор физико-математических наук, профессор С.В. Сазонов, Научно-исследовательский центр «Курчатовский институт», ведущий научный сотрудник. Отзыв положительный. Указанное замечание касается условий применимости используемой математической модели для описания формирования и распространения излучения длительностью до двух периодов поля.

Отзыв на автореферат составил доктор технических наук, профессор В.В. Черепанов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Факультет №8 «Прикладная математика и физика», Кафедра 801 «Физика», профессор. Отзыв положительный. В качестве замечаний отмечена сравнительная ограниченность предлагаемых путей применения полученных результатов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в области теоретического и экспериментального исследования особенностей процесса филаментации мощного фемтосекундного излучения и распространения широкополосного излучения в нелинейной среде, наличием публикаций в сфере численного моделирования процесса филаментации, теоретического анализа условий формирования световых пульс в нелинейных средах, экспериментального исследования параметров фемтосекундного филамента и, таким образом, способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Разработана модель формирования квазипериодической последовательности световых пульс – областей с высокой локализацией светового поля - при филаментации фемтосекундного излучения в условиях аномальной дисперсии

групповой скорости. В плавленом кварце в импульсе на длине волны 1800 нм пиковая интенсивность в пике достигает $5 \cdot 10^{13}$ Вт/см², ее длительность равна 13,5 фс, что составляет около двух оптических осцилляций.

- Установлены закономерности формирования высокочастотного (антистоксова) крыла суперконтинуума фемтосекундного импульса при филаментации в условиях аномальной дисперсии групповой скорости.
- Определен общий характер интерференционных эффектов при формировании частотно-угловых спектров широкополосного суперконтинуума в процессе фемтосекундной филаментации в условиях нормальной, нулевой и аномальной дисперсии групповой скорости.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- использован комплекс взаимно дополняющих методов численного, экспериментального и аналитического исследования трансформации импульса и его частотно-углового спектра при филаментации в условиях нормальной, нулевой и аномальной дисперсии групповой скорости.
- сформулированы условия насыщения пиковой интенсивности в процессе филаментации фемтосекундного излучения при нормальной дисперсии групповой скорости и образовании световых пучков при аномальной дисперсии групповой скорости плавленого кварца.
- установлены закономерности формирования световых пучков при фемтосекундной филаментации лазерного излучения в условиях аномальной дисперсии групповой скорости в плавленом кварце.
- изучено влияние центральной длины волны фемтосекундного излучения на параметры антистоксова крыла суперконтинуума, генерируемого в процессе филаментации в условиях аномальной дисперсии групповой скорости плавленого кварца.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что

- разработана общая методика получения ИК импульсов длительностью в несколько периодов светового поля с помощью процесса филаментации в плавленом кварце в условиях аномальной дисперсии групповой скорости.
- определены перспективы практического применения методов получения световых пучков среднего ИК диапазона для экологического мониторинга окружающей среды.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- в экспериментальной части работ результаты получены на сертифицированном оборудовании фемтосекундного комплекса Центра коллективного пользования Института Спектроскопии РАН и Центра коллективного пользования “Лазерный Фемтосекундный Комплекс” Института Физики НАН Украины.

- установлено качественное и количественное согласие результатов экспериментального исследования высокочастотного (антистоксова) крыла суперконтинуума и выявленных соискателем закономерностей его формирования, с результатами, полученными в последующих работах независимых зарубежных групп.
- теория, лежащая в основе численной модели распространения мощного фемтосекундного излучения в прозрачном диэлектрике, построена на базе известного приближения медленно меняющейся волны, которая позволяет адекватно воспроизводить процесс самокомпрессии импульса до двух периодов светового поля и генерацию широкополосного суперконтинуума. Результаты численного моделирования находятся в согласии с экспериментальными результатами полученными в диссертационной работе, а так же с опубликованными другими авторами экспериментальными данными по теме диссертации.
- идея и выводы, сформулированные в диссертации, базируются на анализе экспериментальных, численных и аналитических результатов, полученных в рамках единого подхода в исследованиях филаментации в плавленом кварце импульсов с центральными длинами волн, перестраиваемыми в широком диапазоне, который перекрывает области нормальной, нулевой и аномальной дисперсии групповой скорости. Установлено качественное соответствие полученных автором диссертации закономерностей формирования высокочастотного (антистоксова) крыла суперконтинуума с одновременно и независимо полученными экспериментальными и численными результатами зарубежных научных групп (Durand M. et al. // Phys. Rev. A. - 2013.; Darginavičius J. et al. / Opt. Express. - 2013. - В количественном соответствии находятся оценки минимальной длительности фемтосекундного излучения при филаментации в условиях аномальной дисперсии групповой скорости, полученные автором диссертации (13.5фс) и зарубежной научной группой (20фс) (Durand M. et al. // Phys. Rev. Lett. - 2013.).

Личный вклад соискателя состоит в:

- проведении численного моделирование и анализа процесса филаментации мощного фемтосекундного излучения в плавленом кварце в условиях нормальной, нулевой и аномальной дисперсии,
- выявлении основных закономерностей пространственно-временной трансформации фемтосекундного лазерного импульса в процессе филаментации в условиях нормальной, нулевой и аномальной дисперсии плавленого кварца,
- анализе основных закономерностей формирования последовательность сжатых во времени и пространстве высоко интенсивных световых пульс филамента, длительностью несколько периодов светового поля при филаментации в условиях аномальной дисперсии групповой скорости;
- аналитическом исследовании спектра суперконтинуума световой пули.
- детальном планировании лабораторных экспериментов, выполненных в Институте спектроскопии РАН по спектральным исследованиям антистоксова крыла суперконтинуума при филаментации импульсов в диапазоне длин волн от 1200 до 2300 нм и регистрации длительности световых пульс в плавленом кварце

- проведении сравнительного анализа результатов численного моделирования и экспериментальных данных по регистрации антистоксова крыла суперконтинуума;
- исследовании основных закономерностей насыщения интенсивности в филаменте в условиях нормальной и аномальной дисперсии групповой скорости в плавленом кварце.

Все использованные в диссертации результаты получены автором лично или при определяющем его участии.

На заседании 19.06.2014г. диссертационный совет принял решение присудить Сметаниной Е.О. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика, физико-математические науки, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 20, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета Д 501.001.31
доктор физико-математических наук, профессор

А.В. Андреев

Ученый секретарь диссертационного совета Д 501.001.31
кандидат физико-математических наук

А.А. Коновко

19 июня 2014 г.

