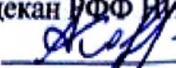


Министерство образования и науки Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)  
Радиофизический факультет  
Кафедра оптико-электронных систем и дистанционного зондирования

ДОПУСТИТЬ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ ГЭК  
Руководитель ООП  
к.ф.-м.н., доцент кафедры КЭиФ,  
декан РФФ НИ ТГУ,  
 А.Г. Коротаев  
« 6 » ИЮНЯ 2018 г.

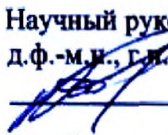
### НАУЧНЫЙ ДОКЛАД

об основных результатах подготовленной научно – квалификационной работы  
(диссертации)

## МНОЖЕСТВЕННАЯ ФИЛАМЕНТАЦИЯ ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛНОВОГО ФРОНТА ИСХОДНОГО ОПТИЧЕСКОГО ПУЧКА

по основной образовательной программе подготовки научно-педагогических кадров в  
аспирантуре  
направление подготовки 03.06.01 – Физика и астрономия

Кучинская Олеся Ивановна

Научный руководитель  
д.ф.-м.н., г.н.с. ИОА СО РАН  
 А.М. Кабанов  
« 6 » ИЮНЯ 2018 г.

Автор работы  
аспирант  
 О.И. Кучинская

Томск-2018

В задачах нелинейной фемтосекундной оптике атмосферы и океана наиболее интересным и перспективным для практического использования эффектом является филаментация лазерных импульсов, т.е. каналирование пучка. Данное явление связано, в основном, с двумя нелинейно-оптическими эффектами, а именно - самофокусировка лазерного пучка и многофотонная ионизация и образование плазмы [1-3].

Анализ публикаций в направлении исследований, связанных с использованием филаментации в атмосфере показал, что одиночная филаментация хорошо описывается созданными к настоящему времени моделями [4-6]. Для случая множественной филаментации, которая наиболее интересна для задач атмосферной оптики, не имеется количественно апробированных прогностических моделей, позволяющих обеспечить эффективный прогноз формирования области множественной филаментации с заданными параметрами на заданном удалении от источника. Применение систем формирования оптических пучков для управления множественной филаментацией лазерных импульсов открывает новые возможности фемтосекундной оптики.

Совместно с экспериментальной научной группой автором была разработана методика экспериментов по эффективному управлению пространственным положением и протяженностью участка филаментации лазерного излучения, в том числе с использованием адаптивного оптического тракта, с мощностью импульсов, многократно превышающей критическую мощность самофокусировки в воздухе [7]. В ходе работы была исследована эволюция поперечной энергетической структуры при распространении фемтосекундных лазерных импульсов в условиях филаментации, управляемой искажениями фазового фронта задаваемыми элементами биморфного деформируемого зеркала. Определена возможность формирования на заданном расстоянии от источника значения интенсивностей оптического поля в постфиламентационных световых каналах, достаточные для инициирования плазмы на твердотельных мишенях для проведения анализа их элементного состава. Впервые установлено, что угловая расходимость отдельных постфиламентационных каналов составляет  $\sim 12$  мкрад, группы ПФК  $\sim 30$  мкрад. Аномально низкая угловая расходимость этих структур обеспечивается общей кольцевой энергетической оболочкой, которая начинает формироваться внутри области филаментации вокруг отдельных филаментов, а после ее окончания преобразуется в общую кольцевую структуру, окружающую «пакет» ПФК. Формирование данной структуры не зависит от количества и конфигурации филаментов в поперечном сечении пучка. Впервые показано, что спектр ПФК обладает значительным и симметричным спектральным уширением, и охватывает диапазон 600-1100 нм, спектры ПФК, колец и пучка существенно отличаются. Уширение спектра колец ассиметрично и направлено, в

основном, в коротковолновую область спектра. Данные уширения являются устойчивыми и не изменяются при удалении от области множественной филаментации. Впервые установлено, что поперечный размер неоднородностей в лазерном пучке, из которых формируется оптический предфиламентационный канал в диапазоне энергий импульса 20 – 40 мДж (мощностей 400 - 800 ГВт) слабо зависит от энергии импульса. Впервые установлено, что каждый сформированный до области филаментации канал «превращается» в филамент, т.е. структуру, сопровождающуюся плазмообразованием и генерацией конической эмиссии. При этом критерий «превращения» канала в филамент не определен. Впервые показано, что удовлетворительное согласие с расчетными значениями длины нелинейной фокусировки наблюдается только для малых энергий импульса. С увеличением энергии (мощности) импульса расхождение с расчетом возрастает. Впервые показано, что фазовые искажения различных частей лазерного пучка за счет использования биморфного деформируемого зеркала позволяют, управлять положением области филаментации по всей длине модельной (150 м) трассы. Впервые показано, что использование биморфного деформируемого зеркала позволяет детерминировать локализацию филаментов и высокоинтенсивных каналов в поперечном сечении пучка. Впервые обнаружен режим формирования протяженных (>100 м) высокоинтенсивных ( $10^{11}$ - $10^{12}$  Вт/см<sup>2</sup>) слаборасходящихся бесфиламентационных каналов.

Достоверность полученных научных результатов и выводов, сделанных на их основе, подтверждается: методической и технической проработкой запланированных и проведенных экспериментов; корректным учетом случайных и систематических погрешностей в полученных результатах; сравнением результатов с данными других научных коллективов для частных случаев совпадения начальных условий экспериментов.

Результаты исследований опубликованы в 11 статьях из Перечня ВАК (Оптика атмосферы и океана, Известия вузов. Физика, Прикладная физика, Physics of Wave Phenomena, Optical memory) 20 статьях индексируемых в WoS и Scopus, общее количество публикаций 59 и представлены на 21 международной и всероссийской конференциях. Материалы диссертации были использованы при выполнении девяти государственных контрактов, в том числе РФФ, РФФИ. Часть экспериментальных данных является запатентованной, что подтверждает исключительное право ИОА СО РАН, в том числе претендента, на полученный результат интеллектуальной деятельности: база данных, № 303 от 23.03.2017 «Пространственные характеристики ПФК образованных при распространении фемтосекундных лазерных импульсов в воздухе» и база данных № 304 от 23.03.2017 «Трансформация спектральных характеристик ПФК образованных при распространении фемтосекундных лазерных импульсов в воздухе».

Все представленные в диссертации результаты получены, обработаны и проанализированы при непосредственном участии автора. Эксперименты проводились на стендах ИОА СО РАН (г. Томск).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Аскарьян Г.А. Воздействие градиента поля интенсивного электромагнитного луча на электроны и атомы // ЖЭТФ. 1962. Т. 42. С. 1567.
- 2 Пипелецкий Н.Ф., Рустамов А.Р. Наблюдение самофокусировки света в жидкости // Письма в ЖЭТФ. 1965. Т.2. С. 88.
- 3 Chin S.L., Chen Y., Kosareva O.G., Kandidov V.P., Théberge F. “What is a Filament?”, *Laser Physics* 18, 962 (2008).b  
Theberge F., Liu W., Simard P.Tr. et al. Plasma density inside a femtosecond laser filament in air: Strong dependence on external focusing // *Physics Review E*. 2006. Vol. 74. P. 036406.
- 4 Кандидов В.П., Шлёнов С.А. Глубокое каналирование и филаментация мощного лазерного излучения в веществе // Под редакцией В.Я. Панченко. М.: Интерконтакт Наука. 2009. 266 с.
- 5 Ахманов С.А., Сухоруков А.П., Хохлов Р.В. Самофокусировка и дифракция света в нелинейной среде // *Успехи физ. наук*. 1967. Т. 93, вып. 1. С. 19-69.
- 6 Землянов А.А., Булыгин А.Д., Гейнц Ю.Э., Минина О.В. Динамика световых структур при филаментации фемтосекундных лазерных импульсов в воздухе // *Оптика атмосферы и океана*. 2016. Т. 29. № 05. С. 359–368.
- 7 Апексимов Д.В., Землянов А.А., Иглакова А.Н., Кабанов А.М., Кучинская О.И., Матвиенко Г.Г., Ошлаков В.К., Петров А.В., Соколова Е.Б. Локализованные световые структуры с высокой интенсивностью при множественной филаментации фемтосекундного импульса титан-сапфирового лазера на воздушной трассе // *Оптика атмосферы и океана*. 2017. Т.30. №.11. С.910-914.



[\(http://like.exactus.ru/index.php/ru/\)](http://like.exactus.ru/index.php/ru/) [\(http://like.exactus.ru/index.php/en/\)](http://like.exactus.ru/index.php/en/)

### Поиск заимствований в научных текстах<sup>®</sup>

Введите текст:

...или загрузите файл:

Файл не выбран...

[Выбрать файл...](#)

Укажите год публикации:

#### Выберите коллекции

- Все
- Рефераты
- Авторефераты
- Иностранные конференции
- PubMed
- Википедия
- Российские конференции
- Иностранные журналы
- Российские журналы
- Энциклопедии
- Англоязычная википедия

[Анализировать](#)

[Проверить по расширенному списку коллекций системы Руконтекст \(http://text.rucont.ru/like\)](http://text.rucont.ru/like)

Обработан файл:  
нд\_Кучинская О.И..txt

Год публикации: 2018.

Оценка оригинальности документа - 100.0%

Процент условно корректных заимствований - 0.0%

Процент некорректных заимствований - 0.0%

[Просмотр заимствований в документе](#)

Время выполнения: 4 с.

Заимствования отсутствуют

[Значимые оригинальные фрагменты](#)

[Библиографические ссылки](#)

[Искать в Интернете](#)



100.00%

[Дополнительно](#)