

Министерство образования и науки Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

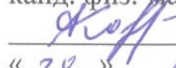
Радиофизический факультет

Кафедра оптико-электронных систем и дистанционного зондирования

ДОПУСТИТЬ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ ГЭК

Руководитель ООП

канд. физ.-мат. наук, доцент

 А.Г. Коротаев

« 20 » 06 2018 г.

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД

об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы
(диссертации)

**ДИФРАКЦИОННО-ЛУЧЕВАЯ МОДЕЛЬ ФИЛАМЕНТАЦИИ
ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ В ВОЗДУХЕ**

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

Минина Ольга Владимировна

Научный руководитель

д-р физ.-мат. наук, профессор,

г.н.с. ИОА СО РАН

 А.А. Землянов

« 20 » 06 2018 г.

Автор работы

аспирант

 О.В. Минина

Томск - 2018

Актуальность. Распространение мощных фемтосекундных лазерных импульсов (МФЛИ) в среде происходит в условиях сильной пространственно-временной модуляции амплитуды и фазы светового поля. При этом значительно изменяются спектральные, энергетические и пространственные характеристики лазерного излучения: формируются высокоинтенсивные световые каналы – филаменты, генерируется суперконтинуальное излучение, коническая эмиссия, терагерцовое излучение, формируются «световые пули». Указанные эффекты стимулировали развитие новых технологий, в частности, явление филаментации применяется для решения задач атмосферной оптики, связанных с доставкой световой энергии на протяженные дистанции и лазерным зондированием окружающей среды.

Для успешной интерпретации экспериментальных данных важны теоретические исследования. Их роль также велика для задач прогнозирования распространения МФЛИ в атмосфере и определения эффективных механизмов управления положением области филаментации вдоль трассы. Однако на основе существующих теоретических и экспериментальных исследований, направленных на установление механизмов взаимодействия МФЛИ со средой, не удастся объяснить ряд вопросов, например, зависимость координаты начала филаментации от радиуса пучка, наблюдаемую, например, в работе [1]; дисперсионную зависимость характеристик области филаментации; образование высокоинтенсивных областей внутри пучка до начального этапа филаментации [2]; механизмы формирования пространственной области множественной филаментации.

В теоретическом плане эффективным инструментом для решения поставленных задач является описанный в работах [3,4] подход, основанный на использовании дифракционных лучей и трубок. В отличие от традиционных амплитудных подходов, используемых при исследовании филаментации, данный подход учитывает изменения фазы световой волны при расчете интенсивности, что позволяет через локальный наклон фазового фронта определить направление тока интенсивности в различных областях лазерного пучка, что дает возможность визуализировать численное решение и прояснить его физическое содержание.

Резюмируя вышесказанное, можно сформулировать **цель работы** как разработку модели одиночной филаментации пучков коллимированного излучения титан-сапфирового лазера фемтосекундной длительности в воздухе на основе дифракционно-лучевого подхода. Для достижения данной цели необходимо решить следующие **основные задачи**:

1. Развить метод дифракционных лучей и трубок для задач фемтосекундной лазерной филаментации в воздухе.
2. Провести численное моделирование распространения фемтосекундных лазерных импульсов в воздухе в режиме одиночной филаментации миллиметровых пучков для широкого диапазона входных параметров лазерного излучения.
3. Определить энергетические характеристики световых структур, формируемых при одиночной филаментации МФЛИ.
4. Построить концепцию одиночной филаментации коллимированных пучков МФЛИ в воздухе на основе результатов численных экспериментов.

Основные результаты, полученные в работе, позволяют сформулировать её **научную новизну**:

- Установлено, что образование световых структур при одиночной филаментации фемтосекундных лазерных импульсов происходит за счет формирования отрицательного градиента эффективной диэлектрической проницаемости.
- Показано, что образование филамента обеспечивается световой энергией только части пучка, которая находится в лучевой трубке с начальной пиковой мощностью, превышающей критическую мощность для гауссова пучка при стационарной самофокусировке.
- Выявлено, что в область филаментации происходит поступление мощности из предшествующих временных слоев импульса вследствие дисперсии.
- Установлено, что угловая расходимость постфиламентационных световых каналов уменьшается при увеличении начального радиуса лазерного пучка и пиковой мощности в импульсе.

Научная значимость результатов работы состоит в развитии фундаментальных физических представлений о распространении МФЛИ в воздухе. В частности развитый метод решения задач фемтосекундной лазерной

филаментации – метод дифракционных лучей и трубок, позволяет определить энергетические характеристики световых структур, формируемых при филаментации. Также в рамках дифракционно-лучевого подхода построена модель одиночной филаментации коллимированных пучков фемтосекундного лазерного излучения в воздухе. **Практическая значимость** работы обусловлена возможностью использования полученных результатов для интерпретации экспериментальных данных по множественной филаментации МФЛИ и обеспечения прогнозирования их распространения на атмосферных трассах.

Основные результаты исследований:

- Развита метод дифракционных лучей и трубок для задач фемтосекундной лазерной филаментации, что позволило визуализировать особенности нелинейного взаимодействия излучения со средой и понять механизмы, определяющие формирование световых структур при филаментации.

- Показано, что существование филамента обеспечивается за счет части световой энергией пучка. Она содержится в дифракционно-лучевой трубке с начальной пиковой мощностью, превышающей критическую мощность для гауссова пучка при стационарной самофокусировке.

- Постфиламентационный канал, распространяющийся после окончания плазменного канала, содержит пиковую мощность менее критической мощности самофокусировки.

- Установлено, что энергозатраты излучения на филаментацию снижаются с увеличением радиуса пучка и уменьшением его начальной пиковой мощности.

- Выявлена зависимость расходимости постфиламентационных световых каналов от радиуса лазерного пучка и начальной пиковой мощности в импульсе.

Апробация работы. Основные результаты докладывались автором на 11-и конференциях. По теме диссертации опубликована 21 работа, из которых 4 статьи вышли в рецензируемых периодических журналах из списка ВАК:

1. Землянов А.А., Булыгин А.Д., Минина О.В. Длина филаментации фемтосекундного лазерного излучения, сфокусированного конической и параболической линзами // Известия вузов. Физика. 2013. Т. 56. № 3. С. 44-48.

2. Землянов А.А., Гейнц Ю.Э., Булыгин А.Д., Минина О.В. Динамика световых структур при филаментации фемтосекундных лазерных импульсов в воздухе // Оптика атмосферы и океана. 2016. Т.29. №5. С. 359-368.

3. Гейнц Ю.Э., Землянов А.А., Минина О.В. Дифракционно-лучевая оптика филаментации: I. Формализм дифракционных лучей и световых трубок // Оптика атмосферы и океана. 2018. Т.31. №5. С. 364-371.

4. Гейнц Ю.Э., Землянов А.А., Минина О.В. Дифракционно-лучевая оптика филаментации: II. Дифракционно-лучевая картина филаментации лазерного импульса // Оптика атмосферы и океана. 2018. Т.31. №7. (в печати).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Mechain G., D'Amico C., Andre Y.-B. et al. Range of plasma filaments created in air by a multi-terawatt femtosecond laser // Optics Communications. 2004. V. 247. P.171-180.

2. Апексимов Д.В., Землянов А.А., Иглакова А.Н. и др. 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.

3. Землянов А.А., Булыгин А.Д., Гейнц Ю.Э. Дифракционная оптика светового филамента, образованного при самофокусировке фемтосекундного лазерного импульса в воздухе // Оптика атмосферы и океана. 2011. Т. 24. № 10. С. 839-847.

4. Землянов А.А., Булыгин А.Д., Гейнц Ю.Э. Энергетические световые структуры при филаментации фемтосекундного лазерного излучения в воздухе. К 50-летию первой публикации о самофокусировке света // Оптика атмосферы и океана. 2013. Т. 26. № 5. С. 350-362.

Введите текст:

...или загрузите файл:

Файл не выбран...

Выбрать файл...

Укажите год публикации: 2018 ▼

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>)

Обработан файл:
ДОКЛАД.doc.

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: 8 с.

Заимствования отсутствуют

[Общеизвестные фрагменты](#)

[Значимые оригинальные фрагменты](#)

[Библиографические ссылки](#)

[Искать в Интернете](#)



100.00%

[Дополнительно](#)