

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Залозной Елизаветы Дмитриевны
«Свойства экстремально сжатого волнового пакета
среднего инфракрасного диапазона в объеме прозрачной среды»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико–математических наук
по специальности 1.3.19. –Лазерная физика

Диссертационная работа Е.Д. Залозной посвящена исследованию особенностей филаментации фемтосекундного лазерного излучения при аномальной дисперсии групповой скорости в прозрачных твердотельных диэлектриках.

Актуальность темы диссертации обусловлена высоким интересом к определению общих закономерностей трансформации волновых пакетов среднего инфракрасного диапазона фемтосекундной длительности при нелинейно-оптическом взаимодействии с объемом диспергирующей среды, что связано с созданием мощных параметрических генераторов света в этом диапазоне. Выделение универсальных параметров, определяющих сценарий формирования высокоинтенсивных световых пуль и генерацию широкополосного суперконтинуума, позволяет на основе общего подхода изучать явление филаментации при аномальной дисперсии групповой скорости в различных средах, а также прогнозировать результаты экспериментальных исследований как в лабораторных, так и в натурных условиях.

Диссертационная работа Е.Д. Залозной состоит из Введения, пяти глав, Заключения, Благодарностей и Списка цитируемой литературы. Общий объем работы составляет 115 страниц, включая 59 рисунков и 123 библиографические ссылки. Работа хорошо структурирована, написана ясным языком, позволяет проследить логику проведенных исследований. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Во **Введении** обосновывается актуальность диссертационного исследования, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, обозначена цель и задачи диссертации, формулируются положения, выносимые на защиту, приводятся сведения об апробации результатов работы.

В **первой главе** представлен подробный обзор литературы по теме диссертации. Описаны основные физические процессы, определяющие филаментацию в условиях аномальной дисперсии групповой скорости, приведены наиболее значимые результаты

исследований явления формирования высокоинтенсивной световой пули в излучении с гауссовым и бессель-гауссовым пространственными профилями.

Во второй главе описаны нелинейные уравнения, используемые при численном моделировании филаментации фемтосекундного волнового пакета в объеме прозрачного диэлектрика, в рамках двух подходов – приближения медленно меняющейся огибающей и одностороннего распространения. Указаны границы применимости рассмотренных приближений.

Третья глава посвящена исследованию факторов, определяющих формирование световой пули при филаментации в объеме твердотельных диэлектрических сред. Установлено определяющее влияние отношения дифракционной длины волнового пакета к дисперсионной длине на сценарий формирования экстремально сжатого волнового пакета и пороговую мощность этого процесса. Исследованы особенности филаментации в условиях аномальной дисперсии групповой скорости фемтосекундного волнового пакета, сфокусированного аксионом.

В четвертой главе приведены результаты исследования влияния параметров излучения и среды на антистоксово крыло спектра световой пули. Установлена область параметров волнового пакета, при которых положение антистоксова крыла не зависит от энергии излучения. Представлены результаты уникального численного эксперимента, позволяющего выделить определяющую роль коэффициента многофотонности процесса ионизации на предельный угол раствора конуса конической эмиссии и сдвиг антистоксова крыла от полосы несущей длины волны. Исследованы параметры модуляции антистоксова крыла последовательности световых пуль и причины ее появления.

Пятая глава включает в себя результаты исследования пространственно-временной и энергетической трансформации одноцикловых световых пуль при нелинейно-оптическом взаимодействии с диспергирующей прозрачной средой. Установлены особенности динамики экстремально сжатой световой пули и основные параметры, влияющие на характер ее воздействия на диэлектрик.

В Заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

Исследование самоформирующихся высокоинтенсивных одноцикловых световых пуль представляется новым актуальным направлением лазерной физики, в рамках которого Е.Д. Залозной получен ряд новых результатов, значимых для расширения представлений о филаментации фемтосекундного мощного излучения в объеме прозрачных диэлектриков при аномальной дисперсии групповой скорости. Впервые установленная зависимость пороговой мощности образования световой пули от характерных масштабов волнового пакета позволяет на основе простого соотношения

предсказывать формирование экстремально сжатого волнового пакета при проведении теоретических и экспериментальных исследований. Установленная в диссертационной работе зависимость характеристик антистоксова крыла спектра световой пули от энергии излучения, количества последовательно сформированных световых пуль и ширины запрещенной зоны диэлектрика распространения открывает возможности создания источника широкополосного когерентного излучения с управляемыми параметрами. Кроме того, огромный интерес представляет часть работы, посвященная исследованию динамики экстремально сжатой световой пули при распространении в прозрачной диспергирующей среде. Представленные способы управления нелинейно-оптическим взаимодействием световой пули со средой могут быть использованы, например, для увеличения эффективности микромодификации материалов при создании элементов микрооптики.

Диссертация Е.Д. Залозной является законченным научным исследованием, основные результаты которого представлены в 16 статьях, опубликованных в рецензируемых международных научных журналах, а также неоднократно доложены на Всероссийских и Международных научных конференциях.

Использование современных методов численного моделирования при получении основных результатов диссертационной работы, воспроизводимость результатов в рамках различных математических моделей и хорошее согласие с результатами экспериментальных исследований подтверждают высокую достоверность результатов и обоснованность выводов диссертации.

Представленная диссертация не лишена недостатков. Ниже приведу наиболее важные замечания.

1. Одной из задач, сформулированных во Введении, является «... исследование влияния энергии волнового пакета на время жизни световой пули и возможность формирования последовательности световых пуль. ...». В выводах по главе 3 указано, что формирование последовательности световых пуль определяется, в том числе, энергией волнового пакета. Однако в тексте диссертации нет описания исследования влияния энергии на последовательность световых пуль, результаты которого позволили бы считать данный вывод обоснованным.
2. В главе 5 (п. 5.1) сформулированы два способа определения размеров экстремально сжатого волнового пакета с сильными искажениями несущей волны и ее огибающей – «локальный» и «эффективный», с помощью которых анализируется трансформация излучения при формировании и распространении световой пули. Следовало бы подробнее обсудить преимущества и недостатки каждого из

предложенных методов и сформулировать вывод о том, какой из способов предпочтительнее при изучении световой пули.

Однако данные замечания не снижают целостность и качество проведенных исследований и не влияют на высокую оценку диссертационной работы Залозной Елизаветы Дмитриевны.

Диссертация «Свойства экстремально сжатого волнового пакета среднего инфракрасного диапазона в объеме прозрачной среды» отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.3.19. – Лазерная физика (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным п.п. 2.1 – 2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова. Работа оформлена согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Таким образом, соискатель Залозная Елизавета Дмитриевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – Лазерная физика.

Официальный оппонент:
Доктор физ. – мат. наук,
профессор,
начальник отдела
НИЦ «Курчатовский институт»

С.В. Сazonov
21.11.2023

Сazonов Сергей Владимирович, доктор физико-математических наук, начальник отдела Курчатовского ядерно-физического комплекса Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

тел.: +7(499)1967662 e-mail: sazonov_sv@nrcki.ru

Подпись С.В. Сazonova заверяю
Главный научный секретарь
НИЦ «Курчатовский институт»

К.Е. Борисов

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»
123182 Россия, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1.,
тел.: +7 (499) 196-95-39, факс.: + 7 (499) 196 17-04, e-mail: nrcki@nrcki.ru