

ОТЗЫВ

научного руководителя

на диссертационную работу Сметаниной Евгении Олеговны
“Световые пули и спектр фемтосекундного лазерного
излучения при филаментации в плавленом кварце”,
представленной на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности 01.04.21 –
лазерная физика.

Тема диссертации Сметаниной Евгении Олеговны относится к фундаментальным исследованиям в области современной нелинейной оптики и лазерной физики и посвящена изучению явления филаментации мощного фемтосекундного лазерного излучения в конденсированных средах. Уникальные свойства лазерного излучения в условиях филаментации открывают принципиально новые возможности в развитии времяразрешенных методов зондирования и спектроскопии, лазерных технологий в атмосферной оптике, микрооптике, оптике терагерцового диапазона и других приложениях. Современные тенденции фундаментальных исследований явления фемтосекундной филаментации лазерного излучения определили тематику и актуальность диссертации Е.О.Сметаниной. Цель ее работы состоит в изучении закономерностей пространственно-временной компрессии лазерного излучения и генерации широкополосного когерентного суперконтинуума в процессе филаментации фемтосекундного излучения в конденсированной прозрачной диэлектрической среде.

В диссертации Е.О.Сметаниной представлены результаты последовательного исследования явления фемтосекундной филаментации, которые включают анализ частотно-угловых спектров фемтосекундного импульса при перестройке в широком диапазоне его длины волны, детальное изучение при аномальной дисперсии групповой скорости особенностей формирования спектра широкополосного суперконтинуума, пространственно-временной трансформации фемтосекундного излучения и процесса насыщения интенсивности в филаменте. В диссертации впервые показано, что формирование изолированного антистоксова крыла суперконтинуума при филаментации в условиях аномальной дисперсии групповой скорости является результатом антистоксового уширения спектра, которое определяется порядком многофотонности процесса генерации плазмы, и деструктивной интерференции излучения суперконтинуума, которое обусловлено фазовой самомодуляцией импульса при сильном нелинейно-оптическом

взаимодействии со средой. На основе компьютерного моделирования Е.О.Сметанина предсказала образование последовательности световых пульс с высокой пространственно-временной локализацией светового поля при филаментации фемтосекундного излучения, длина волны которого относится к области аномальной дисперсии групповой скорости прозрачного диэлектрика. Результаты, полученные численно, подтверждены в лабораторных экспериментах, выполненных ею совместно с коллегами Центра коллективного пользования Института спектроскопии РАН. В этих экспериментах впервые зарегистрированы световые пули и измерена их длительность при филаментации в плавленом кварце фемтосекундного излучения на длине волны 1800 нм. Автокорреляционным методом определено, что длительность световой пули составляет около двух периодов оптических осцилляций.

Совместно с сотрудниками Института физики НАН Украины Е.О.Сметаниной выполнены эксперименты по исследованию динамики пространственно-временного распределения наведенного приращения показателя преломления в процессе филаментации в плавленом кварце с помощью метода фемтосекундной время-разрешающей оптической поляриграфии и теневого метода поглощения в самонаведенной лазерной плазме. Эти эксперименты легли в основу ее теоретических исследований процесса насыщения интенсивности светового поля в филаменте на основе представления об оптической силе линз керровской и плазменной нелинейностей. В диссертации впервые исследовано влияние характера дисперсии групповой скорости на процесс насыщения интенсивности в фемтосекундном филаменте.

В диссертационной работе органически сочетаются экспериментальные, численные и аналитические исследования, которые взаимно дополняют друг друга. На основании численного моделирования, предваряющего эксперимент, Е.О.Сметаниной были определены цели и планы конкретных лабораторных исследований, в выполнении которых она принимала непосредственное участие, на основании последующего моделирования и аналитического исследования ею дана интерпретация экспериментальных результатов и построена физическая картина исследуемого процесса. Численные исследования в диссертации основываются на самосогласованной системе нелинейных уравнений относительно комплексной амплитуды светового поля, которая включает совокупность волновых и нелинейных эффектов, определяющих в скалярной постановке динамику филаментации фемтосекундного лазерного импульса и сверхуширение его спектра. Аналитические

исследования основываются на интерференционной модели формирования частотно-углового спектра излучения широкополосного суперконтинуума, источником которого является фемтосекундный импульс в условиях сильной фазовой самомодуляции светового поля, вызванной керровской и плазменной нелинейностями среды.

Новизна диссертации Е.О.Сметаниной состоит в том, что в ней впервые исследованы особенности филаментации фемтосекундного излучения ближнего ИК диапазона при аномальной дисперсии групповой скорости. Ею установлены физические закономерности формирования световых пульс с высокой плотностью энергии лазерного излучения и образования изолированного крыла в видимой области спектра суперконтинуума при фемтосекундной филаментации.

При работе над диссертацией Сметанина Е.О. проявила большую инициативу в научных исследованиях, умение самостоятельно формулировать задачи и анализировать полученные результаты. Для нее характерны смелость научного поиска и способность генерировать новые идеи. Работая с большой отдачей, энергией и увлеченностью, Е.О.Сметанина увлекала коллег и студентов в научные исследования. В ходе выполнения диссертационной работы она зарекомендовала себя грамотным специалистом в области нелинейной оптики, лазерной физики и численного моделирования. На основании опыта совместной научной работы с аспирантом считаю, что Сметанина Евгения Олеговна является научным исследователем высокой квалификации.

Полученные автором результаты полностью представлены в статьях, опубликованных в Российских и зарубежных журналах. Сметанина Е.О. выступала с докладами на отечественных и международных конференциях, на семинарах отделения Квантовой радиофизики Физического института АН им. П.Н.Лебедева (ФИАН), отдела Лазерной спектроскопии Института спектроскопии РАН (ИСАН), кафедры Фотоники и оптоинформатики Санкт-Петербургского национального исследовательского университета Федерального университета информационных технологий, механики и оптики (НИУ ИТМО) и кафедры Общей физики и волновых процессов Физического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова. Она всегда принимала активное участие в научных дискуссиях и обсуждениях.

Диссертационная работа Е.О.Сметаниной выполнена на высоком научном уровне и соответствует современному состоянию исследований в мире по нелинейной фемтосекундной оптике, о чем свидетельствуют ссылки на опубликованные ею

статьи в Российских и зарубежных журналах. Ряд полученных ею результатов значительно опережает выводы, представленные в некоторых последних зарубежных публикациях. Диссертация Е.О.Сметаниной вносит весомый вклад в развитие представлений о явлении фемтосекундной филаментации излучения ближнего ИК диапазона.

Представленная диссертация удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и ее автор, Сметанина Евгения Олеговна, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Научный руководитель

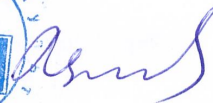
Доктор
физико-математических наук
профессор


В.П.Кандидов

“Подпись доктора физ.-мат. наук, профессора Кандидова В.П. заверяю”:

Ученый секретарь
Ученого совета физического факультета МГУ
профессор




В.А.Караваяев