

Отзыв

официального оппонента на диссертацию Мареева Евгения Игоревича «Нелинейно-оптические процессы генерации суперконтинуума и самокомпрессии в газах высокого давления и сверхкритических флюидах при филаментации фемтосекундных лазерных импульсов ближнего ИК диапазона», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Диссертационной работа Е.И. Мареева посвящена исследованию нелинейно-оптических свойств плотных газов и сверхкритических флюидов, проявляющихся при распространении в этих нестандартных оптических средах мощных фемтосекундных лазерных импульсов и определяющих режимы этого распространения – филаментацию излучения, генерацию суперконтинуума и самокомпрессию лазерных импульсов. Выполненные исследования обеспечивают возможность управления процессами генерации суперконтинуума и самокомпрессии ультракороткого лазерного импульса за счет плавного изменения состояния нелинейно-оптической среды (в основном, при изменении давления). Важной частью исследования является определение структуры плотного флюида при изменении его линейных и нелинейно-оптических свойств. Кроме того, проведенные в рамках диссертационной работы исследования дают новые методики для изучения процессов кластеризации в сверхкритических флюидах и позволяют оценить влияния структуры среды на их физические свойства. Изучение нестандартных нелинейно-оптических сред - газов высокого давления и флюидов, измерения их нелинейного показателя преломления, управление процессами распространения ультракоротких импульсов лазерного излучения в таких средах, безусловно, определяют **актуальность** диссертационной работы, как с научной, так и с практической точки зрения.

Диссертация Е.И.Мареева состоит из введения, четырёх глав и заключения.

Во **введении** обосновывается выбор темы диссертационной работы и её актуальность, формулируются цели работы, приводятся выносимые на защиту положения, даны данные по апробации вошедших в диссертацию результатов, описывается структура диссертации.

В первой главе приводится подробный обзор литературных источников, связанных с описанием способов генерации суперконтинуума и самокомпрессии фемтосекундных лазерных импульсов, а также особенности структуры вещества в сверхкритическом состоянии. Рассматривается влияние кластеризации на физические свойства вещества.

Вторая глава посвящена экспериментальному и численному исследованию линейных (показатель преломления, молярная рефракция) и нелинейных свойств (нелинейный показатель преломления) плотных газов и сверхкритических флюидов в широком диапазоне давлений (1-100 атм.).

В третьей главе приведены результаты исследования генерации суперконтинуума в плотных газах и сверхкритических флюидах в режиме филаментации. Обсуждается оптимизация рабочих параметров среды для достижения максимально эффективной генерации суперконтинуума.

Четвертая глава посвящена исследованию самокомпрессии фемтосекундных лазерных импульсов в плотных благородных газах (Xe, Ar) в режиме филаментации. Обсуждается оптимизация рабочих параметров среды для достижения максимально эффективной самокомпрессии ультракоротких лазерных импульсов.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертации.

К наиболее **важным и значимым результатам**, определяющими научную новизну и оригинальность диссертационной работы Е.И.Мареева, на мой взгляд, можно отнести следующие результаты.

На примере диоксида углерода, ксенона и аргона в широком диапазоне давлений (1-100 атм), в том числе и в областях кластеризации, при помощи метода уширения спектра ультракороткого лазерного импульса определены зависимости нелинейного показателя преломления от структуры вещества.

Для описания поведения нелинейного показателя преломления и молярной рефракции сверхкритических флюидов и плотных газов разработаны численная модель, основанная на молекулярной динамике и модель нелинейного показателя преломления в кластеризованной среде.

Осуществлено управление спектром суперконтинуума, генерируемого в режиме филаментации фемтосекундных импульсов ближнего ИК диапазона в диоксиде углерода, ксеноне и аргоне, в широком диапазоне давлений 1-100 атм.

Реализована возможность управления самокомпрессии лазерных импульсов ближнего ИК диапазона в благородных газах при фемтосекундной филаментации.

Практическая значимость экспериментальных и численных результатов, полученных в ходе исследования распространения фемтосекундных импульсов в нестандартных нелинейно-оптических средах - высокоплотных газах и флюидах, заключается в реализации возможности управления процессами образования суперконтинуума и самокомпрессии ультракоротких лазерных импульсов посредством изменения термодинамических параметров этих сред.

Полученные в диссертации результаты представляют интерес для специалистов, работающих в области лазерной физики, нелинейной оптики и термодинамики флюидов, и могут быть использованы при подготовке учебных курсов в высших учебных заведениях Российской Федерации.

По диссертационной работе имеются следующие **замечания**:

1. В диссертации изучаются сверхкритические флюиды, однако во введении не дано определение этому не стандартному для нелинейной оптики и для лазерной физики термодинамическому термину.
2. Во введении недостаточно аргументировано обоснованы актуальность исследований и место работы в общемировых исследованиях.
3. В хорошем и подробном обзоре литературы имеется только две иллюстрации. Сложно воспринимать текст без визуальных материалов. Там также цитируются 84 литературных источника, а всего их в работе 152, т.е. еще почти столько же источников цитируется по ходу работы. Если они так важны, то почему отсутствуют в обзоре?.
4. В каждой из трех содержательных глав присутствует описание одной и той же экспериментальной установки. Стоило бы описание установки и основных методик измерений выделить в отдельную главу, а по главам оставить только особенности, характерные для этой главы.

Указанные замечания и недостатки не затрагивают основных выводов работы и положений, выносимых на защиту, не снижают общей положительной оценки диссертации. Научные положения, выносимые на защиту Е.И.Мареевым, а также выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, являются обоснованными,

достоверными и новыми. Достоверность полученных результатов и научных положений определяется, как высоким уровнем владения экспериментальных методов, так и использованием необходимых теоретических моделей, согласием экспериментальных данных с аналитическими и численными расчётами.

Результаты диссертации опубликованы в высокорейтинговых международных научных журналах (Optics Letters, Optics Express, Laser Physics Letters), а также представлены на многочисленных российских и международных конференциях. В целом, представленная к защите диссертация выполнена на высоком научном уровне. Проведённые исследования имеют не только фундаментальное значение, но и могут представлять прикладной интерес в области мониторинга параметров сверхкритических флюидов.

Таким образом, диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.04.21 – «лазерная физика» (по физико-математическим наукам) и критериям, определенным пп. 2.1- 2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова. Автореферат диссертации достаточно полно отражает ее содержание. Таким образом, соискатель Мареев Евгений Игоревич, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «лазерная физика».

Официальный оппонент,

Ионин Андрей Алексеевич, доктор физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика, профессор по специальности 01.04.21 – лазерная физика, руководитель Отделения квантовой радиофизики им.Н.Г.Басова, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт имени П. Н. Лебедева Российской академии наук.

Тел.: +7(499) 783-36-90

E-mail: aion@sci.lebedev.ru

А. А. Ионин

10.06.2019

119991, Россия, ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт имени П. Н. Лебедева Российской академии наук.

Тел.: 8(499)135-14-29

E-mail: office@lebedev.ru

<http://www.lebedev.ru>

Подпись д.ф.-м.н., профессора А. А. Ионина заверяю

Ученый секретарь

Физического института им. П.Н. Лебедева РАН

к.ф.-м.н А.В.Колобов