

**ОТЗЫВ официального оппонента Чекалина Сергея Васильевича**

**на диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Мареева-Евгения Игоревича**

**на тему: «Нелинейно-оптические процессы генерации суперконтинуума и самокомпрессии в газах высокого давления и сверхкритических флюидах при филаментации фемтосекундных лазерных импульсов ближнего ИК диапазона»**

Предметом диссертационной работы Е.И. Мареева является изучение нелинейно-оптических процессов, протекающие в газах высокого давления ( $p > 10$  атм.) и сверхкритических флюидах (СКФ). В диссертационной работе рассмотрены процессы генерации суперконтинуума и самокомпрессии лазерных импульсов возникающие при распространении излучения фемтосекундного лазера на хром-форстерите в режиме филаментации. Проведённые исследования продемонстрировали возможность управления отмеченными нелинейно-оптическими процессами за счет изменения давления и температуры среды (газ высокого давления и сверхкритический флюид). Полученные в данной работе результаты показывают, как, измеряя оптические свойства СКФ, можно определить параметры кластеризации среды (средний размер кластера, степень кластеризации). Все вышеперечисленное и определяет актуальность исследования.

Диссертационная работа Е.И. Мареева состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Она оформлена на 112 страницах включая 37 рисунка и 152 библиографических ссылки.

Следует отметить основные результаты, полученные в рамках данной работы.

- 1) Измерен нелинейный показатель преломления ксенона, углекислого газа и аргона в ближнем ИК диапазоне в широком диапазоне давлений ( $\sim 1-100$  атм.), включая сверхкритическое состояние вещества.
- 2) Проведено численное моделированное, основанное на молекулярной динамике и модели бинарной среды.

3) Установлено, что спектр и спектральная яркость суперконтинуума, генерируемого в режиме филаментации фемтосекундными лазерными импульсами ближнего ИК диапазона в сверхкритических флюидах и газах высокого давления, могут управляться за счет варьирования давления и температуры.

4) Обнаружено, что на видимую часть спектра суперконтинуума накладывается усиленная спонтанная эмиссия, а излучение суперконтинуума выступает в роли затравки для спонтанной эмиссии. Эффект лазерной генерации зависит от давления, энергии лазерного импульса и носит пороговый характер. 5) Самокомпрессия фемтосекундных лазерных импульсов ближнего ИК диапазона в ксеноне и аргоне в режиме фемтосекундной филаментации может управляться путем варьирования давления газа.

**В первой главе** приводится литературный обзор, посвящённый процессам генерации суперконтинуума и самокомпрессии фемтосекундных лазерных импульсов. Кроме того, в данной главе рассматриваются особенности структуры вещества в сверхкритическом состоянии. Особое внимание уделяется влиянию кластеризации на физические свойства вещества. **Во второй главе** описывается аналитическая модель оптических свойств кластеризованной бинарной среды. На основании данной модели проводилось численное моделирование молекулярной динамики. В конце данной главы подробно описаны результаты экспериментального исследования зависимости нелинейного и линейного показателя преломления и молярной рефракции. **В третьей главе** описывается оптимизация генерации суперконтинуума в плотных газах и сверхкритических флюидах в режиме филаментации. Обсуждается влияние флуктуаций интенсивности и роста нелинейного показателя преломления на эффективность генерации суперконтинуума. Также в данной главе описан лазерный эффект, возникающий в плотном ксеноне при фемтосекундной филаментации. **Четвертая глава** посвящена исследованию самокомпрессии фемтосекундных лазерных импульсов в плотных благородных газах (Xe, Ar) в режиме филаментации. Достоверность полученных результатов и научных положений определяется как высоким уровнем владения экспериментальными методами, так и использованием необходимых теоретических моделей, согласием экспериментальных данных с аналитическими и численными расчётами.

Однако представленная диссертационная работа не лишена недостатков:

1. Текст содержит большое количество нестыковок падежей и просто опечаток, что затрудняет чтение.

2. Пункт 3 раздела «Практическая значимость» (с.9) о возможности определения структуры флюида по изменению его нелинейно-оптических свойств представляется излишне оптимистичным.

3. Преувеличена роль плазмы в образовании световых пульс, в процессе самоукручения импульса (с. 16 и др.), а также в развале импульса на субимпульсы (с.17) в обзорной части диссертации.

4. Генерация суперконтинуума, причем мощного и широкополосного, может быть не только «продуктом процессов самофокусировки и филаментации» (с.18 и др.), но с гораздо большим успехом достигается в отсутствие этих процессов при так называемой «каскадной» генерации в двулучепреломляющих средах.

5. В обзоре следовало бы упомянуть, что основным механизмом самокомпрессии импульсов и образования световых пульс в конденсированных средах являются нелинейные процессы в условиях аномальной дисперсии групповой скорости.

6. На рис. 20 не приведены значения давления, при которых получены приведенные спектры.

7. В выводе 3 к главе 3 (с.78) следовало бы указать спектральную область «красного крыла» суперконтинуума

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. 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), а также 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. Таким образом, соискатель Мареев Евгений Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «лазерная физика».

Официальный оппонент

г.н.с., и.о. зав. лабораторией спектроскопии ультрабыстрых процессов

Института спектроскопии РАН

д.ф.-м.н., профессор

Сергей Васильевич Чекалин

10.06.2019

Контактные данные:

тел.: +7(495)851-02-37, e-mail: [chekalin@isan.troitsk.ru](mailto:chekalin@isan.troitsk.ru)

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт спектроскопии Российской академии наук (ИСАН) (108840 г. Москва, г.Троицк, ул. Физическая, 5, тел. 8(495) 851-0221, e-mail: [isan@isan.troitsk.ru](mailto:isan@isan.troitsk.ru))

Специальность, по которой официальным оппонентом  
защищена диссертация:

01.04.05 – «оптика»

Адрес места работы:

108840 г. Москва, г.Троицк ул. Физическая, 5

тел.: +7(495)851-02-37, e-mail: [chekalin@isan.troitsk.ru](mailto:chekalin@isan.troitsk.ru)

Подпись д.ф.-м.н., проф. Сергея Васильевича Чекалина удостоверяю:

Ученый секретарь ИСАН к.ф.-м.н.

Е.Б. Перминов