

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Мигаль Екатерины Александровны

“Генерация лазерной плазмы и нелинейно-оптическое преобразование частоты высокоинтенсивного фемтосекундного излучения ИК-диапазона в конденсированных и плотных газовых средах”, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – “Лазерная физика”

Диссертационная работа Е.А. Мигаль посвящена изучению особенностей взаимодействия инфракрасных фемтосекундных лазерных импульсов с конденсированными и газовыми средами. Исследование новых физических явлений, возникающих при воздействии на вещество интенсивных сверхкоротких электромагнитных импульсов среднего ИК диапазона, является одной из наиболее интересных, актуальных и сложных задач современной лазерной физики и нелинейной оптики. В последние годы достигнут значительный прогресс в понимании фундаментальных закономерностей взаимодействия интенсивных сверхкоротких электромагнитных импульсов с веществом, на основе которого выявлены важные особенности оптического отклика вещества на мощные сверхкороткие импульсы среднего ИК-диапазона. Тем не менее, многие вопросы взаимодействия фемтосекундного низкочастотного излучения с веществом остаются не освещенными и в полной мере изученными. В связи с этим задача создания лазерных систем среднего ИК диапазона и их дальнейшее применение для изучения нелинейно-оптических процессов является актуальной для фундаментального исследования и востребованной современными технологиями.

Работа Е.А. Мигаль состоит из введения, трех глав, заключения и списка цитированной литературы. Объем диссертации составляет 136 страниц, Она содержит 46 рисунков, приведенный список цитированной литературы включает 196 наименований. Во введении к работе кратко изложена актуальность исследования, сформулированы цели исследования, указана научная новизна, приведены защищаемые положения и отмечено соответствие диссертации иным формальным требованиям, необходимым для ее защиты.

В первой главе рассмотрен процесс параметрического усиления в различных нелинейно-оптических кристаллах с накачкой хром-форстеритовым лазером в диапазоне длин волн 1,65 – 5,5 мкм. Глава подробно описывает возможности генерации широкополосного излучения вблизи аномалий перестроенных кривых в окрестности 2,5 мкм и 4,0 мкм. Важным результатом является создание перестраиваемого (1,65 – 2 мкм и 3,5 – 5,5 мкм) трехкаскадного параметрического усилителя на основе кристаллов тиогаллата серебра (AGS), демонстрирующего эффективность генерации порядка 10%. Проведено численное моделирование процесса параметрического усиления. Детально исследована генерация суперконтинуума, используемого для затравки в процессе параметрического усиления. Описано влияние длительности импульса накачки и его chirpa на эффективность преобразования.

Во второй главе рассматриваются механизмы генерации микроплазмы при острой фокусировке ($NA = 0,5$) перестраиваемого высокоинтенсивного излучения в объем прозрачных конденсированных сред (SiO_2 , MgF_2). Разработаны методы регистрации величины порога плазмообразования. Получена немонотонная зависимость порога плазмообразования от длины волны. Выполнено численное моделирование процесса

генерации микроплазмы, результаты которого демонстрируют хорошее совпадение с данными, полученными в эксперименте.

В третьей главе описываются эксперименты по генерации гармоник низкого порядка в плотных газовых средах и их смесях. Предложены методы повышения эффективности генерации гармоник и обсуждаются возможности получения фазового согласования на всей длине взаимодействия при использовании молекулярных резонансов.

Следует отметить высокий научный уровень диссертационной работы Е.А.Мигаль, в том числе высокое качество экспериментов, сравнение экспериментальных результатов с результатами моделирования, позволяющее дать объяснение полученным данным. Заслуживает специального упоминания создание трехкаскадного параметрического усилителя, используемого для перестройки излучения по длинам волн в среднем ИК-диапазоне. Выносимые на защиту положения являются обоснованными и оригинальными, что подтверждается шестью публикациями, в том числе в высокорейтинговых изданиях.

В то же время работа Е.А.Мигаль не свободна от ряда недостатков.

1. Работе, на мой взгляд, не хватает полноценной обзорной главы, в которой было бы описано современное состояние проблемы, были бы сформулированы цели и задачи работы и обсуждены методы их решения. Отсутствие такой главы до некоторой степени затрудняет восприятие текста диссертации, поскольку без нее труднее установить взаимосвязь трех глав.

2. Во второй главе обсуждаются результаты численного моделирования, выполненного с использованием системы кинетических уравнений (так называемый «подход MRE»), однако сами уравнения в тексте отсутствуют. Из текста не всегда понятно, приводятся ли результаты расчетов для одного кинетического уравнения или системы уравнений.

3. В экспериментах по генерации гармоник в плотных газовых средах применялся лазерный усилитель на кристалле Fe:ZnSe. На мой взгляд, описание данной системы было бы целесообразно поместить в главе 1.

4. Подпись под рисунком 37 содержит описания не всех его частей.

Данные замечания никоим образом не умаляют высокую оценку настоящей работы.

Диссертация Е.А. Мигаль отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом им. 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 учёных степеней в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова, соответствует критериям «Положения о порядке присуждения учёных степеней ВАК (утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842)». Диссертационная работа оформлена согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.

Диссертация Е.А. Мигаль является законченной научной работой. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Таким образом, автор работы, Мигаль Екатерина Александровна заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «Лазерная физика».

Официальный оппонент:
доктор физико-математических наук,
профессор кафедры
общей физики и молекулярной электроники
физического факультета
МГУ им. М.В.Ломоносова

Л.А. Головань

Контактная информация:
Головань Леонид Анатольевич,
доктор физико-математических наук,
доцент,
физический факультет
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
119991, Москва, Ленинские горы, д.1, стр. 2,
Тел. +7 495 939-46-57; e-mail: golovan@physics.msu.ru

Подпись доктора физико-математических наук профессора Л.А. Голованя заверяю

Декан
физического факультета
МГУ им. М. В. Ломоносова
профессор

Н. Н. Сысоев