

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе 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 учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «Лазерная физика»

В диссертационной работе Мигаль Е.А. описаны результаты экспериментов по созданию параметрического источника фемтосекундных импульсов ближнего и среднего ИК диапазона с накачкой хром-форстеритовым лазером и его применению для исследования процессов плазмообразования в диэлектриках и генерации оптических гармоник в газах. Актуальность данной тематики обусловлена интересом, вызываемом исследованиями нелинейно-оптических процессов с использованием относительно слабоизученного диапазона длин волн ближнего и среднего ИК.

Диссертационная работа Мигаль Е.А. состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Она содержит 136 страниц, 46 иллюстраций и 196 библиографических ссылок.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, а также научная и практическая значимость полученных результатов, обозначены цели работы, сформулированы положения, выносимые на защиту, приведены сведения об апробации результатов работы и публикациях.

Первая глава диссертационной работы посвящена созданию параметрического усилителя ближнего и среднего ИК диапазона. Описываются особенности формирования импульсов в условиях аномалий перестроечных кривых в кристаллах ВВО и КТА с накачкой хром-форстеритовым лазером. Приводятся экспериментальные результаты по генерации импульсов в трехкаскадном усилителе на основе кристаллов AGS. Исследуется эффективность генерации в зависимости от длительности импульса накачки и знака чирпа.

Вторая глава посвящена взаимодействию лазерного излучения с объёмом прозрачных диэлектриков в режиме острой фокусировки $NA = 0,5$. Автор описывает результаты экспериментов по измерению порога плазмообразования в кварце и фториде магния и анализирует полученные зависимости с использованием численного моделирования формируемой электронной плотности.

В третьей главе обсуждаются возможности повышения эффективности преобразования лазерного излучения ближнего и среднего ИК диапазона в область

видимого и УФ диапазона в газовых средах за счет генерации гармоник основной частоты. Обсуждается влияние давления газа, состава газовой смеси, а также процесса генерации плазмы на условия фазового согласования.

Завершается работа заключением, где автор представляет основные выводы и результаты.

Наиболее интересные результаты, приведенные в работе, как мне представляется, заключаются в следующем. Создан фемтосекундный лазерный источник на основе нескольких каскадов параметрического усиления, который позволяет получать стабильное излучение ближнего и среднего ИК диапазона. Этот источник может быть в дальнейшем использован для проведения широкого спектра экспериментальных исследований. Вторым результатом – обнаружение значительного, примерно на порядок, повышения эффективности генерации гармоник основной частоты хром-форстеритового лазера в ксеноне при добавлении молекулярного газа (CO_2), позволяющее управлять фазовой расстройкой волновых векторов.

В целом отмечу, что диссертация выполнена на высоком научном уровне, логично структурирована, написана «хорошим», ясным языком. Достоверность полученных результатов и обоснованность полученных выводов не вызывают сомнений. Основные результаты исследований, вошедшие в работу, опубликованы в 12 печатных работах, в том числе в 7 статьях в ведущих научных журналах, входящих в список ВАК, а также докладывались на многочисленных международных и российских научных конференциях. Полученные результаты оригинальны и вызывают безусловный научный и практический интерес.

Вместе с тем диссертационная работа не лишена и некоторых недостатков. Так на с. 80 в качестве порога плазмообразования для расчетов полагается достижение концентрацией электронов 10% от концентрации атомов $n_e = 0,1 \times n_{at}$. В то же время величина критической концентрации электронов для длин волн 1-2 мкм заведомо меньше этого и не достигается в эксперименте, с которым сравнивается расчет.

На с. 82 при интерпретации роста порога плазмообразования в MgF_2 на длине волны 5 мкм делается утверждение, что «порог плазмообразования может увеличиваться на больших длинах волн только в случае отсутствия достаточного числа затравочных электронов для «разгона» лавины». Это утверждение не выглядит убедительно, поскольку конечная концентрация электронов при «плазмообразовании», обеспечиваемая на этой длине волны ударной ионизацией, логарифмически слабо зависит от начальной концентрации, которая создается при полевой ионизации. Более правдоподобно объяснение, связанное с изменением эффективной частоты столкновений, которая

используется в работе при моделировании в качестве параметра. Автор в дальнейшей части текста упоминает и эту причину роста порога плазмообразования.

Ну и, конечно, не обошлось без отдельных текстовых огрехов и т.д. На рис. 21 в подписи к осям непонятно в каких единицах измеряется фаза: или в π , или в радианах. На с. 101 в формуле для динамики электронной концентрации вкралась погрешность:

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 Мигаль Екатерина Александровна заслуживает присуждения искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «Лазерная физика».

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук,
Заведующий лабораторией сверхсильных полей
Института прикладной физики РАН

«___» _____ 2022 г.

Степанов А.Н.

603950, г. Нижний Новгород, ул. Ульянова, д. 46.
Тел. 8 (831) 436 49 07, E-mail: step1an@ipfran.ru

Подпись А.Н. Степанова заверяю:
Ученый секретарь ИПФ РАН

Корюкин И.В.

