

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе Пушкина Андрея Владимировича «Генерация и усиление лазерных импульсов в среднем ИК диапазоне в эрбиевых кристаллах и халькогенидах, легированных ионами железа», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – «лазерная физика».

Диссертация Пушкина Андрея Владимировича посвящена разработке методов получения мощных лазерных импульсов в среднем ИК диапазоне и исследованию механизмов генерации и усиления в эрбиевых и халькогенидных лазерных средах. Цель и задачи работы состоят в разработке схем генерации наносекундных лазерных импульсов в диапазоне 3 мкм с высокой пиковой и средней мощностью в эрбиевых кристаллах, исследование особенностей генерации в Fe:ZnSe в режимах непрерывной генерации и пассивной синхронизации мод при насыщающемся поглощении и исследование широкополосного усиления лазерных импульсов среднего ИК диапазона в кристалле Fe:CdSe при импульсной оптической накачке. Актуальность данной тематики обусловлена потребностью создания импульсных лазерных источников в средней инфракрасной области, востребованных современными лазерными технологиями, задачами многофотонной спектроскопии и созданием генераторов оптических гармоник и терагерцового излучения с использованием излучения среднего ИК диапазона.

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 114 страницах, включает 56 рисунков, 5 таблиц и 142 библиографические ссылки.

Во введении к работе изложены актуальность исследования и степень разработанности темы, обозначены предмет и объект исследования, сформулированы задачи, научная новизна, приведены защищаемые положения, приведены сведения об апробации результатов работы и публикациях.

Первая глава посвящена методам получения мощных наносекундных лазерных импульсов на длинах волн вблизи 3 мкм в источниках, основанных на кристаллах, легированных ионами эрбия. Глава подробно описывает особенности генерации на самоограниченном лазерном переходе, а также рассматривает особенности различных лазерных сред и модуляторов добротности, накладывающие ограничения на режимы работы лазера. Приводятся экспериментальные результаты по использованию новых акустооптических модуляторов на основе калий-гадолиниевых и калий-иттриевых вольфраматов в 3-мкм лазерах, созданию перестраиваемого лазерного источника на кристалле Er:YLF с боковой диодной накачкой, получению импульсов с высокой выходной энергией в лазерах с оптико-механической модуляцией добротности. Также приведены результаты по измерению и компенсации термооптических искажений в активных элементах. В последнем параграфе главы приведены результаты по использованию разработанных лазерных источников 3-х микронного диапазона в актуальных технологических процессах биопечати, подтверждающие практическую значимость диссертационной работы.

Во второй главе рассматриваются режимы работы лазерного источника на основе кристалла Fe:ZnSe на длинах волн в районе 4-5 мкм. Представлены данные экспериментальных исследований по непрерывной генерации, в частности температурные

зависимости выходной и поглощённой мощности, центральной длины волны генерации, а также представлены перестроечные кривые в спектрально-селективном резонаторе в широком диапазоне температур при криогенном охлаждении. В главе охарактеризован реализованный в диссертации режим пассивной синхронизации мод в Fe:ZnSe лазере на основе насыщающегося поглощения в графене, представлены измерения спектров и длительности выходных импульсов.

Третья глава посвящена усилению широкополосных лазерных импульсов в кристалле Fe:CdSe. Представлены результаты измерения важных величин, характеризующих процесс усиления, а именно оптимальной плотности энергии накачки, коэффициента усиления во всей спектральной полосе. Описана спроектированная система усиления чирпированных импульсов с многопроходной схемой усиления в исследуемой активной среде и компрессией, определена плотность энергии насыщения усиления.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты.

Все результаты, полученные в работе являются оригинальными и представляют несомненный научный интерес и практическую значимость. Это подтверждается 12-ю печатными работами по материалам диссертации, в том числе 8-ю статьями, опубликованными в высокорейтинговых журналах, а также докладами на международных научных конференциях.

Имеются следующие замечания:

- в первой и второй главах было бы целесообразно привести спектры поглощения и спектры люминесценции кристаллов Er:YLF и Fe:ZnSe, соответственно, при рабочих температурах активных элементов, а также спектральные характеристики выходных зеркал резонаторов. Для лазера на кристалле Er:YLF данные характеристики могут иметь значение, потому что время развития импульсов свободной генерации в резонаторе лазера определяется не только насыщением усиления в штарковском ансамбле подуровней верхнего и нижнего лазерных уровней ионов эрбия, но и потерями в резонаторе, связанными с поглощением генерируемого излучения в активном элементе и на выходном зеркале. Для лазера на кристалле Fe:ZnSe спектр поглощения активного элемента, так же как и спектральная характеристика выходного зеркала резонатора определяют спектральные характеристики генерируемых импульсов, наряду со спектром люминесценции активного элемента.

- при описании фемтосекундного режима генерации лазера в кристалле Fe:ZnSe было бы целесообразно привести величины дисперсии групповых скоростей, вносимые отдельными элементами резонатора, а также суммарную величину дисперсии групповых скоростей в резонаторе лазера и привести более детальное обоснование использования пластинок из CaF₂ толщиной 1 мм и 3 мм для управления дисперсией резонатора

- параграф 1.7 главы один содержит большой объем важных экспериментальных и теоретических результатов, подтверждающих практическую значимость разработанного в диссертации лазера на кристалле Er:YLF с диодной накачкой. Тем не менее представленные в параграфе 1.7 результаты не пересекаются с целью и задачами диссертационной работы и могли бы быть приведены в разделе «Приложения»

- в разделе «Заключение» можно было бы сформулировать отсутствующий, очень важный и основной результат диссертационной работы: «Разработаны и реализованы лазеры

накачки и оптические схемы генерации и усиления фемтосекундных импульсов в диапазоне 4-5 мкм».

Приведенные замечания не влияют на значимость и важность большого количества полученных в работе новых и оригинальных результатов.

Диссертация А.В. Пушкина отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом им. М. В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.3.19 – «Лазерная физика» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определённым 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 А.В. Пушкина является законченной научной работой. Автореферат соответствует содержанию диссертации.


Сонскатель Пушкин Андрей Владимирович несомненно заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – «Лазерная физика».

Официальный оппонент:

кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник
Центра фотохимии РАН
Федеральный научно-исследовательский центр
"Кристаллография и фотоника" Российской академии наук

«20» декабря 2022 г.
119421, г. Москва, ул. Новаторов, д. 7а, корп. 1
Тел. +7 (495) 936-77-53, E-mail: ivanov@photonics.ru

___Иванов А.А.

Подпись А.А.Иванова удостоверяю:
Учёный секретарь ФНИЦ
"Кристаллография и фотоника" РАН, к.ф. 

___Архарова Н.А.