

Заключение диссертационного совета МГУ.013.4
по диссертации на соискание учёной степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от 29 декабря 2022 г. № 23.

О присуждении Пушкину Андрею Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Генерация и усиление лазерных импульсов в среднем ИК диапазоне в эрбиевых кристаллах и халькогенидах, легированных ионами железа» по специальности 1.3.19 — «Лазерная физика» (физико-математические науки) принята к защите диссертационным советом 17 ноября 2022 г., протокол № 19.

Соискатель Пушкин Андрей Владимирович, 1993 года рождения, в 2017 году окончил физический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности «Физика» со специализацией «Нелинейная оптика и лазерная физика». В 2021 году окончил очную аспирантуру физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности «Лазерная физика».

С 2021 года по настоящее время соискатель работал в должности физика, а затем инженера 1 кат. на кафедре общей физики и волновых процессов физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Диссертация выполнена на кафедре общей физики и волновых процессов физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель — кандидат физико-математических наук, доцент Потёмкин Фёдор Викторович, доцент кафедры общей физики и волновых процессов физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Официальные оппоненты:

- 1) доктор физико-математических наук Цветков Владимир Борисович, заместитель директора по научно-организационной работе, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук»;
- 2) доктор физико-математических наук Анашкина Елена Александровна, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук»;
- 3) кандидат физико-математических наук Иванов Анатолий Александрович, старший научный сотрудник, Федеральное государственное учреждение "Федеральный научно-исследовательский центр "Кристаллография и фотоника" Российской академии наук"—

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12, из них 8 научных статей, опубликованных в журналах Scopus, WoS, RSCI, а также в Перечне изданий МГУ и удовлетворяющих Положению о присуждении ученых степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова и рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.19 – «лазерная физика» (физико-математические науки). Все представленные в работе результаты получены автором лично или при его определяющем участии:

1. **Pushkin, A. V.**, Mazur, M. M., Sirotkin, A. A., Firsov, V. V., & Potemkin, F. V. Powerful 3- μm lasers acousto-optically Q-switched with KYW and KGW crystals //Optics Letters. – 2019. – Т. 44. – №. 19. – С. 4837-4840, WoS IF=3.46, вклад соискателя 0,4.
2. **Pushkin, A. V.**, Bychkov, A. S., Karabutov, A. A., & Potemkin, F. V. Cavitation and shock waves emission on the rigid boundary of water under mid-IR nanosecond laser pulse

- excitation //Laser Physics Letters. – 2018. – Т. 15. – №. 6. – С. 065401, WoS IF=1.704, вклад соискателя 0,4.
3. **Пушкин А. В.**, Словинский И. А., Потемкин Ф. В. Мегаваттный импульсно-периодический эрбиевый 3-мкм лазер с компенсацией сильной тепловой линзы //Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2020. – Т. 112. – №. 8. – С. 508-515, WoS IF=1.4, вклад соискателя 0,4.
 4. **Pushkin, A. V.**, Slovinsky, I. A., Shakirov, A. A., Shavelev, A. A., & Potemkin, F. V. Diode-side-pumped watt-level high-energy Q-switched mid-IR Er:YLF laser //Optics Letters. – 2021. – Т. 46. – №. 21. – С. 5465-5468, WoS IF=3.46, вклад соискателя 0,4.
 5. **Пушкин А.В.**, Потёмкин Ф.В. Особенности получения мощных (до 1 МВт, 100 мДж) 3-мкм наносекундных лазерных импульсов в эрбиевых кристаллах в частотном режиме //Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2022. – Т. 116. – №. 8. – С. 508, WoS IF=1.4, вклад соискателя 0,4.
 6. **A.V. Pushkin**, E. A. Migal, H. Uehara, K. Goya, S. Tokita, M. P. Frolov, Yu V. Korostelin, V. I. Kozlovsky, Ya. K. Skasyrsky, and F. V. Potemkin. Compact, highly efficient, 2.1-W continuous-wave mid-infrared Fe: ZnSe coherent source, pumped by an Er: ZBLAN fiber laser //Optics Letters. – 2018. – Т. 43. – №. 24. – С. 5941-5944, WoS IF=3.46, вклад соискателя 0,4.
 7. **A.V. Pushkin**, E. A. Migal, S. Tokita, Yu. V. Korostelin, and F. V. Potemkin. Femtosecond graphene mode-locked Fe: ZnSe laser at 4.4 μm //Optics letters. – 2020. – Т. 45. – №. 3. – С. 738-741, WoS IF=3.46, вклад соискателя 0,4.
 8. **A. Pushkin**, and F. Potemkin High-gain broadband laser amplification of mid-IR pulses in Fe: CdSe crystal at 5 mm with mJ output energy// Optics Letters. - 2022. – Т. 47. - № 22. – С. 5762-5765, опубликована 02.11.2022, WoS IF=3.46, вклад соискателя 0,4.

На автореферат диссертации поступило 2 отзыва – все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются специалистами в области лазерной физики, а также взаимодействия излучения с веществом и имеют публикации по схожей тематике. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение задачи, имеющей значение для развития лазерной физики. Диссертация посвящена экспериментальному исследованию режимов генерации и усиления импульсов среднего ИК диапазона в эрбиевых и халькогенидных лазерных средах. В работе рассмотрены различные аспекты формирования наносекундных лазерных импульсов в генераторах на основе эрбиевых кристаллов на длинах волн вблизи 3 мкм, включая различные методы активной модуляции добротности и компенсации термонаведенных искажений. В халькогенидах, легированных ионами железа, исследованы режимы генерации и усиления широкополосных лазерных импульсов в области 4-5,5 мкм. Результаты диссертации могут быть использованы в МГУ имени М. В. Ломоносова и других высших учебных заведениях в основных образовательных программах при создании новых и обновлении имеющихся материалов учебных курсов. Полученные результаты могут быть использованы для разработки перспективных лазерных источников в среднем ИК диапазоне, актуальных для решения различных научных и технологических задач, например, исследования лазерного воздействия на вещество в режиме резонансного поглощения.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку. Показано, что

1. Насыщение усиления на переходах в штатковском ансамбле подуровней верхнего и нижнего лазерных уровней ионов эрбия ($^4I_{11/2}$ и $^4I_{13/2}$) в кристалле иттрий-литиевого фторида, легированного эрбием, приводит к последовательной (во времени в течение длительности импульса накачки) смене длины волны лазерных импульсов свободной генерации (2,67 мкм→2,71 мкм→2,81 мкм→2,85 мкм), при этом конечная длина волны генерации в этой последовательности тем больше, чем выше коэффициент отражения выходного зеркала резонатора.
2. Генерация лазерного излучения с мультимегаваттной пиковой и ваттной средней мощностью в 3-мкм диапазоне длин волн возможна в иттрий-литиевом фториде, легированном эрбием, с электрооптической модуляцией добротности на основе титан-фосфата калия.
3. Формирование высокоэнергетичных (~100 мДж) одиночных лазерных импульсов наносекундной (~100 нс) длительности в среднем ИК диапазоне (~3 мкм) является результатом оптико-механической модуляции добротности резонатора в генераторе на основе эрбиевой среды с низким коэффициентом усиления.
4. Насыщающееся поглощение в графене и широкий спектр усиления в кристалле селениде цинка, легированном ионами железа, обеспечивает генерацию цуга субпикосекундных лазерных импульсов в режиме пассивной синхронизации мод в среднем ИК диапазоне.
5. Многопроходное широкополосное усиление в селениде кадмия, легированного ионами железа и охлаждённого до криогенных температур, происходит в условиях поддержания высокого коэффициента усиления и открывает доступ к гигаваттному уровню пиковой мощности лазерных импульсов в области 5 мкм.

На заседании 29 декабря 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Пушкину Андрею Владимировичу учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **17** человек, из них **8** докторов наук по специальности 1.3.19 – «лазерная физика» (физико-математические науки), участвовавших в заседании, из **24** человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» — **17**, «против» — **0**, недействительных голосов — **0**.

Председатель
диссертационного совета МГУ.013.4
доктор физико-математических наук,
профессор

Андреев Анатолий Васильевич

Учёный секретарь
диссертационного совета МГУ.013.4
кандидат физико-математических наук

Коновко Андрей Андреевич

Дата оформления заключения: 29 декабря 2022 г.