

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.238.01, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ ИМ. А.В. ГАПОНОВА-
ГРЕХОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12.02.2024 № 187

О присуждении Палашову Олегу Валентиновичу, гражданину РФ,
ученой степени доктора физико-математических наук

Диссертация «Подавление термонаведенных эффектов в оптических элементах твердотельных лазеров» по специальности 1.3.19 – лазерная физика принята к защите 14.08.2023 г., протокол №174, диссертационным советом 24.1.238.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ Министерства образования и науки РФ о создании совета № 717/нк от 09.11.2012 г.

Соискатель, Палашов Олег Валентинович, 1966 года рождения, в 1989 году окончил Горьковский Политехнический институт им. А.А. Жданова, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук «Особенности формирования дифракционно ограниченного излучения в мощных многоканальных лазерных системах на Nd:YAG» защитил в 1999 году в диссертационном совете Д002.069.02, созданном на базе ИПФ РАН, работает заведующим отделом в ИПФ РАН. Диссертация выполнена в отделении Нелинейной динамики и оптики ИПФ РАН.

Официальные оппоненты: Цветков Владимир Борисович, доктор физ.-мат. наук, директор Научного центра лазерных материалов и технологий ИОФ РАН; Венедиктов Владимир Юрьевич, доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры лазерных измерительных и навигационных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ»; Рябочкина Полина Анатольевна, доктор физ.-мат. наук, заведующий кафедрой фотоники Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева, дали положительные отзывы на диссертацию. Ведущая

организация ФГБУН Институт лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИЛФ СО РАН) в своем положительном заключении, подписанном д.ф.-м.н., главным научным сотрудником ИЛФ СО РАН Прудниковым Олегом Николаевичем и утвержденном и.о. директора ИЛФ СО РАН, д.ф.-м.н. Шайхисламовым Илдаром Фаритовичем, указала, что диссертация актуальна, имеет большое значение как для фундаментальных исследований, так и для практических применений, является законченным научным исследованием, которое можно квалифицировать как научное достижение высокого уровня, а ее автор, Палашов Олег Валентинович, заслуживает присуждения степени доктора физ.-мат. наук по специальности 1.3.19 – лазерная физика.

Соискатель имеет 37 статей по теме диссертации, опубликованных за последние 10 лет в рецензируемых научных изданиях первого (Q1, 29 статей) и второго (Q2, 8 статей) квартилей, индексируемых по международным базам Scopus и/или Web of Science. Количество публикаций соискателя соответствует требованиям п.13 «Положения о присуждении ученых степеней» в редакции, действительной на момент представления данной диссертации к защите. Наиболее значимыми работами по теме диссертации являются:

1. *Mironov E.A., Palashov O.V., Balabanov S.S.* High-purity CVD-ZnSe polycrystal as a magneto-active medium for a multikilowatt Faraday isolator // *Optics Letters*. 2021. V.46, №9. P.2119-2122. **Q1**
2. *Palashov O.V., Starobor A.V., Perevezentsev E.A., Snetkov I.L., Mironov E.A., Yakovlev A.I., Balabanov S.S., Permin D.A., Belyaev A.V.* Thermo-Optical Studies of Laser Ceramics // *Materials*. 2021. V.14, №14. P.3944. **Q2**
3. *Mironov E.A., Palashov O.V., Naumov A.K., Aglyamov R.D., Semashko V.V.* Faraday isolator based on NTF crystal in critical orientation // *Applied Physics Letters*. 2021. V.119, №7. P.073502. **Q1**
4. *Starobor A.V., Mironov E.A., Palashov O.V.* High-power Faraday isolator on a uniaxial CeF₃ crystal // *Optics Letters*. 2019. V.44, №6. P.1297-1299. **Q1**
5. *Mironov E.A., Palashov O.V.* Spectral, magneto-optical and thermo-optical properties of terbium containing cubic zirconia crystal // *Applied Optics Letters*. 2018. V.113, №6. P.06354. **Q1**

6. *Yakovlev A.I., Snetkov I.L., Palashov O.V.* The dependence of optical anisotropy parameter on dopant concentration in Yb:CaF₂ and Tb:CaF₂ crystals // *Optical Materials*. 2018. V.77. P.127-131. **Q1**
7. *Mironov E.A., Palashov O.V., Voitovich A.V., Karimov D.N., Ivanov I.A.* Investigation of thermo-optical characteristics of magneto-active crystal Na_{0.37}Tb_{0.63}F_{2.26} // *Optics Letters*. 2015. V.40, №21. P. 4919-4922. **Q1**
8. *Mironov E.A., Palashov O.V.* Faraday isolator based on TSAG crystal for high power lasers // *Optics Express*. 2014. V.22, №19. P.23226-23230. **Q1**

На диссертацию поступило 8 отзывов, все отзывы положительные. В них отмечаются высокий уровень работы, ее актуальность, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В положительном отзыве ведущей организации, наряду с редакционными, содержатся замечания: 1) некоторые основные положения, выносимые на защиту, недостаточно четко сформулированы, в частности, в третьем положении первое предложение излишне перегружено, а второе представляет собой конкретный результат; 2) при сравнении керамик Y₂O₃, Lu₂O₃, Sc₂O₃ и кристалла YAG, имеющих разное допирование ионами иттербия, не отражено его влияние на измеренные характеристики; 3) при анализе изменения деполяризации излучения в кубических кристаллах в зависимости от мощности накачки для ориентаций [110] и [001] представлены как экспериментальные зависимости, так и расчетные, а для [111] приводится только расчётная зависимость. Тем не менее, сделан вывод, что ориентация [111] является наихудшей из представленных.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. Венедиктова В.Ю. содержит, кроме редакционных, замечание о желательности дополнительных пояснений принципов работы устройств и узкоспециальных терминов, а также четкого разделения понятий «методология» и «методика». Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. Цветкова В.Б. содержит замечания: 1) при перечислении преимуществ криогенного охлаждения лазерных элементов следовало указать, что уменьшение «холодной» деполяризации происходит не всегда и зависит от кристаллографического качества материала; 2) экспериментальные установки описаны очень кратко и излишне подробно изложены результаты в заключениях к главам. Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. Рябочкиной П.А. содержит, наряду с редакционными, замечания о целесообразности: указания погрешности измерений

для экспериментальных методов; объяснения поведения термодеполяризации в различных ориентациях кристаллов; более подробного анализа оптического качества исследуемых материалов.

Положительные отзывы на диссертацию д.ф.-м.н. А.Б. Савельева-Трофимова, д.ф.-м.н. В.Е. Яшина, д.т.н. Кириллова Ю.П. и к.ф.-м.н. В.Н. Деркача замечаний не содержат.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в областях лазерной физики, нелинейной оптики, численного моделирования лазерных и оптических процессов, а ведущая организация является передовым институтом в области лазерной физики.

Диссертационный совет отмечает следующие результаты представленной диссертации:

- определены основные направления исследований подавления термонаведенных эффектов в твердотельных лазерах, включающие диагностику новых/перспективных лазерных материалов; их криогенное охлаждение; использование оптимальных ориентаций (в случае кристаллов) и геометрий лазерных элементов и теплоотводов; применение различных методов компенсации термонаведенных эффектов;
- предложен метод компенсации термонаведенного двулучепреломления при помощи устройства, состоящего из взаимного вращателя и дополнительного оптического элемента (ДОЭ). Принципиальным отличием метода является возможность изготавливать ДОЭ и термонагруженный лазерный элемент из разных материалов, что позволяет компенсировать не только термодеполяризацию, но и тепловую линзу;
- предложен метод измерения параметра оптической анизотропии, позволяющий по поведению термодеполяризации определять не только его модуль, но и знак, по отношению величин интегральной деполяризации и качественному поведению локальной деполяризации при вращении кристалла вокруг двух осей (оси цилиндрического лазерного элемента и перпендикулярной ей оси);
- определено влияние критической ориентации [С] на термодеполяризацию в кристаллах с отрицательным параметром оптической анизотропии и экспериментально продемонстрировано ее значительное подавление в кристаллах

CaF₂ и NTF. Исследовано влияние ориентации [110] на термодеполяризацию при большой мощности тепловыделения, продемонстрирована перспективность ее использования в дисковых активных элементах с торцевой диодной накачкой;

- экспериментально обнаружена и исследована деполяризация, определяемая температурной зависимостью постоянной Верде, рассмотрены условия, при которых она может давать основной вклад в термодеполяризацию;

- по результатам измерений термооптических характеристик определена перспективность ряда лазерных материалов; в частности, показано, что новый класс материалов – полуторные оксиды редкоземельных металлов (Tb₂O₃, Dy₂O₃, Yb:Y₂O₃, Yb:Lu₂O₃ и Yb:Sc₂O₃) - обладают преимуществом по сравнению с гранатами (Yb:YAG и TGG) для использования в лазерах с высокой средней мощностью; предложено использовать селенид цинка, тисонит и фторид кальция в мощных изоляторах Фарадея (ИФ).

Теоретическая значимость исследования состоит в экспериментальном подтверждении адекватности численных методов расчета искажений излучения, обусловленных термодеполяризацией и тепловой линзой, и обосновании, тем самым, возможности значительного подавления таких искажений в лазерных элементах.

Значение полученных результатов для практики состоит в том, что:

- разработаны вакуумные ИФ для гигантских оптических интерферометров LIGO и VIRGO, благодаря которым были впервые экспериментально зарегистрированы гравитационные волны;

- результаты исследований используются при развитии отечественных технологий производства различных лазерных материалов (кристаллов тербий-галлиевого граната и тербий-скандий-алюминиевого граната, керамики полуторного оксида тербия);

- результаты исследований известных высокотехнологичных материалов (селенид цинка, тисонит и фторид кальция) позволяют использовать их в новом качестве – в оптических изоляторах на рекордно высокую среднюю мощность.

Достоверность результатов исследования обусловлена использованием хорошо зарекомендовавших себя экспериментальных и численных методов. Все полученные результаты имеют ясную физическую интерпретацию, согласующуюся

с существующими представлениями и данными научной литературы. Результаты работы опубликованы в авторитетных научных журналах, многократно докладывались на российских и международных конференциях.

Личный вклад соискателя. Все результаты диссертации получены под научным руководством автора или при его непосредственном участии. Автор внес определяющий вклад в концептуализацию направлений и постановку всех задач диссертационного исследования, в интерпретацию экспериментальных результатов и численных расчетов. Автором осуществлялась разработка и оптимизация экспериментальных схем, он принимал непосредственное участие в проведении экспериментов.

На все вопросы и замечания, высказанные в ходе защиты и содержащиеся в отзывах, О.В. Палашовым были даны ответы и комментарии.

Диссертация О.В. Палашова оформлена в виде научного доклада, подготовленного на основе совокупности ранее опубликованных соискателем работ, имеющих большое значение для лазерной физики, и представляет собой краткое обобщенное изложение результатов проведенных соискателем исследований, известных широкому кругу специалистов.

На заседании от 12.02.2024 г. диссертационный совет принял решение: за разработку теоретических положений, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, присудить Палашову О.В. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 25 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за - 25, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета,
академик РАН



Литвак Александр Григорьевич

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор физ.-мат. наук



Абубакиров Эдуард Булатович

12 февраля 2024 г.

