

**Заключение диссертационного совета Д 005.007.02  
на базе ФГБУН Института автоматике и процессов управления  
Дальневосточного отделения Российской академии наук по диссертации  
на соискание ученой степени кандидата наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 26.06.2015 № 58

О присуждении Жижченко Алексею Юрьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Лазерно-индуцированные процессы модификации оптических свойств полиметилметакрилата, допированного антраценоилацетонатом дифторида бора» по специальности 01.04.21 «Лазерная физика»

принята к защите 15 апреля 2015 г. протокол № 55 диссертационным советом Д 005.007.02 на базе ФГБУН Института автоматике и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, находящимся по адресу 690041, Приморский край, г. Владивосток, ул. Радио, д. 5, утверждённого приказом Рособнадзора Минобрнауки России от 04.07.2008 № 1484-1033.

Соискатель Жижченко Алексей Юрьевич 1989 года рождения.

В 2010 году соискатель окончил ГОУ ВПО Дальневосточный государственный технический университет. В 2013 году окончил очную аспирантуру ФГБУН Института автоматике и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук. В настоящее время работает младшим научным сотрудником в лаборатории прецизионных оптических методов измерения ФГБУН Института автоматике и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории прецизионных оптических методов измерения ФГБУН Института автоматике и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИАПУ ДВО РАН).

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Витрик Олег Борисович, главный научный сотрудник лаборатории прецизионных оптических методов измерений ИАПУ ДВО РАН.

Официальные оппоненты:

Буфетов Игорь Алексеевич, гражданин Российской Федерации, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор, замес-

титель директора по научной работе, ФГБУН Научный центр волоконной оптики Российской академии наук,

Криштоп Виктор Владимирович, гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук, профессор, проректор по учебной работе, ФГБОУ ВПО Дальневосточный государственный университет путей сообщения,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБУН Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск) в своём положительном заключении, подписанном В.П. Корольковым, доктором технических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории дифракционной оптики, указала, что диссертация Жижченко А.Ю. соответствует требованиям положения «О присуждении учёных степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 4 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях. Из них статья в журнале «Оптика и спектроскопия» в соавторстве объёмом 0.74 п.л., статья в журнале «Optics Communications» в соавторстве объёмом 0.67 п.л., статья в журнале «Квантовая Электроника» в соавторстве объёмом 0.66 п.л., статья в журнале «Solid State Phenomena» в соавторстве объёмом 0,65 п.л., 3 тезиса к докладам на международных конференциях в соавторстве общим объёмом 0.9 п.л., статья в сборнике «Перспективные направления развития нанотехнологий в ДВО РАН» в соавторстве общим объёмом 0,7 п.л.

Авторский вклад Жижченко А.Ю. в опубликованных в соавторстве работах заключается в разработке экспериментальных установок, проведении экспериментальных исследований, участии в разработке методик создания экспериментальных образцов, в обсуждении и интерпретации полученных результатов. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Ю.Н. Кульчин, О.Б. Витрик, А.Ю. Жижченко, А.Г. Мирочник, Е.В. Федоренко. Оптические свойства нового полимерного фоторегистрирующего материала на основе 2,2 – дифторо-4-(9-антрацил)-6-метил-1,3,2-диоксаборина // Оптика и спектроскопия. – 2012. – Т. 112. – №. 4. – С. 562.
2. Yu.N. Kulchin, O.B. Vitrik, A.Yu. Zhizhchenko, A.G. Mirochnik, E.V. Fedorenko, Guohui Lv, A.M. Salagin, V.P. Korolkov. Photoinduced record of

waveguide structures in films of polymethylmethacrylate doped with beta-diketoneboron difluorides // Optics Communications. – 2013. – Т. 311. – С. 364-367.

3. Ю.Н. Кульчин, О.Б. Витрик, А.А. Чехленок, А.Ю. Жижченко, Д.Ю. Прощенко, А.Г. Мирочник, Лю Жуоху. Фоторегистрация множественной филаментации фемтосекундного лазерного излучения в полиметилметакрилате, допированном 2, 2-дифторо-4-(9-антрацил)-6-метил-1, 3, 2-диоксаборином// Квантовая Электроника. – 2013. – Т. 43. – №. 12. – С. 1118-1121.
4. Yu.N. Kulchin, O.B. Vitrik, A.Yu. Zhizhchenko, A.G. Mirochnik and E.V. Fedorenko. Photorecording Polymeric Waveguide Film Based on 2,2-difluoro-4-(9-anthracyl)-6-methyl-1, 3, 2-dioksaborine for Photonics// Solid State Phenomena. – 2014. – Т. 213. – С. 170-175.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов. Все положительные.

1. Отзыв из Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, подписан к.ф.-м.н., профессором, заведующим кафедрой Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники Шаранговичем С.Н., содержит замечание: из текста автореферата не понятно учитывается ли в представленной модели явление самодифракции записывающих пучков и каков его вклад при записи голографических решёток.
2. Отзыв из Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета, подписан к.ф.-м.н., доцентом кафедры общей физики Калугиной Н.А., содержит замечания: из данных, представленных в автореферате, непонятно каковы механические характеристики изучаемого в диссертации материала, позволяют ли они широко использовать данный материал; не представлено описание экспериментальной установки, что не позволяет понять, чем обусловлена указанная точность измеряемых величин.
3. Отзыв из Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (г. Москва), подписан к.ф.-м.н. старшим научным сотрудником Отделения квантовой радиофизики Кудряшовым С.И., содержит замечания: выражение «модификация оптических свойств» является не очень удачным, так как модификация обычно связывается с материальными объектами; также, не совсем точно определены характеристики режима множественной филаментации фемтосекундного лазерного излучения в материале – управляющим параметром является пиковая лазерная мощность, а не интенсивность; из автореферата не ясно как учитывается в предложенной модели распределение

интенсивности экспонирующего излучения по глубине материала при записи голографических решёток.

4. Отзыв из Дальневосточного государственного университета путей сообщения (г. Хабаровск), подписан к.ф.-м.н., доцентом кафедры «физика и теоретическая механика» Максименко А.А. содержит замечание: не рассмотрен вопрос о локальности отклика материала на световое воздействие. Из представленного текста не ясно, имеется ли сдвиг решётки показателя преломления относительно интерферограммы или нет.

5. Отзыв из Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, подписан д.ф.-м.н., профессором, заведующим кафедрой Электронных приборов Шандаровым С.М., содержит замечание: недостатком работы является расплывчатость формулировок в некоторых защищаемых положениях. В частности, первое предложение во втором защищаемом положении представляется очевидным, поэтому представленное в нём утверждение не требует специальной защиты материалами диссертации.

6. Отзыв из Научного центра волоконной оптики Российской академии наук (г. Москва), подписан к.ф.-м.н. ведущим научным сотрудником Лаборатории волоконной оптики Беловоловым М.И. и д.ф.-м.н., профессором заведующим Теоретическим сектором Бирбковым А.С. существенных замечаний и недостатков не имеет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их соответствием требованиям пунктов 22 и 24 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г №842, а также заключением комиссии диссертационного совета Д 005.007.02, зафиксированном в протоколе № 55 заседания диссертационного совета Д 005.007.02 в Институте автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук от 15 апреля 2015 г.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– Синтезирован и охарактеризован новый полимерный материал на основе полиметилметакрилата (ПММА), допированного антраценоилацетонатом дифторида бора ( $\text{AntBF}_2$ ) для безжидкостной лазерной записи оптических элементов (ОЭ) с толщиной от 1 мкм до 2 мм, обладающий низким порогом термооптического эффекта ( $\sim 20 \text{ Вт/см}^2$ ) и фоточувствительностью в диапазоне длин волн от 350 до 475 нм.

– Установлен механизм записи ОЭ в данном материале, обусловленный как фотохимическими процессами, так и диффузией молекул фотопродукта. Показана возможность четырёхкратного увеличения амплитуды модуляции показателя преломления до  $2 \times 10^{-4}$  и пространственного разрешения до 2500 лин/мм ОЭ без снижения их времени деградации, путем ускорения процессов диффузии фотопродукта за счет умеренного отжига ( $70\text{ }^\circ\text{C}$ ) материала.

– Показана возможность создания на основе разработанного материала нелинейных элементов управления типа “свет-свет” ( $\lambda_{\text{упр}} = 406\text{ нм}$ ,  $\lambda_{\text{чит}} = 633\text{ нм}$ ) в частотном диапазоне от 3 до 50 Гц и фоточувствительных планарных волноводов с потерями  $< 1.8\text{ дБ/см}$  для  $\lambda = 655\text{ нм}$ , а также фазовых и рельефо-фазовых элементов интегральной оптики с дифракционной эффективностью  $> 50\%$  и глубиной рельефа  $> 0.1\text{ мкм}$ .

– Обнаружено, что двухфотонная фотомодификация при пиковой интенсивности  $> 2.4 \times 10^8\text{ Вт/см}^2$  и длине волны  $\lambda \sim 800\text{ нм}$  фемтосекундного лазера и предварительная запись 2D решётки на входном торце разработанного материала, приводят к фоторегистрации картины множественной филаментации лазерного излучения и, соответственно, к упорядочиванию картины филаментов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

создана физико-математическая модель, которая позволяет оптимизировать свойства записываемых в материале оптических элементов, а так же создавать с использованием лазерного излучения структуры показателя преломления с заданными оптическими характеристиками.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

синтезированный новый полимерный фоторегистрирующий материал на основе антраценоилацетоната дифторида бора не нуждается в жидкостной постэкспозиционной обработке, обладает низким светорассеянием, высоким пространственным разрешением ( $\sim 2500\text{ лин/мм}$ ) и возможностью фазовой записи толстых оптических элементов с высокой дифракционной эффективностью ( $\sim 70\%$ ). Указанные свойства позволяют применять материал, как для создания высокоэффективных голографических решёток, так и элементов интегральной оптики с низкими оптическими потерями ( $< 1.8\text{ дБ/см}$ ). Низкий порог ( $2.4 \times 10^8\text{ Вт/см}^2$  при  $\lambda \sim 800\text{ нм}$ ) двухфотонной фотомодификации материала обеспечивает возможность его применения для лазерной записи глубоких структур показателя преломления, что открывает возможность создания

толстых дифракционных оптических элементов, фотонных кристаллов и других трёхмерных оптических микроструктур.

Оценка достоверности полученных результатов исследования выявила: основные результаты получены на сертифицированном оборудовании при использовании надежных экспериментальных методов и апробированных теоретических моделей;

воспроизводимость экспериментальных данных и их согласованность с теоретическими представлениями;

полученные автором результаты качественно совпадают с результатами, представленными в независимых источниках по тематике исследования.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии во всех этапах диссертационной работы: разработка экспериментальных установок; проведение экспериментального исследования оптических свойств объёмных образцов и образцов планарных волноводов на основе ПММА + AntBF<sub>2</sub>; разработка методов оптимизации частотно-контрастной характеристики объёмных образцов и образцов планарных волноводов на основе изучаемого материала; разработка методики упорядочивания филаментов в глубине толстых образцов ПММА + AntBF<sub>2</sub>; интерпретация экспериментальных данных; участие в апробации результатов исследования и подготовке публикаций по выполненной работе.

На заседании 26 июня 2015 г. диссертационный совет принял решение присудить Жижченко А.Ю. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель  
диссертационного совета



  
Кульчин Ю.Н.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

  
Гамаюнов Е.Л.

26.06.2015