

Заключение диссертационного совета д 005.007.02
4 на базе ФГБУН Института автоматики 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 № 57

О присуждении Проценко Дмитрию Юрьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук. Диссертация «Нелинейно-оптические свойства новых нанокompозитных материалов на основе биосиликатов и полимеров» по специальности 01.04.21 «Лазерная физика» принята к защите 15.04.2015 г. протокол № 55 диссертационным советом Д 005.007.02 на базе ФГБУН Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, находящимся по адресу 690041, Приморский край, г. Владивосток, ул. Радио, д. 5, образованный приказом от 04.07.2008 № 1484-1033.

Соискатель Проценко Дмитрий Юрьевич, 1988 года рождения. В 2010 году соискатель окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Морской государственный университет им. Г.И. Невельского» по специальности «Радиофизика и электроника». В 2013 году окончил очную аспирантуру при Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского. В 2014 году получил удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов, выданное Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институтом автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Проценко Дмитрий Юрьевич работает младшим научным сотрудником в Научно-исследовательском институте морского транспорта Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Морской государственный университет им. Г.И. Невельского».

Диссертация выполнена в лаборатории лазерных методов исследования вещества ФГБУН Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор технических наук Майор Александр Юрьевич работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН ведущим научным сотрудником лаборатории Лазерных методов исследования вещества.

Официальные оппоненты:

Мишина Елена Дмитриевна - доктор физико-математических наук, доцент, работает в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования Московском государственном университете информационных технологий, радиотехники и электроники (МИРЭА), заведующей лабораторией фемтосекундной оптики для нанотехнологий.

Криштоп Виктор Владимирович - доктор физико-математических наук, профессор, работает в ФГБОУ ВПО Дальневосточном государственном университете путей сообщения, проректор по учебной работе, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (г. Москва) в своем положительном отзыве, составленном Стариковым Р.С., доктором физико-математических наук, профессором кафедры "Лазерная физика", указала, что представленные экспериментальные и теоретические исследования позволят усовершенствовать оптически стойкие нелинейные материалы, являющиеся благоприятной средой для генерации широкополосного излучения суперконтинуума. Вариация концентрации добавок даёт возможность изменять значения нелинейно-оптических коэффициентов в широких пределах, что в итоге позволит создавать среды с требуемыми значениями нелинейного показателя преломления и коэффициентов двухфотонного поглощения, что может быть использовано при создании на основе исследованных материалов генераторов белого света, оптических переключателей, различных микроструктурированных объектов. Теоретические и экспериментальные результаты, полученные в диссертации, могут быть рекомендованы для дальнейшего использования в организациях занимающихся созданием и использованием новых нелинейно-оптических материалов: Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН (г. Владивосток), Институт автоматики и электрометрии СО РАН (г. Новосибирск), Физический институт РАН (г. Москва), Физико-технический институт РАН (г. Санкт-Петербург) и др. Рекомендуются использование результатов диссертации в учебном процессе вузов, осуществляющих подготовку специалистов в области оптики и лазерной физики: Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток), Московский государственный университет, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (г. Москва), Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики и др.

Соискатель имеет 22 опубликованные работы по теме диссертации, в том числе 6 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях. Из них три статьи в журнале "Квантовая электроника" в соавторстве общим объемом 1,625 п.л. и три статьи в журнале "Advanced Materials Research" в соавторстве общим объемом 1 п.л.

Вклад Проценко Д. Ю. в работах заключается в разработке экспериментальных установок, проведении экспериментальных исследований, участии в подготовке нанокompозитных материалов, обсуждении полученных результатов.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Кульчин Ю. Н., Голик С. С., Проценко Д. Ю., Чехленок А. А., Постнова И. В., Майор А. Ю., Щипунов Ю. А. Определение энергетических порогов филаментации и спектральных характеристик суперконтинуума в нанокompозитных кремний органических средах на основе THEOS//Квантовая электроника-2014.-Vol.44.-С. 793–797.
2. Кульчин Ю. Н., Голик С. С., Проценко Д. Ю., Чехленок А. А., Постнова И. В., Майор А. Ю., Щипунов Ю. А. Генерация суперконтинуума и филаментация лазерных УКИ в гибридных силикатных нанокompозитных материалах на основе полисахаридов и гиперразветвленных полиглицидолов//Квантовая электроника.- 2013. – Vol. 43. - С. 370-373.
3. Кульчин Ю.Н., Витрик О.Б., Чехленок А.А., Жижченко А.Ю., Проценко Д.Ю., Мирочник А.Г., Жуох Л. Фоторегистрация множественной филаментации фемтосекундного лазерного излучения в полиметилметакрилате, допированном 2,2-дифторо-4-(9-антрацил)-6-метил-1,3,2-диоксаборином// Квантовая электроника.-2013.- Vol.43.-С. 1118–1121.
4. Proschenko D., Mayor A., Bukin O., Golik S., Postnova I., Shchipunov Y., Kulchin Y. Determination of Nonlinear Refractive Index and Two-Photon Absorption Coefficients of New Nanocomposite Materials Based on Biosilicates Using Z-Scan Method//Advanced Materials Research.-2014.-Vol.1025.- PP. 776-781.

На автореферат поступили отзывы от:

1. Лугового В.А. – д.ф.-м.н., профессора, начальника лаборатории оптико-акустических измерений Дальневосточного филиала ФГУП “ВНИИФТРИ”
2. Кабанов А.М. – д.ф.-м.н., главного научного сотрудника лаборатории нелинейно-оптических взаимодействий Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН
3. Салюка П.А. – к.ф.-м.н., зав. Лаборатории лазерной оптики и спектроскопии
4. Окишева К.Н. – к.ф.-м.н., доцента кафедры Физики и теоретической механики ДВГУПС
5. Мансурова Ю.Н. - д.т.н., профессора, зав. кафедрой Материаловедение и технология материалов ИШ ДВФУ.

Все отзывы положительные. В отзывах на диссертацию и автореферат содержатся следующие замечания: в работе детально изучены нелинейно-оптические свойства новых материалов на основе биокompозитов и полимеров, однако не проведен сравнительный анализ полученных характеристик с характеристиками материалов, широко используемых в настоящее время для генерации суперконтинуума; в разделе 3.4 приведено теоретическое описание эффектов, приводящих к спектральному уширению фемтосекундного импульса и генерации суперконтинуума. Вместе с тем выражения,

приведенные в этом разделе, нигде далее не используются. В связи с этим проведение указанного анализа представляется в данной работе избыточным; тема диссертации заявлена очень широко, в то время как содержание охватывает лишь достаточно узкий класс материалов; в параграфе 3.7 описан процесс кратковременной генерации излучения суперконтинуума, а затем его исчезновение, однако не объяснено, почему со временем филаменты остаются, а излучение суперконтинуума прекращается; на рис. 39 и 40 приведены зависимости коэффициентов преобразования исходного излучения в излучение суперконтинуума (стр. 72), однако в диапазоне длин волн 100-400 нм его не должно быть, так как излучение данного диапазона поглощается светочувствительными (рис. 15, стр. 45); при анализе полученных результатов нелинейно-оптических коэффициентов приводится лишь сравнительная характеристика с аналогичными параметрами образца плавленого кварца. Было бы уместно охватить и провести сравнение с более широким классом оптических сред с известными нелинейно-оптическими характеристиками; при рассмотрении эффекта снижения эффективности генерации суперконтинуума в образце на основе композиции THEOS+гиалуронат Na с добавлением наночастиц золота автором сделаны выводы лишь на основании спектров поглощения без использования данных, которые могли бы быть получены с помощью других известных методик измерения; в тексте диссертации на странице 24 написано об использовании нового одностадийного метода золь-гель синтеза исследуемых материалов, однако не поясняется, в чем заключается одностадийность этого метода; недостатком диссертационной работы является то, что все проведенные измерения были выполнены на одной длине волны; в автореферате скупко описана экспериментальная методика. Так, только при знакомстве с рисунком 9 выясняется, что в диссертации речь идет о воздействии на образцы импульсно-периодического излучения. В третьем защищаемом положении говорится о пороговых уровнях энергии лазерного излучения, при этом приводятся значения плотности потока энергии. Сравнение рисунков 1 и 6 вызывает сомнение, что эффективность преобразования лазерного излучения в свечение суперконтинуума не превышает 0,25%; в автореферате отсутствуют результаты по второй гармонике фемтосекундного титан-сапфирового лазера, что обогатило бы результаты исследований и представляет значительный практический интерес; в работе имеется большое количество стилистических неточностей и ошибок.

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 15.04.2015 г.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– Установлено, что внедрение наночастиц золота с размерами 6-7 нм концентрацией $46 \times 10^{-5} \%$ в композицию на основе полностью растворимого в воде прекурсора tetrakis(2-hydroxyethyl) orthosilicate (Si-прекурсор) THEOS и макромолекул гиперразветвленных полиглицидолов НБР приводит к 7-кратному снижению порога филаментации и 8-кратному повышению интегральной эффективности преобразования исходного фемтосекундного излучения в суперконтинуум относительно плавленого кварца.

– Определена эффективность преобразования исходного фемтосекундного (45 фс) лазерного излучения с длиной волны 800 нм в диапазон спектрального интервала 420-700 нм, которая составила 0,25% для образцов на основе прекурсора THEOS с наночастицами золота концентрацией $46 \times 10^{-5} \%$.

– Показано, что материалы с наночастицами золота и квантовыми точками CdS имеют пороговые уровни для энергии падающего излучения, превышение которых приводит к повышению порогов филаментации до уровня чистого THEOS и снижению эффективности преобразования.

– Впервые измерены частотно-угловые характеристики конической эмиссии суперконтинуума образцов THEOS+НБР, THEOS+НБР+Au, THEOS+Гиалуронат Na, THEOS+CdS.

– Впервые измерены коэффициенты нелинейного показателя преломления и двухфотонного поглощения материалов на основе THEOS (для THEOS $n_2 = 2,2 \times 10^{-16} \text{ см}^2/\text{Вт}$, $\beta = 8 \times 10^{-12} \text{ см/Вт}$; THEOS+НБР $n_2 = 2 \times 10^{-16} \text{ см}^2/\text{Вт}$, $\beta = 6,5 \times 10^{-12} \text{ см/Вт}$; THEOS+НБР+Au $46 \times 10^{-5} \%$ $n_2 = 7,7 \times 10^{-16} \text{ см}^2/\text{Вт}$, $\beta = 9,3 \times 10^{-12} \text{ см/Вт}$; THEOS+Гиалуронат Na 1% $n_2 = 4,9 \times 10^{-16} \text{ см}^2/\text{Вт}$, $\beta = 9,9 \times 10^{-12} \text{ см/Вт}$).

– Обнаружена безыонизационная филаментация в полиметилметакрилате, допированного соединениями β -дикетонатов дифторида бора с концентрацией 1%, при облучении лазерными импульсами 800 нм. Определено, что данное явление наблюдается при интенсивности в диапазоне от 0.2 до 70 ГВт/см².

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– показана некорректность получаемых оценок нелинейных характеристик нанопористых материалов на основе THEOS при использовании формулы Марбургера.

– определено влияние различных допирующих компонент на нелинейно-оптические характеристики новых нанопористых материалов.

– установлена зависимость пространственно-временной трансформации фемтосекундных ультракоротких импульсов в ходе взаимодействия с данными средами в зависимости от легирующей добавки и ее концентрации.

Установлены закономерности пространственно-временной трансформации фемтосекундных ультракоротких импульсов в THEOS средах с разными легирующими добавками.

Значение полученных соискателем результатов для практики подтверждается тем, что:

В ходе проведенных исследований было установлено, что материалы на основе прекурсора THEOS являются благоприятной средой для генерации широкополосного излучения суперконтинуума, управление характеристик которого осуществляется путем варьирования добавки и ее концентрации. Т.о. данные среды являются перспективными для создания генераторов белого света.

Достоверность экспериментальных результатов подтверждается использованием современных методов анализа и оборудования для получения экспериментальных данных, их высокой воспроизводимостью и хорошим согласованием с известными ранее результатами.

Личный вклад соискателя состоит в участии на всех этапах исследовательского процесса, в подготовке и проведении экспериментов, в интерпретации полученных результатов, подготовке и оформлении публикаций по выполненной работе. Все результаты, представленные в работе, получены соискателем лично, либо в соавторстве при его непосредственном участии.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, содержит в себе важные научные и технические результаты, которые позволяют проводить исследования нелинейно-оптических характеристик новых, ранее неисследованных материалов.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, и принял решение присудить Проценко Д.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 Юрий Николаевич

Ученый секретарь
диссертационного совета
26.06.2015



Гамаюнов Евгений Леонидович