

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.243.05 НА БАЗЕ
ФГБОУ ВПО «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 05.10.2015 № 146

О присуждении Кузюткиной Юлии Сергеевне, гражданину РФ, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Особенности нелинейного оптического отклика в халькогенидных стеклах вблизи края полосы фундаментального поглощения» по специальности 01.04.21 – лазерная физика принята к защите 01 июня 2015 года, протокол №140, диссертационным советом Д 212.243.05 на базе ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», г. Саратов, ул. Астраханская, 83. Срок полномочий совета Д 212.243.05 приказом Рособрнадзора от 11.09.2009 г. № 1925-1840 продлен на период действия Номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 №59. Приказом № 105/нк от 11 апреля 2012 года совет признан соответствующим «Положению о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук», утвержденному приказом Минобрнауки РФ от 12 декабря 2011 г. № 2817. Приказом Минобрнауки № 350/нк от 29.07.2013 года в состав совета внесены изменения.

Соискатель Кузюткина Юлия Сергеевна, 1988 года рождения, в 2010 году закончила государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», в 2014 – аспирантуру Федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского». В период подготовки диссертации соискатель обучалась в заочной аспирантуре Саратовского государственного университета по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Диссертация выполнена на базовой кафедре компьютерной физики и метаматериалов физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» в СФ ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН.

Научный руководитель: Романова Елена Анатольевна, доктор физико-математических наук, профессор базовой кафедры компьютерной физики и метаматериалов физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» в СФ ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Физика» ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» Горбатенко Борис Борисович (г. Саратов);

кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией Фотонных устройств и технологий Института общей физики Российской академии наук (ИОФ РАН) Климентов Сергей Михайлович (г. Москва), дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научный центр волоконной оптики Российской академии наук» (НЦВО РАН), г. Москва, в своём положительном заключении, утвержденном Врио директора, доктором физико-математических наук, Сергеем Львовичем Семеновым, указала, что диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, содержащей

научную новизну, практическую и теоретическую значимость, а также решение актуальной научно-практической задачи лазерной физики – изучение закономерностей в спектральной зависимости коэффициента двухфотонного поглощения и нелинейного показателя преломления халькогенидных стекол систем As-S-Se, As-Se-Te и Ge-Se. По актуальности выбранной темы, научной новизне исследования, научной и практической значимости полученных результатов диссертационная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 11 опубликованных научных работ по теме диссертации, 6 из которых опубликованы в изданиях, установленных Министерством образования и науки РФ для публикации результатов диссертационных исследований, входящих в системы Scopus и Web of Science:

1. Romanova, E. Nonlinear optical response and heating of chalcogenide glasses upon irradiation by the ultra-short laser pulses /Yu. Kuzyutkina, A. Konyukhov, N. Abdel-Moneim, A. Seddon, T. Benson, S. Guizard, A. Mouskeftaras // Optical Engineering. V.53.№7. 2014. P.071812-1 – 071812-7.
2. Кузюткина, Ю.С. Особенности линейного и нелинейного оптических откликов халькогенидных стекол систем As-S-Se и As-Se-Te / Е.А.Романова, В.И.Кочубей, В.С. Ширяев // Оптика и спектроскопия. Том 117. №1. 2014. С.60–66.
3. Romanova, E. Nonlinear optical properties of amorphous semiconductors / A.Melnikov, Yu.Kuzutkina, V.Shiryaev, S.Guizard, A.Mouskeftaras // 14-th Int. Conf. on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory (MMET), Conf. Proc. Kharkov (Ukraine).2012. P. 521-526.
4. Kuzutkina, Yu. Dispersion of linear and nonlinear refractive index in chalcogenide glass / A.Melnikov, E.Romanova, V.Kochubey, N.S.Abel-

- Moneim, D.Furniss, A.Seddon // 14-th Int. Conf. on Transparent Optical Networks (ICTON). Conf. Proc. Coventry (UK). 2012. Tu. P.1-4.
5. Romanova, E. A. Dispersion tailoring in chalcogenide slot waveguides, slot arrays and bandgap structures / A. Konyukhov, Yu. Kuzutkina, A. Melnikov // 14-th Int.Conf.on Transparent Optical Networks (ICTON). Conf. Proc. Coventry (UK). 2012. Th. P.1-4.
6. Romanova, E.A., Interplay of non-linearity and dispersion in chalcogenide glass / A.I. Konyukhov, Yu. Kuzutkina (Chaikina), V.S. Shiryaev // 10-th Int. Conf. on Laser and Fibre-Opt. Networks Modeling (CAOL). Conf. Proc. Sebastopol (Ukraine). 2010. P.96-97.

Опубликованные работы показывают достаточно высокий уровень проведённых соискателем исследований. Наиболее значимые работы опубликованы в журналах «Optical Engineering» и «Оптика и спектроскопия».

На автореферат поступило 6 положительных отзывов. В них отмечается высокий уровень работы, научная новизна полученных результатов, их теоретическая и практическая значимость. Отзывы поступили от:

1) ведущего сотрудника лаборатории химии высокочистых бескислородных стекол ФГБУН «Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девятовых РАН», доктора химических наук **И.В. Скрипачева** (г. Нижний Новгород). **Замечания:** «на стр.15 автореферата говорится, что образец состава $As_{40}S_{60}$ можно считать эталонным. Однако при изучении нелинейных оптических свойств непрозрачных в видимой области халькогенидных стекол в качестве эталона более представительным может оказаться стекло состава $As_{40}Se_{60}$ »;

2) старшего научного сотрудника Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, кандидата физико-математических наук **О.В. Бутова** (г. Москва). **Замечания:** «Есть несколько замечаний, относящихся к оформлению представленного автореферата диссертации: 1. В разделе «Научная новизна диссертационной работы» особый акцент сделан на

использованных методиках проводимых измерений и расчетов, тогда как результатам оставлена второстепенная роль. Автору следовало переставить акцент на полученные впервые данные с помощью разработанных методик. Также и в разделе «Основные результаты диссертационной работы» следовало особо подчеркнуть новизну полученных результатов. 2. Приведенный в автореферате рисунок 2б неочевиден и нуждается в дополнительных комментариях в тексте»;

3) главного научного сотрудника ЗАО «НИИ Материаловедения», доктора химических наук, профессора **В.С. Минаева** (г. Москва). **Замечания:** «На стр. 8 автореферата автор упоминает о том, что в «главе 1 диссертации обсуждаются основы структуры атомной решетки аморфных полупроводников...Отсутствие дальнего порядка в атомной решетке и наличие собственных связевых состояний в запрещенной зоне определяют особенности оптического отклика аморфных полупроводников». К сожалению, в автореферате не дано анализа связи между структурой «аморфного» вещества и его оптическими свойствами. Для изучаемых веществ автор применяет два определения: «аморфные полупроводники» и «халькогенидные стекла», видимо, полагая, что «аморфное» и «стеклообразное» состояния – это одно и то же. Но это не так. А. Фельц в своей монографии «Аморфные и стеклообразные некристаллические твердые тела» (Москва, «Мир», 1986, стр. 25) пишет: «...понятие «аморфное твердое состояние» вещества шире по сравнению с понятием «стеклообразное состояние». Стекла всегда аморфны, но не все аморфные вещества – стекла.» И действительно: аморфные полупроводники кремний и германий не являются стеклами. Поэтому халькогенидные стекла следовало бы назвать не аморфными, а стеклообразными полупроводниками.»;

4) совместный отзыв от научного сотрудника **А.В. Афанасьева** и заведующего лабораторией «Лазерная наномодификация материалов», доктора физико-математических наук, профессора Института прикладной физики РАН **Н.М. Битюрин** (г. Нижний Новгород). **Замечания:** «на странице 3

применяется словосочетание «накачка суперконтинуума», что можно отнести к жаргонизму, появившемуся при усечении полной фразы. На рисунке 5 не там подпись к делителю, в описании схемы не указана частота следования импульсов, не обосновано пренебрежение влиянием других типов оптической нелинейности, в частности, тепловой нелинейностью. При этом при сопоставлении собственных данных по нелинейным характеристикам материалов с инерционной нелинейностью следует указывать длительность импульса и метод измерений и в работах, на которые делается ссылка (например, стр.4). Для лучшего восприятия результатов измерений нелинейности на стр.7 можно было бы указать численное значение, полученное в работе»;

5) заведующего кафедрой приборостроения Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю.А., доктора физико-математических наук, профессора **Л.А. Мельникова** (г. Саратов) (**без замечаний**);

б) заведующего кафедрой лазерной химии и лазерного материаловедения Санкт-Петербургского государственного университета, доктора химических наук, профессора **Ю.С. Тверьяновича** (г. Санкт-Петербург). **Замечания:** «Свойства стекол, и особенно халькогенидных, зависят от термической предыстории их получения. В первую очередь это относится к спектральной области вблизи края фундаментального поглощения. Осталось не ясным, в какой степени это обстоятельство было учтено при изучении нелинейных оптических свойств халькогенидных стекол».

На замечания соискателем даны развернутые содержательные ответы.

Выбор официальных оппонентов обоснован их авторитетом и профессионализмом в области исследований по теме диссертации. Выбор ведущей организации обоснован тем, что Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научный центр волоконной оптики Российской академии наук» является организацией, которая широко известна своими достижениями в области волоконной оптики, лазерной физики и

нелинейной оптики, и вполне способна оценить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований были получены следующие результаты:

- Измерена временная динамика нелинейного оптического отклика в образцах халькогенидных стекол систем As-S-Se и Ge-Se вблизи края полосы фундаментального поглощения.
- Исследован характер кинетики фотоиндуцированных носителей заряда вблизи края полосы фундаментального поглощения стекол системы As-S-Se. Установлено, что если пиковая частота импульса накачки приходится на область слабого поглощения, то время перехода фотоиндуцированных носителей заряда в связанные состояния в запрещенной зоне зависит от энергии импульса накачки. Если же пиковая частота импульса накачки приходится на область Урбаха, то время перехода фотоиндуцированных носителей заряда в связанные состояния в запрещенной зоне не зависит от энергии импульса накачки, но уменьшается при увеличении отношения энергии фотона накачки к оптической ширине запрещенной зоны исследуемого состава стекла.
- Разработана методика определения коэффициента двухфотонного поглощения и керровской постоянной халькогенидных стекол по результатам измерений временной динамики нелинейного оптического отклика интерферометрическим методом «накачка-зондирование» и получены значения этих коэффициентов для халькогенидных стекол систем As-S-Se и Ge-Se на длине волны 0.79 мкм.
- Установлено, что вблизи края полосы фундаментального поглощения (в области Урбаха и в области слабого поглощения) керровская постоянная халькогенидных стекол систем As-S-Se и Ge-Se имеет положительные значения.
- Проведен анализ полученных значений нелинейных оптических коэффициентов стекол системы As-S-Se в сравнении с результатами теории

нелинейного оптического отклика прямозонных кристаллических полупроводников. Установлено, что полученные значения коэффициента двухфотонного поглощения согласуются, в пределах погрешности измерений, со значениями, рассчитанными на длине волны 0.79 мкм по спектральной зависимости коэффициента двухфотонного поглощения для прямозонных кристаллических полупроводников. Установлено, что полученные значения керровской постоянной не согласуются по величине и знаку со значениями, рассчитанными на длине волны 0.79 мкм по спектральной зависимости керровской постоянной для прямозонных кристаллических полупроводников.

- Измерены спектры пропускания и отражения объемных образцов халькогенидных стекол систем As-S-Se, As-Se-Te, Ge-Se, рассчитаны спектральные зависимости коэффициента поглощения и показателя преломления. Для каждого состава получены численные значения оптической ширины запрещенной зоны и энергии Урбаха.

Полученные в диссертационной работе результаты экспериментального исследования временной динамики нелинейного оптического отклика в халькогенидных стеклах необходимы для дальнейшего развития фундаментальных физических представлений об особенностях нелинейных взаимодействий в материалах с неупорядоченной структурой.

В прикладном аспекте результаты работы могут быть непосредственно использованы для оптимизации технологии создания волноводных структур в объеме халькогенидного стекла фемтосекундными лазерными импульсами.

В работе показано, что нелинейный оптический отклик халькогенидных стекол является инерционным, что обусловлено кинетикой фотоиндуцированных носителей заряда. Этот результат весьма важен для исследователей, занимающихся измерением нелинейных оптических коэффициентов, связанных с быстрой электронной поляризацией среды.

Результаты работы имеют прикладное значение для разработчиков нелинейных устройств интегральной и волоконной оптики. В частности, эти результаты уже используются на базовой кафедре компьютерной физики и метаматериалов физического факультета СГУ в задачах разработки широкополосных источников когерентного излучения в среднем инфракрасном диапазоне длин волн.

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается следующим. При разработке методики расчета керровской постоянной и коэффициента двухфотонного поглощения халькогенидных стекол по результатам измерений интерферометрическим методом «накачка-зондирование» были использованы известные положения теории нелинейного оптического отклика в диэлектриках. Все полученные параметры (показатель преломления, оптическая ширина запрещенной зоны, энергия Урбаха) сравнивались с известными из литературы экспериментальными данными для исследуемых составов халькогенидных стекол. В экспериментальных исследованиях использовались современные и хорошо апробированные методы измерений.

Личный вклад соискателя состоял в обсуждении и решении поставленных научным руководителем задач исследования, проведении измерений на спектрофотометре и обработке результатов измерений, обработке и интерпретации результатов измерений методом «накачка-зондирование», разработке метода расчета нелинейных оптических коэффициентов, обобщении полученных результатов и формулировке выводов.

На заседании 05 октября 2015 года диссертационный совет принял решение присудить Кузюткиной Ю.С. учёную степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «Лазерная физика». При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 8 докторов наук по профилю диссертации, участвовавших в

заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали за 18, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета,

д.ф.-м.н., профессор

Тучин Валерий Викторович

Учёный секретарь диссертационного совета

д.ф.-м.н., профессор

Дербов Владимир Леонардович

05.10.2015 г.