

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 212.204.12 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета
от 27 августа 2019 года, протокол № 56

О присуждении Моисеевой Людмиле Викторовне,
гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук

Диссертация «Кристаллы, стекла и расплавы галогенидных систем для активных сред лазеров среднего ИК диапазона» в виде рукописи по специальности 05.27.06 Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники, химические науки, принята к защите 25 июня 2019 года, протокол № 47, диссертационным советом Д 212.204.12 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (125047, Москва, Миусская площадь, 9, приказ о создании диссертационного совета от 20 декабря 2018 года № 373/нк).

Соискатель Моисеева Людмила Викторовна, 11 января 1974 года рождения, в 1997 году окончила Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Министерства образования Российской Федерации. Освоила программу подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования Российской Федерации в 2000 году. Работает в федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте общей физики имени А.М. Прохорова Российской академии наук в лаборатории кристаллов и стекол Научного центра лазерных материалов и технологий в должности научного сотрудника. Диссертация выполнена в лаборатории кристаллов и стекол Научного центра лазерных материалов и технологий Института общей физики имени А.М. Прохорова Российской академии наук и на кафедре химии и технологии кристаллов Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научные руководители – кандидат технических наук, Дмитрук Леонид Николаевич, гражданин Российской Федерации, ведущий научный сотрудник Научного центра лазерных материалов и технологий Института общей физики имени А.М. Прохорова Российской академии наук; кандидат химических наук, доцент Петрова Ольга Борисовна, гражданка Российской Федерации, доцент кафедры химии и технологии кристаллов Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук Корсаков Александр Сергеевич, гражданин Российской Федерации, старший научный сотрудник кафедры физической и коллоидной химии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург;

кандидат химических наук Садовский Андрей Павлович, гражданин Российской Федерации, начальник отдела разработки оптических материалов Общества с ограниченной ответственностью «Научно-технического объединения «ИРЭ – Полус», Фрязино, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт радиотехники и электроники имени В.А.Котельникова Российской академии наук, Москва, в своем положительном заключении, подписанном заведующим отделом, доктором технических наук, профессором Кравченко Валерием Борисовичем и ученым секретарем отдела кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником Садовским Павлом Ивановичем, указала, что диссертация посвящена актуальным исследованиям материалов фотоники и лазерной техники, содержит практически важные результаты синтеза и исследования новых галогенидных кристаллических, стеклообразных и жидких лазерных материалов с коротким фононным спектром, а ее автор, Моисеева Людмила Викторовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 05.27.06 Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (отзыв заслушан и одобрен на научно-квалификационном семинаре по направлению «Технология новых материалов и структур для радиотехники и электроники» 12 июля 2019 года, протокол № 12).

Соискатель имеет 70 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 48 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 15 работ. Опубликованные работы общим объемом 176 страниц полностью отражают результаты, полученные в диссертации. Соискателем опубликовано 30 работ в материалах всероссийских и международных конференций и симпозиумов. Имеет главу в монографии и два патента Российской Федерации. Депонированных рукописей соискатель не имеет.

Наиболее значимые публикации по теме диссертации:

1. Batygov S., Brekhovskikh M., **Moiseeva L.**, Zhidkova I., Yurtaeva S. Optical properties and X-ray luminescence of fluorohafnate glass doping with EuF_2 // *Journal of Non-Crystalline Solids*. 2018. V. 480. P. 57-60. (*Web of Science, Scopus*)
2. Бреховских М.Н., **Моисеева Л.В.**, Шукшин В.Е., Жидкова И.А., Егорышева А.В., Федоров В.А. Кристаллизация стекол в системах $\text{ZrF}_4\text{-BaF}_2\text{-LaF}_3\text{-AlF}_3\text{-NaF}$ и $\text{HfF}_4\text{-BaF}_2\text{-LaF}_3\text{-AlF}_3\text{-NaF}$, модифицированных ионами хлора и брома // *Неорганические материалы*. 2019. Т. 55. № 2. С. 194–201. (*Web of Science, Scopus*)

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

На автореферат поступило 5 отзывов, все положительные. В отзывах указывается, что представленная работа содержит значительное количество актуальных экспериментальных данных, имеет большое научное и практическое значение и по своей новизне и актуальности соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии.

В отзыве доктора химических наук, профессора Зломанова Владимира Павловича, профессора кафедры неорганической химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» отмечено, что полезно было бы использовать соответствующие фазовые диаграммы для выбора условий синтеза кристаллов и стекол, а также стоило бы привести данные об отсутствии кислорода в синтезируемых материалах.

В отзыве кандидата физико-математических наук Бутвины Леонида Николаевича, старшего научного сотрудника федерального государственного бюджетного учреждения науки Научного центра волоконной оптики Российской академии наук отмечено слабое использование спектров поглощения соотнесённых с длиной образцов.

В отзыве доктора физико-математических наук Рябочкиной Полины Анатольевны, главного научного сотрудника лаборатории оптической спектроскопии лазерных материалов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва» отмечено, что результаты спектрально-люминесцентных измерений не позволяют сделать вывод об оптимальных концентрациях RE ионов для лазерных сред. Также отмечено, что в автореферате имеются технические неточности.

В отзыве кандидата химических наук Севостьяновой Татьяны Сергеевны, ведущего инженера-технолога Акционерного общества «Концерн «Моринформсистема – Агат» отмечено, что для стеклокерамических образцов, содержащих хлоридную фазу, на основе активированных стекол, не указано, входят ли активаторы в образующиеся фазы.

Отзыв кандидата технических наук Денисова Игоря Андреевича, начальника лаборатории полупроводниковых соединений A2B6 Акционерного общества «Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности «Гиредмет» замечаний не содержит.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их высокой компетентностью, которая подтверждена значительным количеством публикаций в области технологии и оборудования для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники и позволяет оценить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- впервые получены кристаллы $PbCl_2$, легированные Ce^{3+} , Nd^{3+} , Pr^{3+} , Tb^{3+} , Dy^{3+} , Er^{3+} и кристаллы K_2LaCl_5 , легированные Tb^{3+} , Dy^{3+} , Er^{3+} ;

- впервые изучена кристаллизация фторгафнатных хлорсодержащих стекол состава $56,5HfF_4 \cdot 20BaCl_2 \cdot 3LaF_3 \cdot 2,5AlF_3 \cdot 17NaF \cdot 1InF_3$ и хлорбромсодержащих стекол состава $61HfF_4 \cdot 11BaF_2 \cdot 11BaCl_2 \cdot 4LaF_3 \cdot 3InF_3 \cdot 10NaBr$;

- показано, что хлор- и бромсодержащие стекла на основе тетрафторида гафния имеют более широкий ИК диапазон пропускания (до 8,5 мкм) по сравнению фторцирконатными стеклами (система $ZrF_4-BaF_2-LaF_3-AlF_3-NaF$ - 7 мкм);

- получены фторгафнатные хлор- и бромсодержащие стекла и стеклокерамика на их основе, активированные Er, Tm, обладающие люминесценцией в среднем ИК диапазоне;

- впервые изучено стеклообразование в системе Ag-Cs-X (X=I, Br, Cl), легированной Er^{3+} ; синтезированы стекла и изучена их кристаллизация; исследована люминесценция ионов Er^{3+} на переходе ${}^4I_{13/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$ в стекле $52AgI \cdot 7AgCl \cdot 39CsBr \cdot 2PbCl_2$;

- впервые синтезированы легкоплавкие расплавы в системах $AlI_3-KI-ErI_3$, $AlI_3-KBr-ErI_3$ и исследованы их термические и спектрально-люминесцентные свойства.

Теоретическая значимость работы обоснована тем, что продемонстрирована возможность получения легированных RE галогенидных материалов разной степени разупорядочения (кристаллов, стекол, стеклокристаллических материалов и расплавов) с расширенным диапазоном прозрачности, проявляющих люминесценцию в среднем ИК

диапазоне. Определенные в работе предельные концентрации RE активаторов в матрицах хлоридных кристаллов $PbCl_2$ и K_2LaCl_5 , фторгафнатных хлор- и хлорбромсодержащих стекол на основе системы $HfF_4-BaF_2(BaCl_2, BaBr_2)-LaF_3-AlF_3-NaF(NaCl, NaBr)$, иодид-бромид-хлоридных стекол в системах $AgI-CsI(CsBr)$, $AgI(AgCl)-CsBr$, можно использовать в качестве справочной информации при получении материалов оптического качества.

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

- разработаны методики глубокой очистки хлорида свинца от кислородсодержащих примесей; выращивания кристаллов хлорида свинца в хлорирующей атмосфере; синтеза и очистки трихлоридов RE; синтеза, очистки и выращивания кристаллов K_2LaCl_5 ;
- разработаны методики подготовки шихты и синтеза фторидных хлор- и бромсодержащих стекол. Данные методики защищены патентами на изобретение RU 2 526 955 C1 от 23.07.2013 и RU 2 598 271 C1 от 16.07.2015.
- разработана методика получения легированных Er^{3+} стекол в системе $Ag-Cs-X$ ($X=I, Br, Cl$);
- разработана методика получения легкоплавких расплавов в системах $AlI_3-KI-ErI_3$, $AlI_3-KBr-ErI_3$, свободных от примесей йода и оксоидов;

Результаты работы могут быть рекомендованы для изучения и внедрения в научных и образовательных организациях, ведущих исследования и разработки в области получения лазерных материалов, например в федеральном государственном бюджетном учреждении науки Научном центре волоконной оптики Российской академии наук и федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте химии высокочистых веществ имени Г.Г. Девярых Российской академии наук.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что исследования проведены с использованием современного сертифицированного аналитического оборудования. Экспериментальные данные, полученные путем применения комплекса физико-химических методов, включая структурные и спектрально-люминесцентные методы, взаимодополняют и подтверждают полученные сведения.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке задач исследований, в проведении экспериментов и анализов, в обсуждении и обработке результатов, формулировании основных выводов, подготовки публикаций по выполненной работе, включая доклады на конференциях различного уровня.

По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 05.27.06 Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники в части:

- области исследований, пункт 1 «Разработка и исследование физико-технологических и физико-химических принципов создания новых и совершенствования традиционных материалов и приборов электронной техники, включая полупроводники, диэлектрики, металлы, технологические среды и приборы микроэлектроники и функциональной электроники» и пункт 5 «Физико-химические исследования технологических процессов получения новых и совершенствования существующих материалов электронной техники»
- разработаны методики глубокой очистки хлорида свинца; выращивания кристаллов хлорида свинца в хлорирующей атмосфере; синтеза и очистки трихлоридов RE; синтеза, очистки и выращивания кристаллов K_2LaCl_5 ; подготовки шихты и синтеза фторидных хлор- и бромсодержащих стекол; получения легкоплавких иодидных и иодид-бромидных

расплавов в системах $Al_3-KI-ErI_3$, $Al_3-KBr-ErI_3$.

- области исследований, пункт 2 «Разработка и исследование конструкционных основ создания и методов совершенствования оборудования для производства материалов и приборов по пункту 1» и пункт 4 «Разработка и исследование физико-технологических и физико-химических моделей новых материалов и приборов по пункту 1, технологических процессов их изготовления, а также моделей проектирования соответствующего технологического оборудования» - создано лабораторное оборудование: установка для очистки и выращивания кристаллов хлоридов методами направленной кристаллизации; установка синтеза хлоридов RE;

- области исследований, пункт 6 «Исследование и моделирование функциональных и эксплуатационных характеристик оборудования, материалов и изделий по пункту 1, включая вопросы качества, долговечности, надежности и стойкости к внешним воздействующим факторам, а также вопросы эффективного применения» - исследованы функциональные характеристики новых кристаллических, стеклообразных и жидких галогенидных материалов, включая вопросы их эффективного применения в качестве матриц для ИК лазеров.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, в частности, технологические решения в области создания новых галогенидных кристаллических, стеклообразных и жидких лазерных материалов с коротким фононным спектром для фотоники и лазерной техники, имеющие существенное значение для развития страны. По актуальности, новизне, практической значимости диссертация соответствует критериям, установленным пунктами 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

На заседании 27 августа 2019 года, протокол № 56, диссертационный совет принял решение присудить Моисеевой Людмиле Викторовне ученую степень кандидата химических наук по специальности 05.27.06 Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 3 докторов наук по специальности и отрасли науки рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 15, против присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель диссертационного совета

И.Х. Аветисов

Ученый секретарь диссертационного совета

Н.А. Макаров

