

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

РХТУ.Р.10 РХТУ им. Д.И. Менделеева  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  
аттестационное дело № 29/22  
решение диссертационного совета  
от 26 апреля 2023 г., протокол № 1

О присуждении ученой степени кандидата технических наук Алексееву Роману Олеговичу, представившего диссертационную работу на тему: «Высокопреломляющие стекла с высоким содержанием оксида лантана» по научной специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов (технические науки).

Диссертационная работа принята к защите 22 февраля 2023 г. на заседании Аттестационной комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева (протокол № 1).

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 12 человек приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева № 74А от «14» марта 2023 г.

Соискатель Алексеев Роман Олегович, 1994 года рождения, в 2012 г. поступил в РХТУ им. Д.И. Менделеева на направление 18.03.01 «Химическая технология». В 2016 г. получил диплом бакалавра (серия 107718 № 0784751, регистрационный номер 779, выдан 01 июля 2016 г.) и по результатам вступительных испытаний был зачислен в магистратуру РХТУ им. Д.И. Менделеева по направлению 18.04.01 «Химическая технология». В 2018 г., завершив обучение на кафедре химической технологии стекла и ситаллов, получив диплом магистра с отличием (серия 107731 № 0177631, регистрационный номер 760, выдан 29 июня 2018 г.).

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева». В период с 2018 по 2022 гг. Алексеев Роман Олегович проходил обучение в аспирантуре на кафедре химической технологии стекла и ситаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева по направлению подготовки 18.06.01 «Химическая технология» (диплом серия 107731 № 0505341, регистрационный номер 345, выдан 5 июля 2022 г.). С 2018 г. Алексеев Р.О. является ведущим инженером кафедры химической технологии стекла и ситаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Тема диссертационной работы утверждена на заседании Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева (протокол № 1 от 29 июня 2022 г.).

Научный руководитель – заведующий кафедрой химической технологии стекла и ситаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева, доктор химических наук, профессор Сигаев Владимир Николаевич.

Официальные оппоненты:

– доктор технических наук Сысоев Валентин Константинович, начальник отдела научно-исследовательских работ АО «Научно производственное объединение им. С.А. Лавочкина»;

– кандидат технических наук Гулюкин Михаил Николаевич, ведущий инженер-технолог НПК-74 АО «Лыткаринский завод оптического стекла».

Ведущая организация:

– Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук (ИХС РАН).

Основные положения и выводы диссертационного исследования изложены в 18 научных работах, опубликованных соискателем, в том числе в 4-х публикациях в изданиях, индексируемых в международных базах данных (Web of Science, Scopus) и патенте на изобретение. Среди наиболее значимых работ выделены следующие публикации:

1. Алексеев Р.О., Савинков В.И., Сигаев В.Н. Исследование стеклообразования и свойств стекол в лантан-алюмоборосиликатной системе с высоким содержанием оксида лантана // Стекло и керамика. 2019. № 2. С. 3–7. [Alekseev R.O., Savinkov V.I., Sigaev V.N. Investigation of Glass Formation and the Properties of Lanthanum-Aluminum-Borosilicate Glasses with High Lanthanum Oxide Content // Glass and Ceramics. 2019. Vol. 76, №1–2, P. 45–48.] (BAK, Web of Science, Scopus).

В статье исследована возможность стеклообразования в четырехкомпонентной системе  $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--B}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$  при содержании  $\text{La}_2\text{O}_3$  27 мол.%. Определены соотношения компонентов, при которых стекла наиболее устойчивы по отношению к аморфному фазовому разделению и кристаллизации. Определена область составов, которая позволяет получать стекла со значениями показателя преломления  $n_D$  до 1,74, коэффициента дисперсии  $v_D$  до 57 и плотности не более 4,15 г/см<sup>3</sup>. Технологичность данных стекол создает предпосылки для создания материалов с различными сочетаниями оптических постоянных путем модифицирования матрицы широким рядом допирующих компонентов. Объем статьи – 5 стр.

2. Алексеев Р.О., Романов Н.А., Савинков В.И., Клименко Н.Н., Сигаев В.Н. Многокомпонентные оптические стекла с высоким значением показателя преломления // Стекло и керамика. 2021. № 1. С. 3–8. [Alekseev, R. O., Romanov, N. A., Savinkov, V. I., Klimentko, N. N., Sigaev, V. N. Multicomponent Optical Glasses with High Refractive Index // Glass and Ceramics. 2021. Vol. 78. № 1–2. P. 3–7.] (BAK, Web of Science, Scopus).

В статье изучено влияние модифицирующих оксидов  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  на стеклообразующую способность, термические, физические и оптические свойства стекол четырехкомпонентной системы  $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--B}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$  (LABS). Установлено, что при модифицировании системы LABS возможно достижение высоких значений показателя преломления ( $n_D = 1,81$ ) в сочетании с низкой кристаллизационной способностью и возможностью получения оптически однородных отливок стекла размером до 150 мм. Синтез многокомпонентного стекла тигле объемом 300 мл с применением методов оптического стекловарения подтверждает перспективность данного состава для его реализации в промышленных масштабах. Объем статьи – 6 стр.

3. Алексеев Р.О., Савинков В.И., Сигаев В.Н. Исследование структуры и свойств стекол системы  $\text{La}_2\text{O}_3\text{--M}_n\text{O}_m\text{--B}_2\text{O}_3$  ( $M = \text{Nb, Ta, Ti, Zr}$ ) // Стекло и керамика. 2021. № 12. С. 3–8. [Alekseev R. O., Savinkov V. I., Sigaev V. N. Investigation of the Structure and Properties of Glasses in the System  $\text{La}_2\text{O}_3\text{--M}_n\text{O}_m\text{--B}_2\text{O}_3$  ( $M = \text{Nb, Ta, Ti, Zr}$ ) // Glass and Ceramics. 2022. Vol. 78. № 11. P. 467–470.] (BAK, Web of Science, Scopus).

В статье описаны результаты синтеза лантаноборатных стекол, модифицированных оксидами высокополярзуемых катионов ( $\text{Nb, Ti, Zr, Ta}$ ). Изучены их кристаллизационные свойства и особенности структуры методом ИК спектроскопии. Установлено, что в области составов  $25\text{La}_2\text{O}_3\text{--xM}_n\text{O}_m\text{--}(75 - x)\text{B}_2\text{O}_3$  ( $M = \text{Nb, Ta, Ti, Zr, } x = 5 - 25$  мол.%) могут быть получены заготовки стекол с показателем преломления выше 1,8. Сделано предположение о том, что в изученных стеклах в дополнение к боратной сетке формируется сетка связанных по вершинам крупных полиэдров модифицирующего катиона, обеспечивающая сохранение способности расплава к стеклообразованию. Объем статьи – 6 стр.

4. Alekseev R.O., Avakyan L.A., Shakhgildyan G.Yu., Komandin G.A., Savinkov V.I., Romanov N.A., Veligzhanin A.A., Lebedev S.P., Ermakova A.M., Sukharina G.B., Bugaev L.A., Sigaev V.N. Local Atomic Structure of the High Refractive Index  $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Nb}_2\text{O}_5\text{--B}_2\text{O}_3$  Glasses // Journal of Alloys and Compounds. 2022. Vol. 917. P. 165357. (Web of Science, Scopus).

В статье выяснены корреляции между составом стекол в системе  $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Nb}_2\text{O}_5\text{--B}_2\text{O}_3$  (LNB) и их структурными особенностями. Обнаружено, что показатель преломления стекол LNB регулируется от 1,71 до 1,98 путем изменения доли  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  от 5 до 30 мол.%. Структурный анализ предполагает наличие трех- и четырехкоординированных боратных звеньев, а также шести координированных атомов ниобия. Доказано, что атомы ниобия сохраняют октаэдрическую координацию кислорода, несмотря на широкий разброс содержания  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ , в то время как среднее координационное число лантана меняется от ~7 до ~10. Значения

межатомных расстояний свидетельствуют о том, что октаэдры ниобия в сетке стекла соединены исключительно вершинами. Стабильность локальной атомной структуры ниобия свидетельствует о том, что основным источником изменения оптических свойств LNB стекол является содержание  $Nb_2O_5$ . Более глубокое понимание локальной атомной структуры стекол LNB прокладывает путь к разработке новых стекол с высоким показателем преломления. Объем статьи – 11 стр.

5. Алексеев Р.О., Савинков В.И., Сигаев В.Н., Шахгильдян Г.Ю. Оптическое стекло: патент 2672367 Рос. Федерация. № 2017144223; заявл. 18.12.2017; опубл. 14.11.2018.

Изобретение относится к области оптического материаловедения, в частности к бесцветным оптическим стеклам, не содержащим оксидов свинца, со значением коэффициента преломления  $n_d \geq 1,73$ , числом Аббе  $v_d \geq 40$  и плотностью  $\rho \leq 4,2$  г/см<sup>3</sup>. Изобретение можно использовать для изготовления высокоразрешающих оптических систем, фото-, кино-, объективов, лазерной техники, офтальмологии, а также оптических систем записи, считывания и передачи информации. Отличительной особенностью изобретения является его низкая склонность к кристаллизации, которая достигается дополнительным содержанием  $Al_2O_3$  (до 12 масс.%) и  $Ga_2O_3$  (до 10 масс.%) при большом содержании компонентов  $La_2O_3$  (до 63 масс.%) и  $Nb_2O_5$  (до 12 масс.%), обеспечивающих высокие значения оптических постоянных.

Результаты работы апробированы на 11 международных и 2 всероссийских научных конференциях и отражены в их материалах. Личный вклад автора составляет 90 %, заключается в постановке целей и задач исследования, анализе литературных и патентных источников, синтезе опытных образцов стекол, проведение исследований, разработке технологии получения высокопреломляющих стекол, анализе и интерпретации результатов, подготовке статей, тезисов, заявок на патенты.

На диссертацию поступили отзывы:

1. Официального оппонента – доктора технических наук, Сысоева Валентина Константиновича, начальника отдела научно-исследовательских работ АО «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина».

В отзыве отражены актуальность темы диссертации, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, достоверность результатов исследования и обоснованность выводов, охарактеризованы структура и содержание работы.

По работе приведен ряд замечаний:

1. В обзоре литературы не представлены исследования, касающиеся лазерного модифицирования стекол, тогда как в диссертации этому эксперименту посвящен целый раздел.
2. В описании экспериментальных результатов по лазерному модифицированию отсутствует зависимость влияния параметров лазерного излучения на характеристики формируемых треков, а именно на величину  $\Delta n$ .
3. Отсутствует описание предполагаемого механизма формирования треков в стекле с помощью фемтосекундного лазерного излучения, при котором достигается указанная величина  $\Delta n$ .
4. Для большей наглядности стоило бы на примере конкретного состава стекла показать, как работает модель структуры ближнего порядка для высокопреломляющих лантан-содержащих стекол.

В общем диссертация отличается хорошей аналитической проработкой полученных результатов, изложена хорошим русским языком. Приведенные выше по тексту отзыва замечания носят в основном рекомендательный характер и не уменьшают общей положительной характеристики диссертационного исследования Алексеева Р.О.

Заключение по работе положительное: диссертация Алексеева Р.О. на тему «Высокопреломляющие стекла с высоким содержанием оксида лантана» является оригинальным научным трудом, посвященным исследованию и разработке

высокопреломляющих стекол. Диссертационная работа Алексеева Романа Олеговича, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует паспорту заявленной специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. По своей актуальности, научной новизне, теоретический и практической значимости, достоверности результатов и обоснованности выводов диссертация «Высокопреломляющие стекла с высоким содержанием оксида лантана» удовлетворяет всем критериям, определенным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», а ее автор – Алексей Роман Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

2. Официального оппонента – кандидата технических наук Гулюкина Михаила Николаевича, ведущего инженера-технолога НПК-74 АО «Лыткаринский завод оптического стекла».

В отзыве подтверждается актуальность выбранной темы диссертации, а проведенные исследования и полученные результаты отличаются как научной новизной, так и практической значимостью и имеют несомненный прикладной интерес.

По работе выделены несколько вопросов и замечаний:

1. В литературном обзоре не вполне обоснован выбор в качестве объекта исследования системы  $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--B}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$  и содержания  $\text{La}_2\text{O}_3$  именно 27 мол. %.
2. На основании каких количественных параметров делается заключение о перспективности области для модифицирования в системе LABS?
3. Существует ли корреляция между объемом стекловаренного сосуда и качеством получаемого стекла? Проводилась ли такая оценка?
4. В диссертации стоило бы представить синтез разработанного многокомпонентного состава стекла на основе системы LNB в объеме стекловаренного сосуда более 100 мл.
5. Проводилась ли оценка агрессивности расплавов стекол по отношению к платиновому сосуду?

Указанные замечания не снижают общей характеристики диссертационного исследования Алексева Р.О. Диссертант зарекомендовал себя как самостоятельного и ответственного исследователя, в достаточной мере освоил основные методы работы в области разработки оптического стекла.

Заключение по работе положительное: диссертация Алексева Р.О. на тему «Высокопреломляющие стекла с высоким содержанием оксида лантана» является законченным, оригинальным научным исследованием, посвященным разработке лантан-содержащих стекол с высоким показателем преломления, изучению свойств и структуры этих стекол, а также подтверждению их применимости в качестве материалов оптического приборостроения. Автореферат и перечень публикаций в полной мере отражают основное содержание диссертации. Диссертационная работа Алексева Романа Олеговича, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует паспорту заявленной специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. По своей актуальности, научной новизне, теоретический и практической значимости, достоверности результатов и обоснованности выводов диссертация «Высокопреломляющие стекла с высоким содержанием оксида лантана» удовлетворяет всем критериям, определенным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», а ее автор – Алексей Роман Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

3. Ведущей организации – федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук (ИХС РАН).

В отзыве отмечена актуальность темы диссертации, научная новизна, практическая значимость, достоверность полученных результатов, структура и краткая характеристика разделов работы.

По диссертационной сделан ряд замечаний:

1. Насколько меняется химический состав стекла в зависимости от того какой состав задали (по синтезу) и какой получили по основным компонентам (по анализу)? Оказывает ли влияние материл тигля на химический состав стекла? Приводился ли анализ химического состава?
2. На чем основан выбор модификаторов?
3. Какие «оптимальные физико-химические характеристики» пытались получить в исследуемых/синтезируемых материалах?
4. Как по данным ДСК устанавливался характер кристаллизации – объемная или поверхностная?
5. Сопоставлялись ли температуры стеклования, которые были определены по дилатометрическим кривым и с помощью ДСК?
6. Измеряли ли спектры пропускания в лазерно-модифицированных и не модифицированных областях? Измеряли ли спектры оптических потерь? Использовали ли другие лазерные системы, кроме фемтосекундного лазера?
7. Что происходит с краем поглощения при добавлении высокопреломляющих компонентов, оценивалось ли это, и как данный факт влияет на возможность практического использования исследуемых стекол?
8. На диаграмме свойств синтезированных стекол видны максимумы и минимумы, что может свидетельствовать об образовании структурных группировок, с чем это может быть связано в вашей работе, анализировалось ли это?
9. Какие основные принципы заложены в предложенной Вами структурной модели?
10. Сопоставлялись ли полученные вами данные по свойствам с литературными данными или результаты получены вами впервые и являются уникальными?
11. Чем объясняется отличие области стеклообразования, полученной вами, от данных, приведенных в литературных источниках?
12. Какой практический выход от формирования модифицированных областей в стеклах при локальном лазерном излучении?
13. Существуют ли в изучаемой области системы  $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--B}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$  (названной областью перспективных материалов) термически стойкие химические соединения?

Указанные замечания не снижают общей положительной характеристики диссертационного исследования Алексева Р.О. Диссертанта можно охарактеризовать как целеустремленного и вдумчивого исследователя, способного отстаивать получаемые результаты.

Заключение по работе положительное: диссертация Алексева Р.О. на тему «Высокопреломляющие стекла с высоким содержанием оксида лантана» является законченным, оригинальным научным исследованием, посвященным изучению высокопреломляющих стекол с высоким содержанием оксида лантана. Работа Алексева Романа Олеговича, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует паспорту заявленной специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости, достоверности результатов и обоснованности выводов диссертация «Высокопреломляющие стекла с высоким содержанием оксида лантана» удовлетворяет всем критериям, определенным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», а

ее автор – Алексеев Роман Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

На автореферат диссертации поступили отзывы:

**1.** PhD (кандидата физико-математических наук), доцента кафедры физики ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева» Шестакова Михаила Викторовича.

В отзыве дана краткая характеристика исследования, отмечена научная новизна и практическая значимость проведенного исследования.

В качестве замечания рецензент указывает на отсутствие изложения теоретических подходов к расчету стеклообразования в указанных системах в тексте автореферата. Данное замечание не является критическим. Заключение по работе положительное.

**2.** Кандидата технических наук, заместителя начальника отделения – начальника отдела теплозащитных материалов АО «Композит» Степко Александра Александровича.

В отзыве дана краткая характеристика исследования. Отмечены наиболее значимые практические результаты проделанной работы.

В качестве замечаний отмечено:

1. В тексте автореферата на странице № 5 в абзацах № 2 и 3 допущены опечатки: «Личный вклад автора заключается в ... проведение исследований» и «...152 библиографических источников»;
2. Из текста автореферата не ясно, проводилась ли оценка такого важнейшего параметра, как устойчивость стекол к воздействию влаги. Не указано, к каким гидролитическим классам относятся стекла наиболее перспективных составов.

Указанные замечания ни в коей мере не снижают научной новизны и практической значимости данной работы. Заключение по работе положительное.

**3.** Кандидата химических наук, старшего научного сотрудника лаборатории аналитической химии высокочистых веществ Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девярых РАН» Плеховича Александра Дмитриевича.

В отзыве дана краткая характеристика исследования. Рецензент отмечает, что достоверность результатов определяется большим количеством экспериментов с использованием современных методов и оборудования. Материал исследования логичен, последователен, структурирован; диссертационная работа имеет широкую апробацию, что говорит о завершенности исследовательского труда диссертанта.

К содержанию автореферата имеются следующие замечания:

1. Проводился ли контроль состава стекол? Если да, то каким образом?
2. Чем обусловлен выбор содержания оксида лантана в 27 мол.% в стеклах LABS?
3. Экспериментальные значения по плотности, температуре стеклования, коэффициенту термического расширения следовало бы указать с доверительным интервалом.

Указанные вопросы и замечания не влияют на общую положительную оценку работы. Заключение по работе положительное.

**4.** Доктора технических наук, заведующей кафедрой «Общая химия и технология силикатов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» Яценко Елены Альфредовны и кандидата технических наук, доцента кафедры «Общая химия и технология силикатов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» Рябовой Анны Владимировны.

В отзыве дана краткая характеристика исследования, отмечена научная новизна и практически значимые результаты

По содержанию автореферата имеются следующие замечания:

1. При изучении свойств составов стекол в системе LABS на рисунке 2 указаны 10 точек, соответствующих одному оптимальному составу, но с разными значениями свойств в весьма широком диапазоне, и в итоге, не ясно чем же они отличаются?
2. В автореферате не приводятся режимы варки стекол систем LNB и лантаноборатных стекол в зависимости от соотношения основных компонентов.
3. В ходе работы разработаны составы в трех системах, но в итоге, не ясно в чем их различия по оптическим свойствам и какие предпочтительны для оптического приборостроения.

Высказанные замечания, впрочем, не снижают положительную оценку работы, выполненной на высоком научном уровне. Заключение по работе положительное.

**5.** Кандидата химических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории строения и свойств стекла федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук (ИХС РАН) Сычевой Галины Александровны.

В отзыве дана краткая характеристика исследования. Отмечено, что диссертационная работа показала перспективность высокопреломляющих стекол с содержанием оксида лантана для разработки широкого класса высокопреломляющих оптических материалов для создания новых элементов оптики, оптоэлектроники и фотоники.

Отдельные замечания по тексту автореферата диссертации:

1. На стр. 6, во второй главе описана методология синтеза. Логично было указать, из каких исходных реактивов готовилась шихта для синтеза стекол и указать марку используемых реактивов. Представить таблицу составов исследуемых стекол и указать по синтезу или анализу приведено содержание оксидов.
2. Стр. 9, в подписи к рисунку 4 не указан масштаб.
3. Список литературы оформлен не по правилам Национального стандарта ГОСТ Р 7.0.11 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу: Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

Несмотря на указанные замечания, работа Алексеева Романа Олеговича представляет собой добротное, законченное научное исследование, выполненное на высоком уровне, в котором успешно достигнута поставленная цель. Заключение по работе положительное.

**6.** Доктора технических наук, генерального конструктора – заместителя управляющего директора по науке АО «НИТС им. В.Ф. Солинова» Машира Юрия Ивановича.

В отзыве отмечается актуальность разработки высокопреломляющих стекол для создания специальных оптических иллюминаторов. Рецензент отмечает, что для достижения поставленной цели автор работы опирается на опыт предыдущих исследователей в этой области науки о стекле, использует обоснованные методы планирования эксперимента, позволяющие получать аналитические зависимости состав-свойство. Эти зависимости автор связывает со структурными параметрами разработанных составов, которые в свою очередь определяют с помощью современных методов исследования.

**7.** Кандидата химических наук, ведущего научного сотрудника Научного отделения №4 «Стекло» АО «НПО ГОИ им. С.И. Вавилова» Дымшиц Ольги Сергеевны.

В отзыве отмечается цель диссертационного исследования, новизна, актуальность, достоверность экспериментальных данных и практическая значимость работы.

В качестве замечаний отмечено:

1. В автореферате не упоминается такая важная характеристика оптических стекол, как их спектральная область прозрачности, не приводятся положения краев УФ и ИК поглощения разработанных стекол и величины пропускания в максимуме прозрачности; не упоминается, как влияют модифицирующие добавки на положения края поглощения и максимальное светопропускание стекол.
2. Неудачным представляется выражение «приемлемая стеклообразующая способность».
3. В п.6 Заключения не указана размерность измеренных величин плотности.

Обнаруженные недочеты не снижают общей ценности диссертационной работы и не влияют на результаты диссертации, которая выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне.

Выбор официальных оппонентов основывается на их компетентности в соответствующей отрасли науки, наличии у них публикаций по научной специальности и тематике защищаемой диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что диссертационная работа Алексеев Романа Олеговича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний в области разработки составов и технологии получения высокопреломляющих оптических стекол с высоким содержанием оксида лантана, перспективных для развития оптического приборостроения.

Представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных соискателем исследований:

- В четырехкомпонентной системе  $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--B}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$  (LABS) с содержанием  $\text{La}_2\text{O}_3$  27% и трехкомпонентной системе  $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Nb}_2\text{O}_5\text{--B}_2\text{O}_3$  (LNB) *определены* области стеклообразования;
- Для стеклообразующих систем LABS и LNB *предложены* области составов, перспективные для последующего модифицирования с целью достижения высоких значений показателей преломления ( $n_d \geq 1,95$ ) и оптимальных технологических параметров синтеза;
- Методами XANES и EXAFS *установлены* длины связей Nb–O, Nb–Nb, La–O и координационные числа (КЧ) по кислороду основных структурных единиц стекол системы LNB;
- *Доказана* стабильность ближнего порядка вблизи атомов Nb на основе искаженных октаэдров  $\text{NbO}_6$ , преимущественно связанных по вершинам, и возрастание КЧ атомов La от  $\sim 7$  до  $\sim 10$  при повышении содержания  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  в пределах 5–30 мол.%, что обеспечивает приемлемую стеклообразующую способность расплавов с низким содержанием  $\text{B}_2\text{O}_3$ ;
- *Определены* оптимальные параметры фемтосекундного лазерного излучения, обеспечивающие стабильное формирование структур в объеме многокомпонентного высокопреломляющего стекла на основе системы LABS с локальным изменением показателя преломления  $\Delta n = -5 \times 10^{-3}$ .

Теоретическая и практическая значимость исследования обоснована тем, что:

- *Разработаны* многокомпонентные стекла с показателями преломления  $n_d = 1,81\text{--}2,04$  и плотностью не более  $4,8 \text{ г/см}^3$ , которые могут быть успешно синтезированы в условиях миниатюризованного производства с получением заготовок оптического качества.
- *Разработана* и успешно *апробирована* экспериментальная лабораторная технология получения многокомпонентных высокопреломляющих стекол оптического качества на основе LABS системы при объеме стекловаренного сосуда 300 мл при максимальной температуре варки не более  $1450 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- *Предложены* модели структуры в масштабе ближнего порядка для высокопреломляющих лантан-содержащих стекол, обеспечивающие возможность прогнозирования процессов стеклообразования, которые могут быть использованы при разработке новых оптических стекол.

Личный вклад автора заключается в постановке целей и задач исследования, анализе литературных и патентных источников, синтезе опытных образцов стекол, проведение исследований, разработке технологии получения высокопреломляющих стекол, анализе и интерпретации результатов, подготовке статей, тезисов, проектов, заявок на патенты и участия в конкурсах и конференциях. Обсуждение результатов проведено автором при



участии научного руководителя. Подготовка научных публикаций выполнялась автором при участии научного руководителя и коллектива сотрудников кафедры химической технологии стекла и ситаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева, и сотрудников других образовательных и научных организаций.

Диссертационная работа Алексева Романа Олеговича является завершенным полноценным исследованием, имеющим научную новизну, теоретическую и практическую значимость, ее содержание полностью отвечает требованиям паспорта специальности 2.6.14 Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов (технические науки) в части 1 направления исследований – «Силикатные и тугоплавкие неметаллические материалы (СиТНМ), включающие по химическому составу – по химическому составу – оксиды, их соединения, силикаты, неметаллические углеродсодержащие материалы, нитриды, карбиды, бориды, силициды, фосфиды, арсениды, в том числе оксикарбиды, оксинитриды, сиалоны, карбонитриды». По пункту 2 – «Физико-химические принципы технологии материалов и изделий из СиТНМ, включают стадии подготовки исходных материалов, смешивания и гомогенизации компонентов, формования заготовок или изделий, их упрочнения, высокотемпературных процессов, обработки материалов и изделий для придания им требуемых свойств, формы и размеров. Конструирование изделий и оснастки. Технологические схемы производства материалов и изделий. Ресурсо- и энергосбережение. По пункту 3 – «Физико-химические свойства конденсированных состояний фаз и веществ в коллоидно-дисперсном состоянии; гетерогенных концентрированных систем твердое – жидкое, твердое – газ, твердое – жидкость – газ в конденсированном и свободно-дисперсном состоянии; исходных материалов; полупродуктов; готовых материалов и изделий в зависимости от химико- минерального состава и структуры (химические, механические, термические, термомеханические, электрофизические, электромагнитные, сегнетоэлектрические, оптические и др.). Диаграммы состояния. Полиморфные переходы. Равновесные и неравновесные состояния».

По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости, объему выполненной работы диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, предусмотренным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденном приказом и.о. ректора № 1523 ст от 17 сентября 2021 г., а ее автор, Алексей Роман Олегович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

На заседании диссертационного совета РХТУ.Р.10 26 апреля 2023 г. принято решение о присуждении ученой степени кандидата технических наук Алексееву Роману Олеговичу.

На заседании присутствовали 10 членов диссертационного совета, в том числе в режиме видеоконференции – 1; докторов наук по научной специальности, отрасли науки рассматриваемой диссертации – 10.

При проведении голосования члены диссертационного совета по вопросу присуждения ученой степени проголосовали:

Результаты тайного голосования:

«за» – 9,

«против» – 0,

недействительные бюллетени – 0.

Проголосовали     членов диссертационного совета, присутствовавших на заседании в режиме видеоконференции:

«за» – 1,

«против» – 0,

не проголосовали – 0.


**Итоги голосования:**

«за» – 10,

«против» – 0,

не проголосовали – 0.

Председатель  
диссертационного совета



Ученый секретарь  
диссертационного совета



д.т.н., проф. Аветисов И.Х.

д.т.н., проф. Потапова Е.Н.

Дата: 26 апреля 2023 г.