

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 1.4.01.01
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от «15» февраля 2024 г. № 1

о присуждении **Бедарьковой Анжелике Олеговне**, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «**Ионный (O^{2-} , H^+) транспорт в допированных сложных оксидах на основе $BaLaInO_4$ со структурой Раддлесдена-Поппера**» по специальности **1.4.15. Химия твердого тела** принята к защите диссертационным советом УрФУ 1.4.01.01 27 декабря 2023 г. протокол № 26.

Соискатель, **Бедарькова Анжелика Олеговна**, 1995 года рождения, в 2019 г. окончила магистратуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 04.04.01 Химия; в 2023 году окончила очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (Химия твердого тела); работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории электрохимических устройств на твердооксидных протонных электролитах ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН.

Диссертация выполнена на кафедре физической и неорганической химии Института естественных наук и математики ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Научный руководитель – доктор химических наук, доцент **Тарасова Наталия Александровна**, ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, заместитель директора по научной работе.

Официальные оппоненты:

Денисова Татьяна Александровна, доктор химических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт химии твердого тела Уральского

отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), лаборатория квантовой химии и спектроскопии им. А.Л. Ивановского, главный научный сотрудник;

Титова Светлана Геннадьевна, доктор физико-математических наук, ФГБУН Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), лаборатория статики и кинетики процессов, главный научный сотрудник;

Уваров Николай Фавстович, доктор химических наук, доцент, ФГБУН Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск), лаборатория ионики твердого тела, главный научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 88 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 34 работы, из них 10 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования, из них 10 в Scopus и 9 в WoS. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации 8.63 п.л. / 2.51 п.л. – авторский вклад.

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ:

1. Tarasova, N. Incorporation and conduction of protons in Ca, Sr, Ba-doped BaLaInO₄ with Ruddlesden-Popper structure / N. Tarasova, I. Animitsa, **A. Galisheva (A. Bedarkova)** [et al.] // Materials. – 2019. – V. 12, № 10. – 1668. 1.04 п.л./0.26 п.л. (Scopus, Web of Science)
2. Tarasova, N. Protonic transport in the new phases BaLaIn_{0.9}M_{0.1}O_{4.05} (M=Ti, Zr) with Ruddlesden-Popper structure / N. Tarasova, I. Animitsa, **A. Galisheva (A. Bedarkova)** [et al.] // Solid State Sciences. – 2020. – V. 101. – 106121. 0.98 п.л./0.24 п.л. (Scopus, Web of Science)
3. Tarasova, N. Novel proton-conducting oxygen-deficient complex oxides: Synthesis, hydration processes, transport properties / N. Tarasova, I. Animitsa, **A.**

Galisheva (A. Bedarkova) // Materials Science forum. – 2020. – V. 998. – P. 209–214. 0.28 п.л./0.09 п.л. (Scopus)

4. Tarasova, N. Electrical properties of new protonic conductors $\text{Ba}_{1+x}\text{La}_{1-x}\text{InO}_{4-0.5x}$ with Ruddlesden-Popper structure / N. Tarasova, I. Animitsa, **A. Galisheva (A. Bedarkova)** // Journal of Solid State Electrochemistry. – 2020. – V. 24, № 7. – P. 1497–1508. 0.87 п.л./0.29 п.л. (Scopus, Web of Science)

Galisheva (A. Bedarkova) // Journal of Solid State Electrochemistry. – 2020. – V. 24, № 7. – P. 1497–1508. 0.87 п.л./0.29 п.л. (Scopus, Web of Science)

5. Tarasova, N. Improvement of oxygen-ionic and protonic conductivity of BaLaInO_4 through Ti doping / N. Tarasova, **A. Galisheva (A. Bedarkova)**, I. Animitsa // Ionics. – 2020. – V. 26, № 10. – P. 5075–5088. 1.02 п.л./0.34 п.л. (Scopus, Web of Science)

6. Tarasova, N. Effect of doping on the local structure of new block-layered proton conductors based on BaLaInO_4 / N. Tarasova, I. Animitsa, **A. Galisheva (A. Bedarkova)** // Journal of Raman Spectroscopy. – 2020. – V. 51, № 11. – P. 2290–2297. 0.78 п.л./0.26 п.л. (Scopus, Web of Science)

7. Tarasova, N.A. Hydration and the State of Oxygen–Hydrogen Groups in the Complex Oxide $\text{BaLaIn}_{0.9}\text{Nb}_{0.1}\text{O}_{4.1}$ with the Ruddlesden–Popper Structure / N.A. Tarasova, **A.O. Galisheva (A.O. Bedarkova)**, I.E. Animitsa [et al.] // Russian Journal of Physical Chemistry A. – 2020. – V. 94, № 4. – P. 818–821. 0.36 п.л./0.09 п.л. (Scopus, Web of Science)

8. Tarasova, N. Spectroscopic and transport properties of Ba- and Ti-doped BaLaInO_4 / N. Tarasova, I. Animitsa, **A. Galisheva (A. Bedarkova)** // Journal of Raman Spectroscopy. – 2021. – V. 52, № 5. – P. 980–987. 0.6 п.л./0.2 п.л. (Scopus, Web of Science)

9. Tarasova, N. Effect of acceptor and donor doping on the state of protons in block-layered structures based on BaLaInO_4 / N. Tarasova, I. Animitsa, **A. Galisheva (A. Bedarkova)** // Solid State Communications. – 2021. – V. 323. – 114093. 0.63 п.л./0.21 п.л. (Scopus, Web of Science)

10. Tarasova, N.A. The Effect of Donor Doping on the Ionic (O^{2-} , H^+) Transport in Novel Complex Oxides $\text{BaLaIn}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_{4+x}$ with the Ruddlesden–Popper Structure / N.A. Tarasova, **A.O. Galisheva (A.O. Bedarkova)**, I.E. Animitsa [et al.] // Russian

Journal of Electrochemistry. – 2021. – V. 57, № 9. – P. 962–969. 0.7 п.л./0.18 п.л.
(Scopus, Web of Science)

На автореферат поступило 6 положительных отзывов: от старшего научного сотрудника лаборатории структурного и фазового анализа ФГБУН Институт химии твердого тела УрО РАН, к.х.н. **Липиной Ольги Андреевны** (г. Екатеринбург); заведующего лабораторией ионики функциональных материалов ФГБУН Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, д.х.н., академика РАН **Ярославцева Андрея Борисовича** (г. Москва); ведущего научного сотрудника лаборатории статики и кинетики процессов ФГБУН Институт металлургии УрО РАН, д.х.н., с.н.с. **Коньшевой Елены Юрьевны** (г. Екатеринбург); ведущего научного сотрудника лаборатории ионики твердого тела ФГБУН Институт химии твердого тела УрО РАН, к.х.н. **Сунцова Алексея Юрьевича** (г. Екатеринбург); профессора кафедры химии твердого тела и нанопроцессов ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», д.ф.-м.н., профессора **Бурмистрова Владимира Александровича** (г. Челябинск); главного научного сотрудника лаборатории керамического материаловедения, д.х.н., доцента **Пийр Ирины Вадимовны** и старшего научного сотрудника лаборатории керамического материаловедения Института химии – обособленного подразделения ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр УрО РАН», к.х.н. **Королевой Марии Сергеевны** (г. Сыктывкар).

Отзывы содержат замечания и вопросы о достоверности разложения КР-спектров (Ярославцев А.Б.); о подготовке образцов перед съемкой спектров РФЭС и причине уменьшения параметра c элементарной ячейки при донорном допировании (Сунцов А.Ю., Коньшева Е.Ю.); о возможности качественного сопоставления химического состава на поверхности и в объеме оксидов (Коньшева А.Ю.); об учете температуры при расчете концентрации и подвижности протонов (Бурмистров В.А.); о присутствии на спектрах РФЭС междуузельного атома кислорода (Пийр И.В., Королева М.С.); о значительном сдвиге сигнала на спектрах КР (Пийр И.В., Королева М.С.); о влиянии длины

связи металла с междоузельным кислородом на ионный транспорт твердых растворов (Пийр И.В., Королева М.С.).

Выбор официальных оппонентов обосновывается компетентностью Денисовой Т.А., Титовой С.Г., Уварова Н.Ф. в области химии твердого тела, в частности изучения структурных особенностей сложнооксидных соединений, физико-химических и электрохимических свойств, что подтверждается их публикациями в высокорейтинговых научных журналах.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата **химических** наук соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ и является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена важная для химии твердого тела задача по установлению взаимосвязи между составом твердых растворов на основе индата бария-лантана, структурой и физико-химическими свойствами, и определению наиболее перспективных соединений для применения в качестве электролитных материалов в различных электрохимических устройствах.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат **новые научные результаты** и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

- синтезированы сложные оксиды на основе BaLaInO_4 путем акцепторного допирования (Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+}) подрешетки лантана и донорного допирования (Ti^{4+} , Zr^{4+} , Nb^{5+}) подрешетки индия при варьировании концентраций допантов.
- установлены закономерности изменения структурных характеристик в зависимости от радиуса и концентрации допанта. Показано, что акцепторное и донорное допирование приводят к перераспределению длин связей и увеличению расстояния между перовскитными блоками.
- показана способность блочно-слоевых сложных оксидов на основе индата бария-лантана к обратимому диссоциативному поглощению воды. Установлена

закономерность между объемом элементарной ячейки и величиной их водопоглощения.

– показано, что допирование позволяет значимо увеличить проводимость BaLaInO_4 и долю ионного транспорта в ней. В атмосфере с повышенной влажностью все сложные оксиды имеют вклад протонной проводимости, которая преобладает при $T < 450$ °С.

– выявлены два фактора, влияющие на величину кислородно-ионной и протонной проводимости: увеличение концентрации ионных носителей заряда и увеличение расстояния между перовскитными блоками.

Диссертация является фундаментальным исследованием в области протонных проводников для твердооксидных электрохимических устройств. Сделанные научные выводы способствуют расширению современных представлений о физико-химических свойствах сложных оксидов с протонной проводимостью; результаты могут использоваться при разработке электрохимических устройств на твердооксидных протонных электролитах.

На заседании 15 февраля 2024 г. диссертационный совет УрФУ 1.4.01.01 принял решение присудить **Бедарьковой А.О.** ученую степень кандидата **химических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 1.4.01.01 в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 1, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель диссертационного
совета УрФУ 1.4.01.01

Черепанов
Владимир Александрович

Ученый секретарь диссертационного
совета УрФУ 1.4.01.01

Аксенова
Татьяна Владимировна

15.02.2024