

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

от «27» июня 2024 г. № 7

о присуждении **Егоровой Анастасии Вячеславовне**, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «**Цинк-замещенные перовскиты на основе  $LaM^{+3}O_3$ , где  $M^{+3}=Al, Sc, In$  (синтез, гидратация, ионный транспорт)**» по специальности **1.4.4. Физическая химия** принята к защите диссертационным советом УрФУ 1.4.01.01 20 мая 2024 г. протокол № 4.

Соискатель, **Егорова Анастасия Вячеславовна**, 1993 года рождения, в 2016 г. окончила ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 04.04.01 Химия; в 2020 году окончила очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению 04.06.01 Химические науки (Физическая химия); 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», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор химических наук, доцент **Анимица Ирина Евгеньевна**, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени

первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт естественных наук и математики, кафедра физической и неорганической химии, профессор.

Официальные оппоненты:

**Конышева Елена Юрьевна**, доктор химических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), лаборатория статики и кинетики процессов, ведущий научный сотрудник;

**Пийр Ирина Вадимовна**, доктор химических наук, доцент, ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» – обособленное подразделение Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар), лаборатория керамического материаловедения, главный научный сотрудник;

**Ярошенко Федор Александрович**, кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», кафедра химии твердого тела и нанопроцессов, доцент

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации – 21 работа, из них 6 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях и входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и WoS. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации 7.242 п.л. / 1.854 п.л. – авторский вклад.

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

1. **Egorova, A. V.** New oxygen-deficient perovskite  $\text{La}(\text{Al}_{0.5}\text{Zn}_{0.5})\text{O}_{2.75}$ : synthesis, structure, transport properties / **A. V. Egorova**, K. G. Belova, I. E. Animitsa // Russ. J. Phys. Chem. A. – 2020. – V. 94, № 12. – P.2480–2486. (0.474 п.л. / 0.158 п.л.) (Web of Science, Scopus)

2. **Egorova, A. V.** Effect of zinc doping on electrical properties of LaAlO<sub>3</sub> perovskite / **A. V. Egorova**, K. G. Belova, I. E. Animitsa [et al.] // Chim. Tech. Acta. – 2021. – V. 8, № 1. – P. 20218103. (0.907 п.л. / 0.181 п.л.) (Scopus)
3. **Egorova, A. V.** Oxygen ionic transport in LaInO<sub>3</sub> and LaIn<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>O<sub>2.75</sub> perovskites: theory and experiment / **A. V. Egorova**, Y. A. Morkhova, A. A. Kabanov [et al.] // Solid State Ion. – 2021. – V. 372. – P. 115790. (0.979 п.л. / 0.122 п.л.) (Web of Science, Scopus)
4. Belova, K. Crystal structure, electrical conductivity and hydration of the novel oxygen-deficient perovskite La<sub>2</sub>ScZnO<sub>5.5</sub>, doped with MgO and CaO. / K. Belova, **A. Egorova**, S. Pachina, I. Animitsa // Appl. Sci. – 2022. – V. 12, № 3. – P. 1181. (1.251 п.л. / 0.312 п.л.) (Web of Science, Scopus)
5. **Egorova A. V.** Ionic (O<sup>2-</sup> and H<sup>+</sup>) transport in oxygen-deficient perovskites La<sub>2</sub>Me<sup>+3</sup>ZnO<sub>5.5</sub> / **A. V. Egorova**, K. G. Belova, N. V. Lakiza [et al.] // Russ. J. Electrochem. – 2023. – V. 59, № 4. – P. 276–283. (0.686 п.л. / 0.172 п.л.) (Web of Science, Scopus)
6. **Egorova A. V.** Ionic (O<sup>2-</sup>, H<sup>+</sup>) transport in novel Zn-doped perovskite LaInO<sub>3</sub> / **A. V. Egorova**, K. G. Belova, I. E. Animitsa // Int. J. Hydrogen Energy. – 2023. – V. 48. – P.22685–22697. (1.340 п.л. / 0.447 п.л.) (Web of Science, Scopus)

На автореферат поступило 4 положительных отзыва: от 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 Федерального исследовательского центра проблем химической физики и медицинской химии РАН, к.х.н. **Лыскова Николая Викторовича** (г. Черноголовка, Московской обл.); доцента кафедры общей и неорганической химии ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», к.х.н., доцента, **Блатовой Ольги Александровны** (г. Самара); заведующего кафедрой неорганической и физической химии ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», д.х.н., профессора **Андреева Олега**

**Валерьевича** и старшего преподавателя кафедры неорганической и физической химии ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», к.х.н. **Азарапина Никиты Олеговича** (г. Тюмень).

Отзывы содержат следующие замечания и вопросы: о подходах к описанию закономерностей влияния кристаллохимических параметров на транспортные характеристики; об исследовании процессов гидратации и определении форм протонсодержащих групп (Ярославцев А.Б.); о механизме проводимости в исследуемых образцах (Лысков Н.В.); о природе проводимости образцов; о сравнении размеров зерен, определенных разными методами; о возможности формирования протонного транспорта в исследуемых фазах (Блатова О.А.).

**Выбор официальных оппонентов** обосновывается компетентностью Коньшевой Е.Ю., Пийр И.В., Ярошенко Ф.А. в области физической химии, а именно их научными достижениями при изучении кристаллохимических, термических, транспортных свойств сложнооксидных соединений, что подтверждается 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, содержится решение задачи по установлению связи между составом, кристаллической структурой, кислород-ионной и протонной проводимостью новых кислород-дефицитных цинксодержащих перовскитов, что имеет весомое значение для развития физической химии, химии твердого тела и неорганического материаловедения.

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 кислород-дефицитные соединения с общей формулой  $\text{LaM}_{0.5}^{+3}\text{Zn}_{0.5}\text{O}_{2.75}$  ( $M^{+3}=\text{Al}, \text{Sc}, \text{In}$ ), обладающие структурой перовскита. Получены твердые растворы на основе  $\text{LaAlO}_3$  и  $\text{LaInO}_3$ , определены границы их областей гомогенности. Доказана возможность стабилизации кубической структуры  $\text{LaAlO}_3$  при допировании цинком.

– доказана способность полученных фаз к обратимому диссоциативному растворению паров воды без гидролизного разложения. Установлены формы нахождения протонов в структуре, гидратированных образцов. Определены концентрации протонов в зависимости от состава и температуры.

– установлены закономерности влияния концентрации допанта, температуры, парциальных давлений кислорода и паров воды на транспортные характеристики новых фаз. Доказано, что фазы  $\text{LaM}_{0.5}^{+3}\text{Zn}_{0.5}\text{O}_{2.75}$  ( $M^{+3}=\text{Al}, \text{Sc}, \text{In}$ ) являются преимущественно ионными проводниками при температурах ниже  $\sim 500$  °С.

– доказана химическая устойчивость цинксодержащих фаз в атмосфере влажного воздуха ( $p_{\text{H}_2\text{O}}=2 \cdot 10^{-2}$  атм) и  $\text{CO}_2$ .

– выявлена корреляция между уровнем протонной проводимости и структурными характеристиками в перовскитах с величиной эффективного радиуса кислородных вакансий  $r_v$ . Установлено, что в фазах с  $r_v \leq 1.35$  Å протонный транспорт не реализуется.

Диссертация вносит большой вклад в исследования в области разработки новых функциональных материалов с кислород-ионной и протонной проводимостью. Сделанные научные выводы способствуют расширению современных представлений о физико-химических свойствах сложных оксидов с протонной проводимостью; результаты могут использоваться при разработке электрохимически устройств на твердооксидных протонных электролитах.

На заседании 27 июня 2024 г. диссертационный совет УрФУ 1.4.01.01 принял решение присудить **Егоровой А.В.** 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 – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель диссертационного  
совета УрФУ 1.4.01.01



Ученый секретарь диссертационного  
совета УрФУ 1.4.01.01

27 июня 2024 г.

Черепанов  
Владимир Александрович

Аксенова  
Татьяна Владимировна