

Заключение диссертационного совета Д 212.285.23 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Министерство образования и науки Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 27.09.2017 г. № 19

О присуждении ЭЛКАЛАШИ Шимаа Ибрагим Абуелазм, гражданство Арабской Республики Египет, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Фазовые равновесия, кристаллическая структура и свойства оксидов  $Nd_{1-x}Sr_xFe_{1-y}Co_yO_{3-\delta}$  для создания катодов твердооксидных топливных элементов» по специальности 02.00.04 – физическая химия принята к защите 05 июля 2017 г., протокол № 17 диссертационным советом Д 212.285.23 на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; диссовет создан приказом Минобрнауки России № 717/нк от 09.11.2012 г.

Соискатель ЭЛКАЛАШИ Шимаа Ибрагим Абуелазм 1987 года рождения, в 2008 году окончила университет Банхи (Египет) по специальности «Физика твердого тела»; обучается в очной аспирантуре по специальности 02.00.04 – физическая химия ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (срок окончания аспирантуры 07 сентября 2018 г.); работает в должности младшего научного сотрудника отдела химического материаловедения Научно-исследовательского института физики и прикладной математики Института естественных наук и математики ФГАОУ ВО «Уральский

федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

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, профессор Черепанов Владимир Александрович, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт естественных наук и математики, Научно-исследовательский институт физики и прикладной математики, отдел химического материаловедения, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Красненко Татьяна Илларионовна, доктор химических наук, ФГБУН Институт химии твердого тела УрО РАН (г. Екатеринбург), лаборатория оксидных систем, ведущий научный сотрудник;

Дунюшкина Лилия Адиевна, кандидат физико-математических наук, ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН (г. Екатеринбург), лаборатория электрохимического материаловедения, старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, подписанном Тойкка Александром Матвеевичем, доктором химических наук, профессором, заведующим кафедрой химической термодинамики и кинетики, указала, что диссертация является законченной научно-исследовательской работой. Полученные автором результаты актуальны, оригинальны, достоверны, имеют научную и практическую значимость. Защищаемые положения и выводы обоснованы, а поставленные

в диссертации цели достигнуты. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 02.00.04 - физическая химия и удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, ЭЛКАЛАШИ Шимаа Ибрагим Абуелазм, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, 4. Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 8 тезисов докладов, опубликованных в материалах всероссийских (2) и международных конференций (6). Общий объем 0.70 п.л./ 0.21 п.л. - авторский вклад. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Elkalashy Sh.I., Aksenova T.V., Urusova A.S., Cherepanov V.A. Crystal structure, oxygen non-stoichiometry, thermal expansion and conductivity of (Nd, Sr)(Fe,Co)O<sub>3-δ</sub> oxides // Solid State Ionics. – 2016. – V. 295. – P. 96–103. (0.5 п.л./ 0.13 п.л.)
2. Aksenova T.V., Efimova T.G., Lebedev O.I., Elkalashy Sh.I., Urusova A.S., Cherepanov V.A. Phase equilibria, crystal structure and properties of complex oxides in the Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SrO-CoO system // J. Solid State Chem. – 2017. – V. 248. – P. 183–191. (0.56 п.л./ 0.09 п.л.)
3. Aksenova T.V., Vakhromeeva A.E., Elkalashy Sh.I., Urusova A.S., Cherepanov V.A. Phase equilibria, crystal structure, oxygen non-stoichiometry and thermal expansion of complex oxides in the Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SrO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> system // J. Solid State Chem. – 2017. – V. 251. – P. 70–78. (0.56 п.л./ 0.11 п.л.)
4. Аксенова Т.В., Элкалаши Ш.И., Урусова А.С., Черепанов В.А. Фазовые равновесия, кристаллическая структура при 1373К и свойства сложных

оксидов в системе Nd-Co-Fe-O // Журнал неорганической химии. – 2017. – Т. 62. – № 8. – С. 54–63. (0.63 п.л./ 0.16 п.л.)

На автореферат поступило 5 положительных отзыва. От заведующей лабораторией химической термодинамики химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», д.х.н., профессора **Успенской Ирины Александровны**, г. Москва; от доцента кафедры физической и коллоидной химии Белорусского государственного технологического университета, к.х.н., доцента **Клындюка Андрея Ивановича**, г. Минск; от заведующей лабораторией оксидных систем ФГБУН Байкальский институт природопользования СО РАН, д.х.н. **Хайкиной Елены Григорьевны**, г. Улан-Удэ; от главного научного сотрудника лаборатории керамического материаловедения ФГБУН Коми научный центр УрО РАН, д.х.н., доцента **Пийр Ирины Вадимовны**, г. Сыктывкар; от ведущего научного сотрудника лаборатории синтеза и роста монокристаллов соединений РЗЭ ФГБУН Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, д.х.н., **Васильевой Инги Григорьевны**, г. Новосибирск.

Отзывы содержат следующие критические замечания и вопросы: о диаграмме состояния системы  $\text{NdFeO}_{3-\delta}$  –  $\text{SrFeO}_{3-\delta}$  –  $\text{SrCoO}_{3-\delta}$  –  $\text{NdCoO}_{3-\delta}$  (Успенская И.А.); о методике синтеза исследуемых оксидов и способе их закалки с температуры 1373 К (Хайкина Е.А., Пийр И.В.); о степенях окисления катионов железа и КТР исследованных материалов (Клындюк А.И.)

**Выбор официальных оппонентов обосновывается компетентностью Красненко Т.И. и Дунюшкиной Л.А. в области физической химии сложнооксидных соединений, что подтверждается их публикациями в высокорейтинговых научных журналах. Выбор ведущей организации обосновывается широкой известностью научных достижений ученых кафедры химической термодинамики и кинетики СПбГУ в области**

физической химии, в частности, химии нестехиометричных сложных оксидов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: **разработаны** методики получения однофазных сложных оксидов  $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_{3-\delta}$  со структурой перовскита; **предложены** составы  $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_{3-\delta}$  для применения в качестве катодов твердооксидных топливных элементов на основе  $\text{La}_{0.88}\text{Sr}_{0.12}\text{Ga}_{0.82}\text{Mg}_{0.18}\text{O}_{3-\delta}$ ; **доказано** наличие взаимосвязи между составом, дефектной структурой, содержанием кислорода и электротранспортными свойствами оксидов  $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_{3-\delta}$ ; **введены** два типа орторомбической структуры для ферритов  $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_{3-\delta}$  с различным соотношением параметров элементарной ячейки.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что: **доказаны** основные закономерности изменения свойств исследуемых оксидов в зависимости от содержания допантов и внешних условий; **применительно к проблематике диссертации результативно** (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс современных экспериментальных методов исследования; **изложены** представления о границах существования твердых растворов  $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_{3-\delta}$ ; **раскрыты** особенности изменения параметров элементарной ячейки в зависимости от содержания допантов; **изучено** термическое расширение сложных оксидов  $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_{3-\delta}$  на воздухе; **проведена модернизация** существующих представлений о химической совместимости сложных оксидов  $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_{3-\delta}$  с твердыми электролитами.

**Значение полученных соискателем результатов исследования** для практики подтверждается тем, что: **разработаны и внедрены** в образовательный процесс методики синтеза однофазных оксидов  $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_{3-\delta}$ ; **определены** перспективы использования оксидов  $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_{3-\delta}$  в качестве катодов среднетемпературных твердооксидных топливных элементов; **создана** методика сборки топливных ячеек с

использованием исследуемых оксидов в качестве катодов; **представлены** особенности структурных и функциональных характеристик соединений  $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_{3-\delta}$ , которые могут быть использованы при создании электрохимических устройств.

**Оценка достоверности** результатов исследования выявила, что достоверность результатов **экспериментальных работ** обеспечена комплексным подходом к их получению и анализу с использованием современных методов исследования и сертифицированного оборудования, а сами результаты воспроизводимы; **теоретические положения** согласуются с существующими экспериментальными данными по тематике диссертации, сформулированные **идеи** базируются как на анализе экспериментальных данных, так и на обобщении имеющегося передового опыта в химии исследуемых оксидных соединений. **Использовано** сравнение авторских данных и полученных ранее, касающихся кристаллической структуры и физико-химических свойств оксидов  $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_{3-\delta}$ ; **установлено** качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике. В работе **использованы** современные методы анализа структуры, кислородной нестехиометрии, электротранспортных и других свойств исследуемых оксидов.

**Личный вклад** соискателя состоит в постановке конкретных задач исследования, проведении анализа научной литературы по тематике диссертационной работы; получении, анализе и интерпретации всего полученного массива экспериментальных данных; в подготовке публикаций по теме диссертации и апробации результатов исследования.

На заседании от 27 сентября 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Элкалаши Ш.И. ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Заместитель председателя  
диссертационного совета

 Сафронов  
Александр Петрович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

 Неудачина Людмила  
Константиновна

27 сентябрь 2017.

