

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 03.10.2017 № 20

О присуждении Беловой Ксении Геннадьевне, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Физико-химические свойства протон-проводящих двойных перовскитов $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_{2-x}\text{P}_x\text{O}_{11}$ и $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_{11-0.5x}\text{F}_x$: структура, ионный транспорт, химическая стабильность» по специальности 02.00.04 – физическая химия принята к защите 28 июня 2017 г., протокол № 16 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 09.11.2012г.

Соискатель Белова Ксения Геннадьевна 1989 года рождения, в 2012 году окончила ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению «Химия»; в 2016 окончила очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 02.00.04 – физическая химия; работает в должностях инженера и ассистента-исследователя (по совместительству) кафедры физической и неорганической химии 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, старший научный сотрудник 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:

Титова Светлана Геннадьевна, доктор физико–математических наук, ФГБУН Институт металлургии УрО РАН (г. Екатеринбург), лаборатория статистики и кинетики процессов, заведующий;

Кузьмин Антон Валериевич, кандидат химических наук, ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН (г. Екатеринбург), лаборатория электрохимического материаловедения, заведующий

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБУН Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск – в своем положительном заключении, подписанном Пономаревой Валентиной Георгиевной, доктором химических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории неравновесных твердофазных систем и Уваровым Николаем Фавстовичем, доктором химических наук, заведующим лабораторией неравновесных твердофазных систем указала, что работа представляет собой завершённое научное исследование, выполненное на актуальную тему на высоком экспериментальном уровне. Исследования выполнены на высоком методическом уровне с применением современных методов, что даёт основание считать полученные результаты достоверными. Результаты работы актуальны и имеют научную и практическую значимость. Защищаемые положения и выводы обоснованы. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 02.00.04- физическая химия и

удовлетворяет требованиям п.9 “Положения о порядке присуждения ученых степеней”, а ее автор, Белова Ксения Геннадьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04-физическая химия.

Соискатель имеет 65 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 35 работы, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, 7. Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 3 статей и 25 тезисов докладов, опубликованных в сборниках научных трудов (3) и материалах докладов на всероссийских (13) и международных (12) конференциях. Общий объем – 9.27 п.л., авторский вклад – 2.88 п.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы:

1. Белова, К.Г. Электрические свойства и процессы гидратации твердых растворов $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_{11-0.5x}\text{F}_x$ / К.Г. Белова, С.А. Баскакова // Альтернативная энергетика и экология. – 2014. – №09 (149). – С.60-64.

2. Белова, К.Г. Проводимость перовскитоподобных твердых растворов $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_{2-x}\text{P}_x\text{O}_{11}$ / К.Г. Белова, А.В. Обрубцова, С.С. Нохрин, И.Е. Анимца // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – Т.3. – С.71-73.

3. Белова, К.Г. Гидратация и состояние протонов в двойном перовските $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_{2-x}\text{P}_x\text{O}_{11}$ / К.Г. Белова, А.В. Обрубцова, С.С. Нохрин, И.Е. Анимца // Альтернативная энергетика и экология. – 2016. – №01-02 (189-190). – С. 37-42.

4. Belova, K. The effect of F⁻-doping on the conductivity of proton conductor $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_{11}$ / K. Belova, S. Baskakova, Chr. Argiris, I. Animitsa // Electrochimica Acta. – 2016. – V. 193. – P. 63-71.

5. Тарасова, Н. А. Локальная структура и термические свойства фторзамещенных перовскитоподобных сложных оксидов / Н. А. Тарасова, И. Е. Анимца, К. Г. Белова // Известия Российской академии наук. Серия физическая. – 2017. – Т. 81. – № 5. – С. 686–690.

6. Belova, K. G. Effect of phosphate doping on electric properties and chemical stability of $Ba_4Ca_2Nb_2O_{11}$ protonic conductor / K. G. Belova, A. V. Obrubova, I. E. Animitsa // Russian Journal of Electrochemistry. – 2017. – V. 53. – No. 7.–P.761–768.

7. Тарасова, Н. А. Влияние F^- -допирования на транспортные свойства перовскитоподобных сложных оксидов / Н. А. Тарасова, И. Е. Анимита, К. Г. Белова // Электрохимия. – 2017. – Т. 53. – № 8. – С. 913–919.

На автореферат поступило 4 положительных отзыва: от ведущего научного сотрудника лаборатории электрохимического материаловедения ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, к.х.н. **Горелова Валерия Павловича**, г. Екатеринбург; от главного научного сотрудника лаборатории ионики твердого тела ФГБУН Институт проблем химической физики РАН, д.х.н. **Букун Надежды Герасимовны**, г. Черногловка; от ведущего научного сотрудника лаборатории радиационной диффузии Института ядерной физики, к.ф.-м.н. **Аксёновой Татьяны Ивановны**, г. Алматы, Республика Казахстан; от ученого секретаря, главного научного сотрудника ФГБУН Институт химии твердого тела УрО РАН, д.х.н. **Денисовой Татьяны Александровны**, г. Екатеринбург.

Отзывы содержат следующие критические замечания и вопросы: так как работа является научно-квалификационной работой нежелательно использование внесистемных единиц (атм, Å). (Горелов В.П.); чем объясняется наличие перегиба при $T \approx 800K$ на температурной зависимости проводимости состава $Ba_4Ca_2Nb_2O_{11-0.5x}F_x$ при $x=0.6$ во влажной атмосфере (Денисова Т.А.).

Выбор официальных оппонентов обосновывается компетентностью Титовой С.Г. и Кузьмина А.В. в области физической химии сложнооксидных соединений, в частности, изучения их структурных особенностей, физико-химических и электрохимических свойств, что подтверждается их публикациями в высокорейтинговых научных журналах. **Выбор ведущей организации** связан с широкой известностью научных достижений ученых

лаборатории ИХТТМ СО РАН в области физической химии, в частности химии ионных систем, в том числе протонных проводников.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований **разработаны** методики получения однофазных сложных оксидов $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_{2-x}\text{P}_x\text{O}_{11}$ и $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_{11-0.5x}\text{F}_x$ и индивидуальной фазы оксифторида $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_{10}\text{F}_2$ со структурой двойного перовскита; **предложены** механизмы влияния (неметаллической) природы допанта на электрические свойства; **доказано** наличие взаимосвязи между составом, дефектной структурой и транспортными свойствами сложных оксидов $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_{2-x}\text{P}_x\text{O}_{11}$ и $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_{11-0.5x}\text{F}_x$; **введено** понятие о полианионном эффекте в сложных оксидах.

Теоретическая значимость исследования обоснована, тем что: **получены** сведения о физико-химических свойствах новых твердых растворов $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_{2-x}\text{P}_x\text{O}_{11}$ и $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_{11-0.5x}\text{F}_x$ и фазы оксифторида $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_{10}\text{F}_2$; **доказаны** основные закономерности изменения свойств исследуемых сложных оксидов в зависимости от концентрации допантов и внешних условий; **применительно к проблематике диссертации результативно** (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс современных экспериментальных методов исследования (термических, электрических, спектроскопических); **изложены** представления о границах существования твердых растворов $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_{2-x}\text{P}_x\text{O}_{11}$ и $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_{11-0.5x}\text{F}_x$; **раскрыты** особенности термического поведения гидратированных фаз; **изучено** влияние температуры, парциального давления кислорода и паров воды на электрические свойства; **проведена модернизация** представлений о влиянии аниона-допанта на подвижность ионных носителей.

Значение полученных соискателем **результатов** исследования для **практики** подтверждается тем, что: **разработаны и внедрены** в образовательный процесс методики синтеза однофазных оксидов $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_{2-x}\text{P}_x\text{O}_{11}$, $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_{11-0.5x}\text{F}_x$, $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_{10}\text{F}_2$; **определены** составы, обладающие высокой ионной проводимостью, сравнимой с проводимостью

лучших протон-проводящих электролитов (допированные BaCeO_3 и SrCeO_3), не подвергающиеся гидролизному разложению в высоких $p\text{H}_2\text{O}$ и химически устойчивые в присутствии углекислого газа, что позволяет рекомендовать их в качестве перспективных электролитов в электрохимических устройствах; **представлены** рекомендации по способу повышения химической устойчивости фаз со структурой двойного перовскита, основывающиеся на введении в структуру сложного оксида атомов неметаллической природы.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что экспериментальные результаты **получены** с использованием комплекса современных, взаимодополняющих физико-химических методов исследования, на сертифицированном оборудовании; **показана** их воспроизводимость в сериях однотипных экспериментов; **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 оксидных соединений; **использовано** сравнение авторских данных и полученных ранее по структуре и физико-химическим свойствам сложного оксида $\text{Ba}_4\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_{11}$; **установлено** качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике. В работе **использованы** современные методы анализа кристаллической и локальной структуры, транспортных свойств, а также анализа выявленных экспериментальных зависимостей.

Личный вклад соискателя состоит в анализе научной литературы по тематике работы, выполнении синтеза, аттестации термических и электрических свойств материалов, математической обработки полученных результатов; а также подготовке публикаций и апробации результатов исследований.

На заседании 03 октября 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Беловой К.Г. ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 8 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета



Черепанов
Владимир Александрович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Неудачина
Людмила Константиновна

03 октября 2017 г.