

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 октября 2017 г. № 21

О присуждении Краснову Алексею Галинуровичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Синтез и исследование свойств Sc-, In-содержащих титанатов висмута со структурой типа пирохлора» в виде рукописи по специальности 02.00.04 – Физическая химия принята к защите 28 июня 2017 г., протокол № 15 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 Краснов Алексей Галинурович, 1989 года рождения, в 2012 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сыктывкарский государственный университет»; в 2016 году окончил очную аспирантуру ФГБУН Институт химии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия; работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории керамического материаловедения ФГБУН Институт химии Коми научного

центра Уральского отделения Российской академии наук (г. Сыктывкар), ФАНО России.

Диссертация выполнена в лаборатории керамического материаловедения ФГБУН Институт химии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, (г. Сыктывкар), ФАНО России.

Научный руководитель – доктор химических наук, доцент, Пийр Ирина Вадимовна, ФГБУН Институт химии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория керамического материаловедения, ведущий научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

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

Ананьев Максим Васильевич, доктор химических наук, ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН (г. Екатеринбург), директор дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург – в своем положительном заключении, подписанном Чежиной Натальей Владимировной, доктором химических наук, профессором кафедры общей и неорганической химии и Тимошкиным Алексеем Юрьевичем, кандидатом химических наук, доцентом, исполняющим обязанности заведующего кафедрой общей и неорганической химии, указала, что работа представляет часть фундаментального исследования взаимосвязи между составом, кристаллической структурой, катионным распределением, свойствами (термической устойчивостью, электрофизическими и оптическими параметрами) допированных титанатов висмута со структурой типа пирохлора; полученная в результате работы новая информация является научной основой создания новых материалов для электронных и электрохимических устройств и важна при выборе условий получения материалов и их состава. Работа обладает всеми необходимыми

элементами: актуальность, достоверность, новизна, научная и практическая значимость результатов и отвечает всем квалификационным признакам ВАК РФ для кандидатских диссертаций. Работа соответствует “Положению о порядке присуждения ученых степеней” № 842 от 24.09.2013, в частности пунктам 9 и 14, отвечает паспорту специальности 02.00.04 – Физическая химия, а ее автор Краснов Алексей Галинурович заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 20 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, 5. Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 15 тезисов докладов, опубликованных в материалах всероссийских (12) и международных (3) конференций. Общий объем 2.85 п.л. / 1.95 п.л. – авторский вклад. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Краснов, А.Г. Синтез катионсодержащих титанатов висмута и их фотокаталитические свойства / А.Г. Краснов, М.С. Королева, И.В. Пийр, Т.Е.Короткова // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2014. – № 2 (18). – С. 19–23. (0.25 п.л. / 0.15 п.л.).
2. Краснов, А.Г. Синтез и свойства допированных Sc, Mg титанатов висмута со структурой пирохлора / А.Г. Краснов, М.М. Пискайкина, И.В. Пийр // Журнал общей химии. – 2016. – Т. 86. – № 2. – С. 177–184. (0.4 п.л. / 0.28 п.л.).
3. Краснов, А.Г. Протонная проводимость в In, Mg-допированных титанатах висмута со структурой типа пирохлора / А.Г. Краснов, М.М. Пискайкина, И.В. Пийр // Химия в интересах устойчивого развития. – 2016. – № 5 (24). – С. 687–692. (0.3 п.л. / 0.24 п.л.).
4. Краснов, А.Г. Экспериментальное исследование и *ab initio* расчет свойств Sc, In-допированных титанатов висмута со структурой типа пирохлора / А.Г.

Краснов, И.Р. Шейн, И.В. Пийр // Физика твердого тела. – 2017. – Т. 59. – № 3. – С. 483–490. (0.35 п.л. / 0.28 п.л.).

5. Krasnov, A.G. The conductivity and ionic transport of doped bismuth titanate pyrochlore $\text{Bi}_{1.6}\text{M}_x\text{Ti}_2\text{O}_{7-\delta}$ (M – Mg, Sc, Cu) / A.G. Krasnov, I.V. Piir, M.S. Koroleva, N.A. Sekushin, Y.I. Ryabkov, M.M. Piskaykina, V.A. Sadykov, E.M. Sadovskaya, V.V. Pelipenko, N.F. Ereemeev // Solid state ionics. – 2017. – V. 302. – P. 118–125. (0.4 п.л. / 0.2 п.л.).

На автореферат поступило 3 положительных отзыва: 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); от старшего научного сотрудника лаборатории процессов кристаллизации Института кристаллографии им. А.В. Шубникова ФНИЦ "Кристаллография и фотоника" РАН, к.ф.-м.н. Гребенева Вадима Вячеславовича (г. Москва); от профессора кафедры «Нанотехнология» ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», д.ф.-м.н. Куприянова Михаила Федотовича и доцента кафедры «Нанотехнология» ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», к.ф.-м.н. Рудской Анжелы Григорьевны (г. Ростов-на-Дону).

Отзывы содержат следующие критические замечания и вопросы: об отсутствии T-x диаграммы систем $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7 - \text{Sc}$ и In допант (в виде оксида) с полем фазовой стабильности твердых растворов до линии ликвидуса (Васильева И.Г.), о влиянии серебра в качестве материала электродов на достоверность полученных данных (Гребенев В.В.), об отсутствии объяснения различий Дебай-Валлеровских параметров ионов типа A и B (Куприянов М.Ф., Рудская А.Г.).

Выбор официальных оппонентов обосновывается широкой известностью Красненко Т.И. и Ананьева М.В. своими достижениями в области химии и физики сложнооксидных соединений посвященных изучению синтеза, структуры и физико-химических свойств многокомпонентных оксидов; изучению диффузии кислорода в оксидных соединениях, а также исследованию

свойств оксидных твердых электролитов с протонной и кислородной проводимостями, наличием публикаций в высокорейтинговых научных журналах. **Выбор ведущей организации** обосновывается широкой известностью научных достижений ученых кафедры общей и неорганической химии СПбГУ в области исследования термодинамики, строения, функциональных свойств соединений и материалов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны методики синтеза термически стабильных соединений со структурой типа пирохлора $\text{Bi}_{1.6}\text{M}_x\text{Ti}_2\text{O}_{7-\delta}$ и $\text{Bi}_{1.5}\text{M}_{0.5}\text{Ti}_2\text{O}_{7-\delta}$ ($\text{M} - \text{Sc}, \text{In}$); **предложены** модели распределения атомов скандия и индия по кристаллографическим позициям структуры пирохлора в $\text{Bi}_{1.6}\text{M}_x\text{Ti}_2\text{O}_{7-\delta}$ ($\text{M} - \text{Sc}, \text{In}$); **доказано**, что допированием скандием и индием пирохлора титаната висмута можно варьировать величины электрофизических характеристик.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: **доказано** влияние допирования скандием и индием титаната висмута со структурой типа пирохлора на термическую стабильность, электрофизические и оптические свойства; **применительно к проблематике диссертации результативно** (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс современных экспериментальных и теоретических (расчетных) методов исследования; **изложены** доказательства влияния распределения атомов допирующего элемента по катионным позициям структуры пирохлора на физико-химические свойства соединений; **изучены** факторы, определяющие перенос заряда в допированных титанатах висмута.

Значение полученных соискателем результатов для практики:

разработана методика синтеза твердых растворов $\text{Bi}_{1.6}\text{M}_x\text{Ti}_2\text{O}_{7-\delta}$ и $\text{Bi}_{1.5}\text{M}_{0.5}\text{Ti}_2\text{O}_{7-\delta}$ ($\text{M} - \text{Sc}, \text{In}$) со структурой типа пирохлора; **представлены** практические рекомендации по получению соединений $\text{Bi}_{1.6}\text{M}_x\text{Ti}_2\text{O}_{7-\delta}$ ($\text{M} - \text{Sc}, \text{In}$) со структурой типа пирохлора, стабильных до 1230-1290 °С в воздушной среде и до 350 °С в атмосфере водорода и их функциональные характеристики;

определены в широком интервале температур величины тангенса диэлектрических потерь, диэлектрической постоянной, проводимости, обуславливающие перспективу использования их в качестве материалов для электронных и электрохимических устройств, и значения оптической запрещенной щели, определяющие перспективу использования данных соединений в качестве фотокатализаторов в видимом диапазоне излучения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

применительно к проблематике диссертации эффективно использован комплекс хорошо апробированных методов исследования: химический, термогравиметрический, рентгенофазовый и рентгеноструктурный методы анализа, пикнометрический метод определения плотности вещества; электронная сканирующая микроскопия, двухэлектродный метод измерения электропроводности, метод ЭДС для определения ионных чисел переноса; квантово-химические расчеты проведены в рамках теории функционала плотности методом проекционных присоединенных волн по программе VASP с обобщенной градиентной аппроксимацией обменно-корреляционного функционала в форме PBE.

результаты получены на сертифицированном оборудовании (дифрактометр XRD-6000, электронный микроскоп TESCAN VEGA 3SBU с приставкой X-act Oxford Instruments, дериватограф NETZSCH STA 409 PS/PG, спектрометр Spectrociros, импедансметр Z-1000P, измеритель LCR MT-4090, анализатор иммитанса широкополосный E7-28, спектрофотометр Perkin Elmer Lambda 1050) с проведением необходимой калибровки измерительных приборов, что обеспечило воспроизводимость и самосогласованность полученных данных;

приведена оценка величины инструментальных, методических и случайных погрешностей измерений для каждого метода исследования;

интерпретация результатов основана на проверенных теоретических положениях В.Н. Чеботина, М.В. Перфильева, А.Н. Мурина, Ю.Я. Гуревича о закономерностях ионного транспорта в твердых телах.

Личный вклад соискателя состоит в синтезе и аттестации замещенных титанатов висмута, определении физико-химических свойств, обработке и интерпретации полученных результатов, расчете структурных, электронных и оптических характеристик соединений. Обсуждение результатов и подготовка публикаций выполнены совместно с научным руководителем и соавторами.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация является научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача, имеющая важное значение для развития физической химии сложных оксидов: получение термически стабильных титанатов висмута со структурой типа пирохлора, с высокими диэлектрическими показателями при температурах близких к комнатной и обладающих смешанной электронно-ионной проводимостью в диапазоне температур выше 400 °С, установлены взаимосвязи состав – структура – физико-химические свойства замещенных титанатов висмута, что предоставляет научную основу для создания на их базе перспективных электрохимических материалов (диэлектриков, конденсаторов, ионных и смешанных проводников).

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

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 14, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель
диссертационного совета



Ученый секретарь
диссертационного совета

Черепанов
Владимир Александрович

Неудачина
Людмила Константиновна

03 октября 2017 г.