ПРОТОКОЛ № 13

заседания диссертационного совета 24.1.045.01
на базе ФГБУН Института высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук (ИВТЭ УрО РАН)

от 23 сентября 2025 г.

Председатель заседания – доктор химических наук, Ткачева О.Ю., заместитель председателя диссертационного совета.

Ученый секретарь – кандидат химических наук Кулик Н.П.

ПРИСУТСТВОВАЛИ ОЧНО:

№	Фамилия, имя, отчество	Ученое звание, степень	Шифр специальности
1.	Ткачева Ольга Юрьевна	д. хим. наук	1.4.4.
2.	Кулик Нина Павловна	к. хим. наук	1.4.4.
3.	Архипов Павел Александрович	с.н.с., д. хим. наук	2.6.9.
4.	Бронин Димитрий Игоревич	с.н.с., д. хим. наук	1.4.6.
5.	Елшина Людмила Августовна	д. хим. наук	2.6.9.
6.	Медведев Дмитрий Андреевич	д. хим. наук	1.4.6.
7.	Потапов Алексей Михайлович	доцент, д. техн. наук	2.6.9.
8.	Смоленский Валерий Владимирович	с. н. с., д. хим. наук	1.4.6.
9.	Суздальцев Андрей Викторович	д. хим. наук	2.6.9.
10.	Тарасова Наталия Александровна	доцент, д. хим. наук	1.4.6.
11.	Филатов Евгений Сергеевич	с. н. с., д. хим. наук	2.6.9.
12.	Хохлов Владимир Антонович	профессор, д. хим. наук	1.4.4
13.	Шехтман Георгий Шаевич	д. хим. наук	1.4.6.

УЧАСТВОВАЛИ В ИНТЕРАКТИВНОМ РЕЖИМЕ:

№	Фамилия, имя, отчество	Ученое звание, степень	Шифр специальности
14.	Анимица Ирина Евгеньевна	с.н.с, д. хим. наук	1.4.4.
15.	Зуев Андрей Юпрьевич	доцент, д. хим. наук	1.4.4
16.	Останина Татьяна Николаевна	профессор, д.х.н.	1.4.6.
17.	Ребрин Олег Иринархович	профессор, д. хим. наук	1.4.6
18.	Черепанов Владимир Александрович	профессор, д. хим. наук	1.4.4

Всего: 18 человек из 25 членов совета

СЛУШАЛИ Тарасову Наталию Александровну. о диссертационной работе **Тарутиной Лианы Раисовны** на тему «СМЕШАННЫЕ ИОННО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРОВОДНИКИ НА ОСНОВЕ Fe-ДОПИРОВАННЫХ ЦЕРАТО-ЦИРКОНАТОВ БАРИЯ».

Работа выполнена в ИВТЭ УрО РАН под руководством Д.А. Медведева и представлена на соискание степени кандидата химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия.

Комиссия в составе членов диссертационного совета Дунюшкиной Л.А., Осинкина Д.А. и Тарасовой Н.А. ознакомилась с диссертационной работой и считает:

1. Диссертационная работа соответствует профилю диссертационного совета, паспорту заявленной специальности 1.4.6. Электрохимия и отрасли науки. Направления диссертационной работы отвечают следующим пунктам паспорта специальности 1.4.6.: *п. 1* «Транспортные свойства твердых ион-проводящих систем» ($BaCe_{0,7-x}Zr_{0,2}Y_{0,1}Fe_xO_{3-\delta}$ (x = 0, 0,1, …, 0,7)); *п. 7* «Электрохимия мембран» (кислородпроницаемой мембраны $BaZr_{0,2}Y_{0,1}Fe_{0,7}O_{3-\delta}$); *п. 10* «Исследование и моделирование химических источников тока (топливных элементов)» (единичного твердооксидного топливного элемента с катодом $BaCe_{0,1}Zr_{0,2}Y_{0,1}Fe_{0,6}O_{3-\delta}$).
2. Личный вклад автора заключается в анализе литературных данных; синтезе, физико-химической аттестации и исследовании функциональных свойств материалов; изготовлении электрохимических ячеек и их аттестации; обработке, анализе и обсуждении полученных экспериментальных данных; подготовке научных публикаций.
3. По результатам диссертации опубликовано 5 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК: Russian Chemical Reviews, Journal of Membrane Science, Journal of Alloys and Compounds, Catalysts, Chimica Techno Acta. Имеется 1 патент и 13 тезисов докладов.
4. Апробация полученных в рамках диссертационного исследования результатов состоялась на 5 всероссийских и 1 международной научной конференции в Черноголовке, Санкт-Петербурге, Новосибирске, Сочи и Екатеринбурге.
5. Диссертационная работа представляет собой завершенное исследование. Оригинальность работы, определённая с помощью экспертной системы обнаружения текстовых заимствований на базе искусственного интеллекта «РУКОНТЕКСТ» (http://text.rucont.ru/History/ReviewItem?h=AEFB4E436C328914B459C203BDED2F15), составляет 90,3 % (без списка литературы). На заимствования приходится 9,7 %. К их числу относятся часто употребляемые во введениях диссертационных работ формулировки, общепринятые термины, а также устоявшиеся выражения.
6. Научная новизна и теоретическая значимость диссертационной работы заключаются в следующем:
   - Синтезирована серия однофазных сложных оксидов $BaCe_{0,7-x}Zr_{0,2}Y_{0,1}Fe_xO_{3-\delta}$ в широком интервале концентраций железа ($0,1 \le x \le 0,7$). Для полученных соединений установлены четкие корреляции между катионным составом и их фундаментальными физико-химическими свойствами.
   - Продемонстрировано, что допирование железом исходной протонопроводящей матрицы $BaCe_{0,7-x}Zr_{0,2}Y_{0,1}Fe_xO_{3-\delta}$ является эффективной стратегией создания материалов с сочетанной тройной проводимостью. В свою очередь высокие концентрации железа позволяют получить значительную плотность ионно-электронного транспорта, сохраняя при этом близость катионного состава с церато-цирконатным предшественником.
   - Комплексом физико-химических методов исследования выявлены и количественно охарактеризованы взаимосвязи между тремя критическими параметрами: степенью кислородной нестехиометрии (δ), валентным состоянием катионов железа в кристаллической решётке и функциональными характеристиками материалов, а именно их электротранспортными и термомеханическими свойствами.
7. Практическая значимость диссертационной работы заключается в следующем:

- Синтезирован ряд однофазных оксидных соединений и установлены корреляции между катионным составом, кислородной нестехиометрией и функциональными свойствами (электротранспортными, термомеханическими), что создаёт научную основу для целенаправленного дизайна материалов с заданными характеристиками. Показано, что допирование матричного церато-цирконата бария высокими концентрациями железа является эффективной стратегией формирования смешанных ионно-электронных проводников, что позволяет рассматривать данные материалы в качестве высокоперспективных воздушных электродов для среднетемпературных ТОТЭ.
- Предложена и успешно применена методика электрохимической активации наночастицами оксида празеодима, которая снижает поляризационное сопротивление пористых электродов и представляет собой экономичный, масштабируемый метод их модификации.
- Разработана и апробирована совместимая конфигурация топливной ячейки на основе церато-цирконатных материалов, что является решением проблемы межфазной деградации и обеспечивает высокую термическую и химическую стабильность и долговечность устройства.
- Доказана универсальность разработанных материалов: наряду с применением в топливных элементах, продемонстрирована возможность их использования для создания высокоэффективных газоразделительных мембран конфигурации «пористый|плотный|пористый» методом совместной прокатки, что открывает перспективы их применения в технологиях получения высокочистого кислорода и мембранного катализа.

8. Диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям Постановления Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в действующей редакции) «О порядке присуждения ученых степеней» и может быть представлена к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия.

В качестве ведущей организации рекомендуется ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения РАН». Деятельность Института химии, входящего в состав центра, включает разработку научных основ создания новых материалов с заданными параметрами. Ключевое направление работы лаборатории керамического материаловедения — это синтез соединений с перовскитоподобными и пирохлорными структурами и последующая оптимизация их функциональных свойств.

Список публикаций сотрудников лаборатории керамического материаловедения Института химии Коми НЦ УрО РАН, наиболее близких к теме диссертационной работы:

1. Koroleva M.S. Synthesis, optical properties, and oxide ionic transport features in Mn-Li-, Mn-Ru-, Mn-Ru-Li-codoped bismuth niobate pyrochlores / Koroleva M.S., Eremeev N.F., Sadovskaya E.M., Sadykov V.A., Piir I.V. // Ceramics International. – 2025. – V. 51. – № 8. – P. 9807–9816. https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2024.12.412
2. Королева М.С. Влияние природы допанта переходного элемента на оптические и электрические свойства магнийзамещенного ниобата висмута пирохлора / Королева М.С., Пийр И.В. // Тезисы докладов 17-го Совещания с международным участием «Фундаментальные и прикладные проблемы ионики твердого тела». – г. Москва. – 2024. – С. 93–96 https://elibrary.ru/item.asp?id=72366819
3. Koroleva, Mariia S. Structural, Optical, Luminescence, and Electrical Properties of Eu/Li- and Eu/Na-Codoped Magnesium Bismuth Niobate Pyrochlores / Mariia S. Koroleva, Aleksey V. Ishchenko, Maxim I. Vlasov, Aleksei G. Krasnov, Elena I. Istomina, Igor R. Shein, Ilya A.

Weinstein, Irina V. Piir // Inorganic Chemistry. – 2022. – V. 61. – №. 24. – P. 9295–9307. https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.2c01037
4. Koroleva, Mariia S. Structural and electrical properties of Mg–Cu- and Mg–Cu–Lidoped bismuth niobate semiconductors with the pyrochlore structure / Mariia S. Koroleva, Aleksei G. Krasnov, Denis A. Osinkin, Dina G. Kellerman, Andrey S. Stoporev, Irina V. Piir // Ceramics International. – 2023. – V. 49. – №. 5. – P. 7806–7813. https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.10.290
5. Koroleva, M. S. Structure, thermal stability, optoelectronic and electrophysical properties of Mg- and Na-codoped bismuth niobate pyrochlores: Experimental and theoretical study / M. S. Koroleva, A. G. Krasnov, A. Senyshyn, A. Schökel, I. R. Shein, M. I. Vlasov, I. V. Piir // Journal of Alloys and Compounds. – 2021. – V. 858. – P. 157742. https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.157742

Согласие предлагаемой ведущей организации получено.

В качестве официальных оппонентов рекомендуются:

Садыков Владислав Александрович, доктор химических наук по специальности 02.00.15 – Кинетика и катализ, профессор, главный научный сотрудник отдела гетерогенного катализа Института катализа Сибирского отделения Российской академии наук.

Садыков В.А. – автор 646 научных работ, 7 книг, 46 патентов, h-фактор 39, является лауреатом премии имени А. А. Баландина и крупный специалист в области гетерогенного катализа, химии твёрдого тела и материаловедения. Сфера его научных интересов охватывает физическую химию поверхности, водородную энергетику и разработку функциональных материалов.

В представленный ниже библиографический список включены работы автора, в наибольшей степени соответствующие теме диссертационного исследования:

1. Sadykov V. Details on Oxygen Surface Exchange Mechanism over $Pr_{1.6}Ca_{0.4}Ni_{1-y}Cu_yO_{4+\delta}$ Solid Oxide Fuel Cell / Sadykov V. , Sadovskaya E. , Eremeev N. , Pikalova E. // Electrolyzer Air Electrodes. Electrochemical Materials and Technologies. – 2025. – V. 4. – N. 2. –P. 20254053:1–12. https://doi.org/10.15826/elmattech.2025.4.053
2. Sadykov V.A. Oxygen Mobility of Samarium Doped Neodymium Nickelates Sintered by E-Beams. / Sadykov V.A. , Sadovskaya E.M. , Bespalko Y.N. , Smal' E.A. , Bulavchenko O.A. , Eremeev N.F. , Prosvirin I.P. , Mikhailenko M.A. , Korobeynikov M.V // Russian Journal of Electrochemistry. – 2025. – V. 61. – N. 2. –P. 28–39. https://doi.org/10.1134/S1023193524601670
3. Sadykov V.A. Advances in Alternative Metal Oxide Materials of Various Structures for Electrochemical and Catalytic Applications / Eremeev N.F., Shlyakhtina A.V., Pikalova E.Y.// International Journal of Hydrogen Energy. – 2024. – V. 94. – P.179–208. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.11.072
4. Sadykov V. Nanomaterials with Oxygen Mobility for Catalysts of Biofuels Transformation into Syngas, SOFC and Oxygen / Hydrogen Separation Membranes: Design and Performance / Sadykov V., Eremeev N., Sadovskaya E., Bespalko Y., Simonov M., Arapova M., Smal E. Catalysis Today. – 2023. – V.423. – 113936:1–29. https://doi.org/10.1016/j.cattod.2022.10.018
5. Sadykov V. Advances in Hydrogen and Syngas Generation / Sadykov V. Energies. – 2023. – V.16. – N7. 3127:1–4. https://doi.org/10.3390/en16073127
6. Sadykov V. Design of Mixed Ionic–Electronic Materials for Permselective Membranes and Solid Oxide Fuel Cells Based on Their Oxygen and Hydrogen Mobility / Sadykov V., Pikalova E.,

Sadovskaya E., Shlyakhtina A., Filonova E., Eremeev N. // Membranes. – 2023. – V.13. – N8. 698 :1–53. https://doi.org/10.3390/membranes13080698
7. Sadykov V.A. Design of Materials for Solid Oxide Fuel Cells, Permselective Membranes, and Catalysts for Biofuel Transformation into Syngas and Hydrogen Based on Fundamental Studies of Their Real Structure, Transport Properties, and Surface Reactivity / Sadykov V.A., Eremeev N.F., Sadovskaya E.M., Shlyakhtina A.V., Pikalova E.Y., Osinkin D.A., Yaremchenko A.A. // Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry. – 2022. – V.33. – P. 100558: 1–9. https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2021.100558
8. Sadykov V. Novel Materials Based on Ruddlesden–Popper Phases for Solid Oxide Fuel Cells and Oxygen Separation Membranes: Fundamentals of Oxygen Transport / Sadykov V., Sadovskaya E., Eremeev N., Kolchugin A., Filonova E., Tsvinkinberg V., Zhulanova T., Pikalova E. // Chimica Techno Acta. – 2025. – V.12. – N3. – P. 12304: 1–39. https://doi.org/10.15826/chimtech.2025.12.3.04
9. Sadykov V.A. Design and Performance of Asymmetric Supported Membranes for Oxygen and Hydrogen Separation / Sadykov V.A., Eremeev N.F., Fedorova Y.E., Krasnov A.V., Bobrova L.N., Bespalko Y.N., Lukashevich A.I., Skriabin P.I., Smorygo O.L., Van Veen A.C. // International Journal of Hydrogen Energy. – 2021. – V.46. – N3. –P. 20222–20239. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.01.106

Меркулов Олег Владимирович, кандидат химических наук по специальности 02.00.21 – Химия твердого тела, заведующий лабораторией селективно проницаемой керамики и инжиниринга Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии твердого тела Уральского отделения РАН.

Меркулов О.В. – является специалистом в области химии твёрдого тела, автором более 50 научных публикаций. Сфера его научных интересов: исследование функциональных свойств перспективных электродных материалов для применения в электрохимических устройствах различного типа. Ниже приведен список публикаций автора, наиболее релевантных тематике настоящего диссертационного исследования:

1. Merkulov, O. V. Impact of A-Site Cation Deficiency on Charge Transport in $La_{0.5-x}Sr_{0.5}FeO_{3-\delta}$ / O. V. Merkulov, R. R. Samigullin, A. A. Markov, M. V. Patrakeev // Materials. – 2021. – V. 14. – P. 5990. https://doi.org/10.3390/ma14205990
2. Merkulov, O. V. High-temperature transport properties of $LaSr_3Fe_{3-x}Mo_xO_{10-\delta}$ / O. V. Merkulov, I. A. Leonidov, M. V. Patrakeev // Journal of Physics and Chemistry of Solids. – 2021. – V. 149. – P. 109820. https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2020.109820
3. Politov B.V. The effect of MgO addition on thermomechanical and electrical transport properties of $La_{0.5}Sr_{0.5}FeO_{3-\delta}$ perovskite-like ferrite / B.V. Politov, A.D. Bamburov, A.A. Markov, O.V. Merkulov // Journal of the European Ceramic Society. – 2025. – V. 45. – P. 116939. https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2024.116939
4. Zavyalov M.A. Influence of synthesis temperature on oxygen exchange behavior of electrode material $PrBaFe_2O_{6-\delta}$ / M.A. Zavyalov, S.S. Nikitin, O.V. Merkulov, E.V. Shalaeva, M.V. Patrakeev // Solid State Ionics. – 2023. – V. 400. – P. 116339. https://doi.org/10.1016/j.ssi.2023.116339
5. Koryakov A.D. Defect equilibrium and charge transport in $R_{0.25}Sr_{0.75}FeO_{3-\delta}$ (R = La, Nd, Y, Ho): The effect of cation type / A.D. Koryakov, S.S. Nikitin, O.V. Merkulov, A.A. Markov, E.V. Shalaeva, I.A. Leonidov, M.V. Patrakeev // Journal of Alloys and Compounds. – 2023. – V. 937. – P.168428. https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.168428

6. Markov A.A. Development of Membrane Reactor Coupling Hydrogen and Syngas Production / A.A. Markov, O.V. Merkulov, A.Y. Suntsov // Membranes. – 2023. V. 13. – P. 626. https://doi.org/10.3390/membranes13070626
7. Zavyalov M.A. Thermal Control and Process Optimization in Methane Partial Oxidation with CO_2 Addition in Catalytic Membrane Reactor / M.A. Zavyalov, A.A. Markov, M.V. Patrakeev, O.V. Merkulov // Journal of Membrane Science. – 2025. – V. 720. – P. 123748. https://doi.org/10.1016/j.memsci.2025.123748
8. Markov A.A. Exploring the defect equilibrium and charge transport in electrode material $La_{0.5}Sr_{0.5}Fe_{0.9}Mo_{0.1}O_{3-\delta}$ / A.A. Markov, S.S. Nikitin, O.V. Merkulov, M.V. Patrakeev // Physical Chemistry Chemical Physics. – 2022. – V. 24. – P. 21892-21903. https://doi.org/10.1039/d2cp02875a
9. Leonidov I.A. Structural features and defect equilibrium in cubic $PrBa_{1-x}Sr_xFe_2O_{6-\delta}$ // I.A. Leonidov, A.A. Markov, Zavyalov M.A., O.V. Merkulov, E.V. Shalaeva, M.V. Patrakeev, S.S. Nikitin, E.V. Tsipis // Materials. – 2022. – V. 15. – P. 4390. https://doi.org/10.3390/ma15134390

Согласие предполагаемых оппонентов получено.

ПОСТАНОВИЛИ: («за» – 18, «против» – 0, «воздержались» – 0):

– Принять диссертацию Тарутиной Л.Р. к защите по специальности 1.4.6. Электрохимия.

– Назначить официальными оппонентами:

1. ***Садыкова Владислава Александровича***, доктора химических наук, профессора, главного научного сотрудника отдела гетерогенного катализа Института катализа Сибирского отделения Российской академии наук;

2. ***Меркулова Олега Владимировича***, кандидата химических наук, старшего научного сотрудник лаборатории оксидных систем Института химии твердого тела Уральского отделения РАН.

– Назначить ведущей организацией по защите Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук».

– Утвердить дату защиты **26 ноября 2025** г., 13.00.

– Разрешить публикацию автореферата диссертации в количестве 100 экземпляров.

– Утвердить список адресов для рассылки автореферата.

Заместитель председателя диссертационного совета, д.х.н. О.Ю. Ткачева

Ученый секретарь диссертационного совета, к.х.н. Н.П. Кулик

Подписи Ткачевой О.Ю. и Кулик Н.П. заверяю
Ученый секретарь ИВТЭ УрО РАН, к.х.н. А.О. Кодинцева