

Протокол № 14
заседания диссертационного совета Д 004.002.01
от 17.06.2015

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 24 человек.
Присутствовал на заседании 21 человек.

Председатель: д. хим.наук, профессор Зайков Юрий Павлович

Присутствовали: д. хим.наук, профессор Зайков Юрий Павлович, д. хим.наук, профессор Степанов Виктор Петрович, к. хим.наук Кулик Нина Павловна, д. хим.наук, профессор Анимица Ирина Евгеньевна, д. хим.наук Бронин Димитрий Игоревич, д. хим.наук, профессор Бурмакин Евгений Ираклиевич, д. хим.наук Бушкова Ольга Викторовна, д. хим.наук Елшина Людмила Августовна, д. хим.наук, доцент Закирьянова Ирина Дмитриевна, д. хим.наук Исаев Владимир Александрович, д. хим.наук, профессор Кудяков Владимир Яковлевич, д. хим.наук, Курумчин Эдхем Хурьятбекович, д. хим.наук Некрасов Валентин Николаевич, д. хим.наук, профессор Останина Татьяна Николаевна, д. хим.наук, профессор Ребрин Олег Иринархович, д. хим.наук, профессор Рудой Валентин Михайлович, д. хим.наук Смоленский Валерий Владимирович, д. хим.наук Ткачев Николай Константинович, д. хим.наук Филатов Евгений Сергеевич, д. хим.наук, профессор Хохлов Владимир Антонович, д. хим.наук Шкерин Сергей Николаевич.

Слушали: председателя комиссии диссертационного совета **Бронина Д.И.** о диссертационной работе Шехтмана Георгия Шаевича на тему «Катионная проводимость твёрдых электролитов с каркасными структурами», представленной в диссертационный совет Д 004.002.01 при Институте высокотемпературной электрохимии УрО РАН на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.05 – «Электрохимия».

Комиссия диссертационного совета в составе Бронина Д.И., Курумчина Э.Х. и Анимицы И.Е. ознакомилась с диссертацией и считает:

1. Диссертация посвящена актуальной теме синтеза новых твёрдых катионпроводящих электролитов и прогнозирования их свойств в зависимости от состава, а также установления закономерностей влияния различных факторов на параметры ионного переноса.
2. Диссертация отвечает паспорту заявленной специальности и отрасли науки. В ней в соответствии с формулой специальности 02.00.05 – «Электрохимия» изучены транспортные свойства конденсированных систем (твёрдых электролитов). Область исследования соответствует п.1 паспорта специальности.
3. Материалы диссертации достаточно полно отражены в 178 работах, в том числе в 74 статьях в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, 5 статьях в сборниках и 99 тезисах докладов российских и международных конференций. Получено 6 авторских свидетельств и патентов. Результаты работы апробированы на 6 всесоюзных, 12 российских, 8 региональных и 26 международных конференциях и симпозиумах.
4. Текст диссертации не содержит заимствованного материала без ссылки на автора и (или) источник заимствования. Степень оригинальности, определенная с помощью системы «Антиплагиат», составляет 90%.
5. Личный вклад автора заключается в систематизации и анализе литературных данных, постановке задач исследования, работах по синтезу исследованных материалов, изготовлению образцов, измерению их электропроводности, чисел переноса, теплоёмкости, проведении термического анализа. Съёмку рентгенограмм проводили старший научный сотрудник, кандидат химических наук Б.Д. Антонов и старший научный сотрудник, кандидат химических наук С.В.

Плаксин; нейтронографический анализ выполнен старшим научным сотрудником, кандидатом физико-математических наук В.И. Ворониным; спектры ЯМР снимали старший научный сотрудник, кандидат физико-математических наук А.П. Степанов и старший научный сотрудник, кандидат физико-математических наук А.Л. Бузлуков; элементный анализ осуществлял старший научный сотрудник, кандидат химических наук Н.И. Москаленко; в интерпретации спектров КР принимал участие старший научный сотрудник, кандидат физико-математических наук Ю.С. Поносов. В обсуждении результатов и подготовке публикаций участвовал доктор химических наук, профессор Е.И. Бурмакин.

6. Диссертация является самостоятельной научно-квалификационной работой, результаты которой обладают научной новизной и практической значимостью. На основании выполненных исследований автором разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в электрохимии катионпроводящих твёрдых электролитов с каркасными структурами. Таким образом, диссертация удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842) и может быть представлена к защите в нашем совете.

В качестве ведущей организации рекомендуется ФГАОУ ВПО Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н.Ельцина. В Институте естественных наук Уральского федерального университета в течение нескольких десятилетий ведутся исследования в области фундаментальных проблем химии и электрохимии твёрдого тела. Научная школа, созданная в середине 70 гг. доктором химических наук, профессором В.М.Жуковским, дала отечественной науке таких известных учёных, как доктора химических наук, профессора А.Н.Петров, А.Я.Нейман. В настоящее время под руководством докторов химических наук, профессоров И.Е. Анимитсы, А.Ю. Зуева, В.А. Черепанова ведутся исследования явлений переноса в твёрдых электролитах, перенос заряда в которых осуществляют комплексные анионы, а также в протонных проводниках на основе сложных фаз с дефицитом кислорода. В области исследования новых аспектов явлений переноса и твёрдофазных реакций приоритет ИЕН УрФУ признан мировым научным сообществом. Список публикаций сотрудников ведущей организации, наиболее близких к тематике диссертации, приведён ниже:

1. Н.А. Кочетова, И.В. Спесивцева, И.Е. Анимитса. Электрические свойства твёрдых растворов $Ba_2(In_{1-x}Al_x)_2O_5$ // Электрохимия. 2013. Т.49, №2. С.194-199.
2. Н.А. Тарасова, И.Е. Анимитса. Влияние анионного допирования на подвижность ионных носителей заряда в твёрдых растворах на основе $Ba_2In_2O_5$ // Электрохимия. 2013. Т.49, №7. С.780-786.
3. А.Я. Нейман, Н.Н. Пестерева, Ю. Чжоу, Д.О. Нечаев, Е.А. Котенёва, К. Ванек, Б. Хиггинс, Н.А. Волкова, И.Г. Корчуганова. Природа и механизм ионного переноса в вольфраматах $Me^{2+}(WO)_4$ (Ca, Sr, Ba) и $Me_2^{3+}(WO_4)_3$ (Al, Sc, In) по данным метода Тубандта // Электрохимия. 2013. Т.49, №9. С.999-1013.
4. N. Tarasova, I. Animitsa. Novel proton-conducting oxyfluorides $Ba_{4-0,5x}In_2Zr_2O_{11-x}F_x$ with perovskite structure // Solid State Ionics. 2014. V.264. P.69-76.
5. N. Tarasova, I. Animitsa, T. Denisova, R. Nevmyvako. The influence of fluorine doping on short-range structure of brownmillerite // Solid State Ionics. 2015. V.275. P.47-52.
6. N. Tarasova, I. Animitsa. Protonic transport in oxyfluorides Ba_2InO_3F and $Ba_3In_2O_5F_2$ with Ruddlesden-Popper structure // Solid State Ionics. 2015. V.275. P.53-57.
7. N.E. Volkova, L.Ya. Gavrilova, V.A. Cherepanov, T.V. Aksenova, V.A. Kolotigin, V.V.Kharton. Synthesis, crystal structure and properties of $SmBaCo_{2-x}Fe_xO_{5+\delta}$ // Journal of Solid State Chemistry. 2013. V.204. P.219-223.

8. L.Ya. Gavrilova, N.E. Volkova, T.V. Aksenova, V.A. Cherepanov. Preparation, crystal structure and properties of $\text{HoBaCo}_{2-x}\text{Fe}_x\text{O}_{5+\delta}$ // *Materials Research Bulletin*. 2013. V.48. P.2040-2043.

9. D.S. Tsvetkov, I.L. Ivanov, A.Yu. Zuev, Oxygen nonstoichiometry, crystal and defect structure of double perovskite $\text{GdBaCoO}_{1.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{6-\delta}$ // *Solid State Ionics*. 2012. V.218. P.13-17.

10. D.S. Tsvetkov, V.V. Sereda, A.Yu. Zuev. Defect structure and charge transfer in the double perovskite // *Solid State Ionics*. 2011. V.192. P.215-219.

Согласие предлагаемой ведущей организации получено.

В качестве официальных оппонентов рекомендуются:

1. Титов Александр Натанович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории электронной спектроскопии ФГБУН Института физики металлов УрО РАН. А.Н.Титов является специалистом в области изучения структуры, термодинамики, фазовых равновесий и транспортных свойств твёрдых ионных и смешанных проводников. Список публикаций, наиболее близких к тематике диссертации, приведён ниже:

1. Е.Г. Шкварина, В.А. Цурин, А.Н. Титов, С.Г. Титова, О.М. Фёдорова. Фазовая диаграмма и термодинамическое равновесие в системе Fe_xTiSe_2 // *Физика твёрдого тела*. 2012. Т.54, №3. С.585-588.

2. И.И. Огородников, А.С. Ворох, А.Н. Титов, М.В. Кузнецов. Атомная структура поверхностного слоя 1T-TiSe_2 по данным фото- и оже-электронной голографии // *Письма в ЖЭТФ*. 2012. Т.95, №7. С.414-422.

3. А.Н. Титов, Л.Н. Зеленина, Т.П. Чусова, Е.Г. Шкварина. Термическая диссоциация интеркалированных селенидов титана Fe_xTiSe_2 ($x = 0.1, 0.25, 0.5$) // *Физика твёрдого тела*. 2012. Т.54, №12. С.2349-2354.

4. А.А. Титов, В.Ф. Балакирев, А.С. Волегов, А.Е. Карькин, А.Н. Титов, С.Г. Титова. Структура и свойства интеркалатного соединения Fe_xTiTe_2 // *Физика твёрдого тела*. 2013. Т.55, №4. С.759-766.

5. Yu.M. Yarmoshenko, A.S. Shkvarin, M.V. Yablochkin, A.I. Merentsov, A.N. Titov. Localization of charge carriers in layered crystals Me_xTiSe_2 ($\text{Me} = \text{Cr}, \text{Mn}, \text{Cu}$) studied by the resonant photoemission // *Journal of Applied Physics*. 2013. V.114, № 13, 133704..

6. П.А. Дементьев, М.С. Дунаевский, А.Н. Алёшин, А.Н. Титов, И.В. Макаренко. Эффект накопления и релаксации носителей заряда в активной области полимерных и композитных (полимер-наночастицы золота) полевых транзисторных структур // *Физика твёрдого тела*. 2014. Т.56, №5. С.1015-1019.

7. А.А. Титов, А.Н. Титов, С.Г. Титова. Ретроградная растворимость в системе Cu-TiTe_2 // *Физика твёрдого тела*. 2014. Т.56, №10. С.2020-2025.

8. A.S. Shkvarin, Yu.M. Yarmoshenko, M.V. Yablochkin, A.I. Merentsov, A.N. Titov. An X-ray spectroscopy study of the electron structure of TiS_3 // *Journal of Structural Chemistry*. 2014. V.55. P.1039-1043.

2. Патракеев Михаил Валентинович, доктор химических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории оксидных систем ФГБУН Института химии твёрдого тела УрО РАН. М.В. Патракеев является признанным специалистом в области исследования транспортных свойств и структуры твёрдых оксидных ионных и смешанных проводников. Ниже приведён список публикаций, наиболее близких к тематике диссертации:

1. В.И. Кожевников, И.А. Леонидов, М.В. Патракеев. Керамические мембраны со смешанной проводимостью и их применение // *Успехи химии*. 2013. Т.82, №8. С.772-782.

2. A.A. Markov, E.V. Shalaeva, A.P. Tyutyunnik, V.V. Kuchin, M.V. Patrakeev, I.A. Leonidov, V.I. Kozhevnikov. Structure features and enhanced high-temperature oxygen ion transport in $\text{SrFe}_{1-x}\text{Ta}_x\text{O}_{3-\delta}$ // *Journal of Solid State Chemistry*. 2013. V.197. P.191-197.

3. M.V. Patrakeev, A.A. Markov, E.V. Shalaeva, A.P. Tyutyunnik, E.V. Tsipis, J.C. Waerenborgh, V.V. Kharton, I.A. Leonidov, V.I. Kozhevnikov. Phase separation-promoted ion conduction $\text{SrFe}_{0.67}\text{Ta}_{0.33}\text{O}_{3-\delta}$ // *Solid State Ionics*. 2013. V.244. P.17-22.
4. K.Yu. Chesnokov, A.A. Markov, M.V. Patrakeev, I.A. Leonidov, A.M. Murzakaev, O.N. Leonidova, E.V. Shalaeva, V.V. Kharton, V.I. Kozhevnikov. Structure and transport properties of $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{0.5-x}\text{Ca}_x\text{FeO}_{3-\delta}$ // *Solid State Ionics*. 2014. V.262. P.672-677.
5. E.I. Goldireva, I.A. Leonidov, M.V. Patrakeev, V.I. Kozhevnikov. Temperature activated electron transport in CaMnO_3 // *Solid State Ionics*. 2014. V.262. P.678-682.
6. V.I. Voronkova, I.A. Leonidov, E.P. Kharitonova, D.A. Belov, M.V. Patrakeev, O.N. Leonidova, V.I. Kozhevnikov. Oxygen ion and electron conductivity in fluorite-like molybdates $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16}$ and $\text{Pr}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16}$ // *Journal of Alloys and Compounds*. 2014. V.616. P.395-400.
7. E.V. Shalaeva, M.V. Patrakeev, A.A. Markov, A.P. Tyutyunnik, A.M. Murzakaev, V.V. Kharton, E.V. Tsipis, J.C. Waerenborgh, I.A. Leonidov, V.I. Kozhevnikov. Ion transport in dual-phase $\text{SrFe}_{1-x}\text{Ta}_x\text{O}_{3-\delta}$ ($x = 0.03-0.10$): effect of redox cycling // *Journal of Solid State Electrochemistry*. 2015. V.19. P. 841-849.

3. Пономарёва Валентина Георгиевна, доктор химических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории неравновесных твердофазных систем ФГБУН Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН. В.Г.Пономарёва является известным специалистом в области исследования ионного транспорта и структуры суперионных проводников с униполярной и смешанной проводимостью, электродных процессов в системах с супериониками, а также разработки электрохимических устройств на их основе. Список публикаций, наиболее близких к тематике диссертации, приведен ниже:

1. V.V. Martsinkevich, V.G. Ponomareva. Double salts $\text{Cs}_{1-x}\text{M}_x\text{H}_2\text{PO}_4$ ($\text{M} = \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}$) as proton conductors // *Solid State Ionics*. 2012. V.225. P.236-240.
2. I.N. Bagryantseva, V.G. Ponomareva. Transport and structural properties $(1-x)\text{CsHSO}_4-x\text{KH}_2\text{PO}_4$ mixed compounds // *Solid State Ionics*. 2012. V.225. P.250-254.
3. V.G. Ponomareva, K.A. Kovalenko, A.P. Chupakhin, E.S. Shutova, V.P. Fedin. CsHSO_4 – proton conduction in a crystalline metal-organic framework // *Solid State Ionics*. 2012. V.225. P.420-423.
4. И.Н. Багрянцева, Л.А. Дунюшкина, В.Г. Пономарёва. Особенности структурных и транспортных свойств соединений в системе $\text{CsHSO}_4\text{-KH}_2\text{PO}_4$ с высоким содержанием дигидрофосфата калия // *Электрохимия*. 2013. Т.49, №1. С.57-64.
5. Г.В. Лаврова, Е.С. Шутова, В.Г. Пономарёва, Л.А. Дунюшкина. Протонная проводимость и межфазное взаимодействие в композитах $\text{CsH}_2\text{PO}_4\text{-SrZrO}_3$ // *Электрохимия*. 2013. Т.49, №7. С.801-808.
6. Г.В. Лаврова, В.Г. Пономарёва, И.В. Пономаренко, С.Д. Кирик, Н.Ф. Уваров. Нанокompозитные протонные проводники с мезопористыми оксидными добавками как перспективные мембраны для топливных элементов // *Электрохимия*. 2014. Т.50, №7. С.676-687.
7. Dybtsev D.N., Ponomareva V.G., Aliev S.B., Chupakhin A.P., Gallyamov M.R., Moroz N.K., Kolesov B.A., Kovalenko K.A., Shutova E.S., Fedin V.P. High proton conductivity and spectroscopic investigations of metal-organic framework materials impregnated by strong acids // *ACS Applied Materials & Interfaces*. 2014. V.6. P. 5161-5166.
8. Пономарёва В.Г., Багрянцева И.Н., Лаврова Г.В., Мороз Н.К. Исследование стабильности высокотемпературной фазы $\text{Cs}(\text{H}_2\text{PO}_4)_{1-x}(\text{HSO}_4)_x$ ($x = 0.15-0.30$) // *Неорганические материалы*. 2014. Т.50. №7. С.770-777.
9. Пономарёва В.Г., Шутова Е.С. Новые среднетемпературные протонные электролиты на основе CsH_2PO_4 и силикофосфатных матриц // *Неорганические материалы*. 2014. Т.50. №10. С.1135-1140.

10. Пономарёва В.Г., Шутова Е.С. Проводимость и структурные свойства протонных электролитов на основе CsH_2PO_4 и силикофосфатных матриц с малым содержанием фосфора // Неорганические материалы. 2014. Т.50. №10. С.1141-1148.

Согласие предполагаемых оппонентов получено.

Постановили:

- Принять диссертацию Шехтмана Г.Ш. к защите.

- Назначить официальных оппонентов:

1. **Патракеева Михаила Валентиновича**, доктора химических наук, старшего научного сотрудника, ведущего научного сотрудника лаборатории оксидных систем ФГБУН Института химии твёрдого тела УрО РАН.

2. **Пономарёву Валентину Георгиевну**, доктора химических наук, старшего научного сотрудника, ведущего научного сотрудника лаборатории неравновесных твердофазных систем ФГБУН Института химии твёрдого тела и механохимии СО РАН.

3. **Титова Александра Натановича**, доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника, ведущего научного сотрудника лаборатории электронной спектроскопии ФГБУН Института физики металлов УрО РАН.

- Назначить ведущей организацией по защите **Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н.Ельцина**, Институт естественных наук, г.Екатеринбург. 1.

- Утвердить дату защиты диссертации **7 октября 2015 г., 13.00.**

- Разрешить публикацию автореферата диссертации.

- Утвердить список адресов для рассылки автореферата.

Результаты голосования: «за» - 21, «против» - нет, «воздержался» - нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Ю.П.Зайков

Н.П.Кулик