

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 02.01.01  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК**

от 25 марта 2021 г. № 3

о присуждении **Лопатину Дмитрию Александровичу**, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «**Электроперенос в вольфраматах РЗЭ (лантана, самария, европия и гадолиния) и композитах на их основе**» по специальности **02.00.04 – Физическая химия** принята к защите диссертационным советом УрФУ 02.01.01 08 февраля 2021 г., протокол № 1.

Соискатель, **Лопатин Дмитрий Александрович**, 1993 года рождения, в 2016 г. окончил ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 04.04.01 – Химия; в 2020 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки (Физическая химия).

Работает в должности инженера отдела химического материаловедения Научно-исследовательского института физики и прикладной математики ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

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», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат химических наук, доцент **Гусева Анна Федоровна** ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт естественных наук и математики, кафедра физической и неорганической химии, доцент.

Официальные оппоненты:

**Медведев Дмитрий Андреевич**, доктор химических наук, ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), лаборатория электрохимических устройств на твердооксидных протонных электролитах, ведущий научный сотрудник;

**Красненко Татьяна Илларионовна**, доктор химических наук, профессор, ФГБУН Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), лаборатория оксидных систем, главный научный сотрудник;

**Улихин Артем Сергеевич**, кандидат химических наук, ФГБУН Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск), лаборатория неравновесных твердофазных систем, старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 30 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 23 работы, из них 6 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях и входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации 3.957 п.л. / 0.87 п.л. – авторский вклад.

*Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК и Аттестационным советом УрФУ:*

1. Guseva A.F. Ionic Conductivity of Solid Solutions and Composites Based on  $\text{Sm}_2\text{W}_3\text{O}_{12}$  / Guseva A.F., Pestereva N.N., Vostrotina E.L., Otcheskih D.D., Lopatin D.A. // Russian Journal of Electrochemistry. – 2020. – Vol. 56, № 5. – P. 447-451. (0.31 п.л. / 0.06 п.л.) Scopus, Web of Science.

2. Guseva A.F. Transport processes on the  $\text{M}_2(\text{WO}_4)_3|\text{WO}_3$  (M = Sm, Gd) interphase boundary / Guseva A.F., Pestereva N.N., Lopatin D.A., Vostrotina E.L., Korona D.V. // Russian Journal of Physical Chemistry. – 2019. – Vol. 93, № 3. – P. 555-560. (0.375 п.л. / 0.075 п.л.) Scopus, Web of Science.

3. Pestereva N.N. Electric transport in tungstates  $\text{Ln}_2(\text{WO}_4)_3$  ( $\text{Ln} = \text{Yb}, \text{Lu}$ ) / Pestereva N.N., Lopatin D.A., Guseva A.F., Vostrotina E.L., Korona D.V., Nokhrin S.S. // Russian Journal of Electrochemistry. – 2017. – Vol. 53, № 7. – P. 744-751. (0.5 п.л. / 0.08 п.л.) Scopus, Web of Science.
4. Pestereva N. Electrotransport in tungstates  $\text{Ln}_2(\text{WO}_4)_3$  ( $\text{Ln} = \text{La}, \text{Sm}, \text{Eu}, \text{Gd}$ ) / Pestereva N., Guseva A., Vyatkin I., Lopatin D. // Solid State Ionics. – 2017. – Vol. 301. – P. 72-77 (0.375 п.л. / 0.094 п.л.) Scopus, Web of Science.
5. Pestereva N.N. Nature of ionic conductivity of lanthanide tungstates with imperfect scheelite structure / Pestereva N.N., Vyatkin I.A., Lopatin D.A., Guseva A.F. // Russian Journal of Electrochemistry. – 2016. – Vol. 52, № 11. – P. 1082-1089. (0.5 п.л. / 0.125 п.л.) Scopus, Web of Science.
6. Lopatin D.A. Electrical properties of tungstates  $\text{Ln}_2(\text{WO}_4)_3$  ( $\text{Ln} = \text{Gd}, \text{Ho}$ ) / Lopatin D.A., Guseva A.F., Pestereva N.N., Vostrotina E.L., Baldina L.I. // KnE Materials Science. – 2016. – Vol. 2016. – P. 103-108. (0.375 п.л. / 0.075 п.л.) Web of Science.

На автореферат поступило 3 положительных отзыва: от ведущего научного сотрудника лаборатории «Электрохимического материаловедения» ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, к.х.н. **Горелова Валерия Павловича**, г. Екатеринбург; от заведующего отделом функциональных материалов для химических источников энергии ФГБУН Институт проблем химической физики РАН, к.х.н. **Лыскова Николая Викторовича**, г. Черноголовка, Московской обл.; от старшего научного сотрудника лаборатории физики минералов и функциональных материалов ФГБУН Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УрО РАН, к.х.н. **Михайловской Зои Алексеевны**, г. Екатеринбург.

Отзывы содержат следующие критические замечания и вопросы: замечание об использовании высокого напряжения постоянного тока в методе Тубандта (Горелов В.П.); о причине достижения невысокой эффективной плотности образцов; о причине максимума проводимости для вольфраматов

трехвалентных металлов на зависимости электропроводности от ионного радиуса  $Me^{3+}$ ; о влиянии эффекта твердофазного растекания оксида вольфрама по границам зерен вольфрамата самария на объемную и зернограничную проводимости; о расчете величины порога перколяции для композитов  $(1-\varphi)Sm_2(WO_4)_3 - \varphi WO_3$  и его корреляции с областями доминирования ионной и электронно-ионной проводимости; о равенстве величин электропроводности композитов  $(1-\varphi)Sm_2(WO_4)_3 - \varphi WO_3$  при температуре  $900^\circ C$  для составов с  $\varphi=0.18$  и  $0.21$  (Лысков Н.В.); замечание об отсутствии пределов погрешностей экспериментально установленных величин; о сравнении зависимости электропроводности от ионного радиуса вольфраматов РЗЭ (La, Sm, Eu, Gd) с аналогичной зависимостью, полученной для вольфраматов трехвалентных металлов (Al, Sc, Lu, Yb, Tm, Er); о нелинейности зависимости изменения массы вольфрамата самария от количества электричества, пропущенного в методе ЭПШ; замечание о трудно читаемых комментариях, содержащих сведения о режиме съемки СЭМ-изображений; о выборе вольфраматов лантана, самария, европия и гадолиния в качестве объектов исследования; об отсутствии дифракционной картины в методе ПЭМ; вопрос о том, насколько статистически весомыми являются исследования образующейся неавтономной поверхностной фазы (Михайловская З.А.).

**Выбор официальных оппонентов** обосновывается компетентностью Медведева Д.А., Красненко Т.И. и Улихина А.С. в области физической химии сложнооксидных соединений и изучения структурных особенностей, физико-химических, электрохимических и термодинамических свойств твердых тел, что подтверждается их публикациями в высокорейтинговых научных журналах.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата **химических** наук соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ и является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором

исследований решена научная задача по установлению влияния природы РЗЭ и дисперсной добавки на транспортные свойства вольфраматов РЗЭ со структурой  $\text{Eu}_2(\text{WO}_4)_3$  и композитов на их основе, имеющая значение для физической химии.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. **Положения, выносимые на защиту**, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

- Установлено влияние размерного эффекта РЗЭ на транспортные свойства вольфраматов  $\text{Ln}_2(\text{WO}_4)_3$  ( $\text{Ln} = \text{La}, \text{Sm}, \text{Eu}, \text{Gd}$ ): обнаружен немонотонный характер зависимости электропроводности от радиуса  $\text{Ln}^{3+}$ , наибольшую проводимость имеет  $\text{Sm}_2(\text{WO}_4)_3$ ; доказано, что  $\text{Ln}_2(\text{WO}_4)_3$  являются кислородно-ионными проводниками;
- Исследованы процессы, происходящие под воздействием электрического поля на границе раздела  $\text{Ln}_2(\text{WO}_4)_3|\text{WO}_3$  ( $\text{Ln} = \text{Sm}, \text{Gd}$ ); установлено, что миграция оксида вольфрама по границам зерен керамики  $\text{M}_2(\text{WO}_4)_3$  ( $\text{M} = \text{Sm}, \text{Gd}$ ) осуществляется в анионной форме ( $\text{WO}_4^{2-}$ );
- Предложен способ увеличения ионной проводимости вольфраматов РЗЭ путем гетерогенного допирования оксидом вольфрама;
- Определены толщина и состав поверхностной микрофазы, образующейся на межфазной границе  $\text{Sm}_2(\text{WO}_4)_3|\text{WO}_3$  в композитах  $(1-\varphi)\text{Sm}_2(\text{WO}_4)_3 - \varphi\text{WO}_3$ ;
- Предложена модель строения композита  $(1-\varphi)\text{Sm}_2(\text{WO}_4)_3 - \varphi\text{WO}_3$ , объясняющая концентрационную зависимость проводимости композита: композит обладает матричной распределенной структурой, в которой зерна матрицы  $\text{Sm}_2(\text{WO}_4)_3$  покрыты высокопроводящей пленкой поверхностной неавтономной фазы, обуславливающей высокую ионную проводимость;

правильность модели подтверждена расчетами электропроводности композитов с использованием уравнения смешения;

Изученные вольфраматы РЗЭ могут быть рекомендованы для продолжения работ, связанных с дальнейшими практическими исследованиями, в качестве матриц для создания композитных материалов, обладающих улучшенными свойствами, по сравнению с исходными фазами.

На заседании 25 марта 2021 г. диссертационный совет УрФУ 02.01.01 принял решение присудить Лопатину Д.А. ученую степень кандидата **химических наук**.

При проведении открытого голосования диссертационный совет УрФУ 02.01.01 в количестве 16 человек, из них в удаленном интерактивном режиме – 6, в том числе 5 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, воздержавшихся – нет.

Председатель диссертационного совета  
УрФУ 02.01.01



Черепанов Владимир  
Александрович

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
УрФУ 02.01.01.

Кочетова  
Надежда Александровна

25.03.2021