

## **Заключение диссертационного совета ИОНХ РАН 01.4.015.094**

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «19» декабря 2022 г. № 94.7  
о присуждении Воропаевой Дарье Юрьевне, гражданке РФ, ученой степени  
кандидата химических наук.

Диссертация «Полимерные электролиты на основе катионообменных мембран для литиевых и натриевых аккумуляторов» по специальности 1.4.15 – химия твердого тела принята к защите диссертационным советом «8» ноября 2022 года, протокол № 94.6.

Соискатель Воропаева Дарья Юрьевна, 1995 года рождения, в 2019 году окончила химический факультет Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова (ФГБОУ ВО МГУ). В 2019 году поступила в очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук. В настоящее время соискатель работает в лаборатории ионики функциональных материалов в должности младшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена в лаборатории ионики функциональных материалов ФГБУН Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН.

Научный руководитель: Академик РАН, д.х.н. **Ярославцев Андрей Борисович.**

Официальные оппоненты:

Кандидат химических наук **Махонина Елена Вячеславовна**, старший научный сотрудник Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН.

;

Доктор химических наук **Сергеев Владимир Глебович**, заведующий кафедрой коллоидной химии химического факультета Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки **Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской Академии Наук (ИФХЭ РАН)**.

Соискатель имеет 48 опубликованных работ, в том числе 21 работу по теме диссертации, из них 9 статей, опубликованных в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций, рекомендованных в защите в диссертационных советах ИОНХ РАН.

Статьи:

1. **Voropaeva, D.Yu.** Conductivity of Nafion-117 membranes intercalated by polar aprotic solvents / D.Yu. Voropaeva, S.A. Novikova, T.L. Kulova, A.B. Yaroslavtsev // *Ionics*, 2018. Vol. 24, № 6. P. 1685-1692.
2. **Voropaeva, D.Yu.** Solvation and sodium conductivity of nonaqueous polymer electrolytes based on Nafion-117 membranes and polar aprotic solvents / D.Yu. Voropaeva, S.A. Novikova, T.L. Kulova, A.B. Yaroslavtsev // *Solid State Ionics*, 2018. Vol.324 P. 28-32.
3. **Воропаева, Д.Ю.** Литиевая проводимость полимеров на основе сульфированного полистирола и полиметилпентена с органическими растворителями / Д.Ю. Воропаева, Д.В. Голубенко, С.А. Новикова, А.Б. Ярославцев // *Российские нанотехнологии*, 2018. Т. 13, № 5-6. С. 42-47
4. Kulova, T. Sodium rechargeable batteries with electrolytes based on Nafion membranes intercalated by mixtures of organic solvents / T. Kulova, A. Skundin, A. Chekannikov, S. Novikova, **D. Voropaeva**, A. Yaroslavtsev // *Batteries*, 2018. Vol. 4. Art. No. 61.



5. **Voropaeva, D.** Polymer electrolytes for LIBs based on perfluorinated sulfocationic Nepem-117 membrane and aprotic solvents. / D. Voropaeva, S. Novikova, T. Xu, A. Yaroslavtsev // *J. Phys. Chem. B*, 2019. Vol. 123, №48. P. 10217-10223.
6. **Voropaeva, D.** Membranes with novel highly-delocalized sulfonylimide anions for lithium-ion batteries / D. Voropaeva, D. Golubenko, A. Merkel, A. Yaroslavtsev // *J. Membr. Sci.*, 2020. Vol. 601. Art. No. 117918.
7. **Воропаева, Д.Ю.** Полимерные электролиты для металл-ионных аккумуляторов/ Д.Ю. Воропаева, С.А. Новикова, А.Б. Ярославцев // *Успехи химии*, 2020. Т. 89, № 10. С. 1132-1155.
8. **Voropaeva, D.Yu.** Recent progress in lithium-ion and lithium metal batteries / D.Yu. Voropaeva, E.Yu. Safronova, S.A. Novikova, A.B. Yaroslavtsev // *Mendeleev Commun.*, 2022. Vol. 32. P. 287-297.
9. **Воропаева, Д.Ю.** Полимерный электролит для литиевых аккумуляторов на основе мембраны Nafion и дитетилацетамида / Д.Ю. Воропаева, А.Б. Ярославцев // *Мембраны и мембранные технологии*, 2022. Т. 4. № 4. С. 315-319.

Количество цитирований основных публикаций по теме диссертации (и в скобках всего) в международных базах данных Web of Science 95 (131), Scopus 102 (142), РИНЦ 73 (103).

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался профилем их специализации, близкой к теме диссертации, наличием публикаций в рецензируемых научных изданиях по теме диссертации, а также широкой возможностью дать объективную оценку всех аспектов диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решены актуальные задачи химии твёрдого тела –разработка

новых подходов к синтезу полимерных мембранных материалов и функционализации пленок блок-сополимера поли(стирол-этилен-бутилена), определение влияния предварительной обработки мембран типа Nafion на свойства полимерных электролитов; установление взаимосвязи между степенью сольватации и ионной проводимостью мембранных материалов; оценка влияния физико-химических факторов на степень сольватации и ионную проводимость полимерных электролитов; исследование транспортных свойств полимерных электролитов на основе сульфированного привитого сополимера полистирола и полиметилпентена.

Проведены испытания полученных полимерных электролитов на основе катионообменных мембран в литиевых и натриевых аккумуляторах с катодом на основе  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  и  $\text{Na}_3\text{V}_{1.9}\text{Fe}_{0.1}(\text{PO}_4)_3/\text{C}$ , соответственно. Показана стабильная работа аккумуляторов с использованием полученных материалов.

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:

1. Предложены методы предварительной подготовки мембранных материалов типа Nafion, позволяющие увеличить ионную проводимость пластифицированных мембран;
2. Разработан метод получения мембранных материалов на основе блок-сополимера SEBS, содержащего функциональные сульфонилимидные группы состава  $[\text{R}-\text{SO}_2\text{N}^-\text{SO}_2-\text{X}]\text{M}^+$ , где  $\text{X}=\text{CCl}_3, \text{CF}_3, \text{Ph}, \text{p-NO}_2\text{Ph}, \text{p-CF}_3\text{Ph}$  путем функционализации инертной пленки;
3. Установлена взаимосвязь ионной проводимости и сольватации мембранных материалов типа Nafion, а также материалов на основе полистирола (пленки сульфированного привитого сополимера на основе полиметилпентена и полистирола, а также блок-сополимера SSEBS с функциональными сульфо и сульфонилимидными группами);



4. Проведена оценка влияния основных характеристик пластификатора, включая диэлектрическую проницаемость, дипольный момент и вязкость на сольватацию, ионную проводимость, температурную и электрохимическую стабильность полученных полимерных электролитов;
5. Определено влияние ионной формы на ионную проводимость и сольватацию полимерных электролитов на основе мембранных материалов Nafion и блок-сополимера поли(стирола-этилена-бутилена), функционализированного сульфонилимидными группами;
6. Полученные материалы на основе катионообменных мембран показали работоспособность в литиевых и натриевых аккумуляторах.

На заседании 19 декабря 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Воропаевой Дарье Юрьевне ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 11 докторов наук, участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета (дополнительно введены на разовую защиту 0 человек), проголосовали: за 12, против 0, воздержались 0.

Председатель диссертационного совета,  
чл.-корр. РАН, д.х.н.



Иванов Владимир  
Константинович

Ученый секретарь диссертационного совета,  
к.х.н.

Рюмин Михаил  
Александрович