«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по научной работе
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Федерального
исследовательского центра проблем
химической физики и медицинской химии
Российской академии наук
д.х.н. Золотухина Е.В.

«1» июля 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук (ФИЦ ПХФ и МХ РАН)

(142432, Московская обл., г.о. Черноголовка, г. Черноголовка, проспект Академика Семенова, д. 1, адрес сайта: https://icp-ras.ru/)

Диссертация «Сетчатые нанокомпозитные полимерные электролиты на основе олигоэфирдиакрилатов с введением ионной жидкости для литиевых источников тока» на соискание ученой степени доктора химических наук выполнена в лаборатории электрохимической динамики и электролитных систем отдела кинетики и катализа ФИЦ ПХФ и МХ РАН.

В период подготовки диссертации соискатель Хатмуллина Кюнсылу Гумеровна работала в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Федеральном исследовательском центре проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук, в отделе кинетики и катализа, в лаборатории электрохимической динамики и электролитных систем в должности научного сотрудника. В настоящее время соискатель работает доцентом кафедры химии и электрохимической энергетики Национального исследовательского университета «Московский энергетический институт» (НИУ «МЭИ») и научным сотрудником лаборатории электрохимической динамики и электролитных систем ФИЦ ПХФ и МХ РАН (с 01.03.2023 г. по совместительству).

Хатмуллина К.Г. в 2007 г. окончила государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Башкирский государственный университет» по специальности «Химия». В 2007-2010 гг. прошла обучение в очной аспирантуре в отделе

кинетики и катализа ФИЦ ПХФ и МХ РАН по специальности 02.00.04 – физическая химия. Защитила кандидатскую диссертацию на тему «Новые полимерные электролиты и катодные материалы на их основе для литий-полимерных источников тока» по специальности 02.00.04 – физическая химия. Место выполнения и защиты диссертации: ФИЦ ПХФ и МХ РАН.

Научный консультант доктор химических наук (по специальности 02.00.05 – электрохимия), заведующая лабораторией электрохимической динамики и электролитных систем отдела кинетики и катализа ФИЦ ПХФ и МХ РАН Ярмоленко Ольга Викторовна.

По итогам обсуждения диссертации «Сетчатые нанокомпозитные полимерные электролиты на основе олигоэфирдиакрилатов с введением ионной жидкости для литиевых источников тока» на заседании секции №2 Ученого совета ФИЦ ПХФ и МХ РАН принято следующее заключение:

Работа Хатмуллиной Кюнсылу Гумеровны посвящена научной проблеме создания нанокомпозитных полимерных гель-электролитов с введением ионной жидкости для безопасных литий-полимерных аккумуляторов нового поколения и определению совместимости новых полимерных электролитов с введением ионной жидкости с металлическим литием и пористыми катодами на основе неорганических и органических активных материалов.

Актуальность темы

В настоящее время в большинстве литиевых и литий-ионных аккумуляторов используются жидкие электролиты, представляющие собой растворы солей лития в апротонных органических растворителях. В этих системах существует фундаментальная проблема повышения обратимости электродных реакций, которые сопровождаются побочными процессами разложения электролита при высоких положительных и отрицательных потенциалах. Эти процессы приводят к снижению числа зарядно-разрядных циклов, ухудшению электрических характеристик источников тока, опасного газообразования, которое может привести к разгерметизации корпуса ЛИА с последующим возгоранием и взрывом аккумулятора.

Существует несколько подходов к решению данной проблемы, а именно: использование специальных добавок к жидкому электролиту, защита поверхности электродов и замена жидкого электролита на полимерный. Однако в твердом полимерном электролите до сих пор не удается получить приемлемую проводимость по ионам лития, порядка 10^{-3} См/см при 20 °С. Этот уровень проводимости можно достичь за счет введения органических растворителей в гель-электролитах, но при этом опять появляется угроза возникновения побочных реакций разложения электролита. Поэтому проблема

получения безопасных высокопроводящих полимерных электролитов остается нерешенной до сих пор. Для ее решения весьма активно ведутся работы и в направлении модификации органических электролитов с помощью добавок.

Таким образом, исследования по созданию новых высокопроводящих полимерных электролитов с введением ионных жидкостей для широкотемпературной области применения является актуальной задачей.

Новизна и практическая значимость результатов работы

Предложен новый подход для создания высокопроводящей 5-компонентной системы на основе оптимизации составов Li^+-полимерного электролита с меньшим числом компонентов и максимальной проводимостью: олигомер-соль лития-ионная жидкость, олигомер-соль лития-наночастицы, где количество органического апротонного растворителя определялось с помощью квантово-химического моделирования одной сольватной оболочки катиона лития.

Получен новый вид электролитов на основе 5-компонентного состава, включающий разные классы соединений (олигомеры, соли лития, апротонная ионная жидкость, апротоный органический растворитель, неорганические порошки SiO_2/TiO_2).

Разработан состав сетчатого нанокомпозитного гель- полимерного электролита (НПЭ) на основе диакрилата полиэтиленгликоля (ПЭГДА), который при содержании 30 мас.% удерживает до 50 мас.% ионной жидкости тетрафторбората 1-этил-3-метилимидазолия ($EMIBF_4$) и до 10 мас.% наночастиц SiO_2 и TiO_2, что позволило поднять термостабильность электролита до 320 °С .

Показана необходимость жидкофазной обработки раствором электролита с меньшей энергией сольватации/десольватации катиона Li^+, чем у нанокомпозитного электролита, не только пористых катодов, но и поверхности металлического лития в случае присутствия в полимерном электролите большого количества (50 мас.%) ионной жидкости с конкурентным транспортом целевых ионов.

Показано, что лучшая максимальная проводимость у НПЭ с введением монодентантных органических растворителей (этиленкарбонат, ЭК), а би- и полидентантные (диглим и тетраглим) понижают проводимость в среде ионной жидкости.

Показано, что НПЭ на основе ионной жидкости $EMIBF_4$ совместим не только с литиевым анодом, но и неорганическим ($LiFePO_4$) и органическими катодными материалами (производного тетраазапентацена и поли(фенилфеназин), которые принадлежат к разным n- и p- типам редокс-материалов, соответственно.

Практическая значимость работы заключается в получении новых нанокомпозитных полимерных гель-электролитов на основе диакрилата

полиэтиленгликоля, соли $LiBF_4$ и тетрафторбората 1-этил-3-метилимидазолия с введением наночастиц SiO_2 и TiO_2 с проводимостью 0.1 мСм/см (-40 °С), 1 мСм/см (25 °С) и 10 мСм/см (100 °С) и термостабильностью до 320 °С.

Предложены лучшие составы по сочетанию физико-химических свойств и проводимости – нанокомпозитные электролиты состава ПЭГДА–$LiBF_4$–$EMIBF_4$–ЭК (1:1:6:3) с введением 2 мас.% SiO_2 (Si-НПЭ2) и ПЭГДА–$LiBF_4$–$EMIBF_4$–ЭК (1:1:6:4) с введением 2 мас.% TiO_2 (Ti-НПЭ2).

Ресурсные испытания литиевых аккумуляторов с электролитом Si-НПЭ2 и катодом на основе соли производного тетраазапентацена показали разрядную емкость 150 мАч/г в течение 100 циклов. Ресурсные испытания литиевых аккумуляторов с электролитом Ti-НПЭ2 проводили с неорганическим $LiFePO_4$ и органическим катодом на основе поли(фенилфеназина). Прототип Li//$LiFePO_4$ аккумулятора показал емкость 120 мАч/г в течение 100 циклов, а литий-органический аккумулятор 150 мАч/г в течение 100 циклов. Это позволяет считать полученные термостабильные нанокомпозитные электролиты перспективными для получения безопасных литий-полимерных аккумуляторов нового поколения.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность результатов, полученных в работе, обеспечивается применением современных физико-химических методов исследования и специализированного сертифицированного научного оборудования. Полученные экспериментальные данные приведены с учетом статистических критериев воспроизводимости результатов измерений и не противоречат фундаментальным представлениям в области электрохимии. Результаты, полученные в работе, соответствуют данным, имеющимся в научной литературе.

Результаты работы подвергались многократной независимой положительной экспертизе и опубликованы в ведущих рецензируемых изданиях, индексируемых в *Scopus, Web of Science, RSCI,* относящихся к журналам К1 и К2 в классификации ВАК Минобрнауки РФ; основные результаты диссертации неоднократно обсуждались на российских и международных конференциях: X, XI, XII, XIV, XVII, XIX Международные конференции «Фундаментальные (Актуальные) проблемы преобразования энергии в литиевых электрохимических системах» (Саратов – 2008, Новочеркасск – 2010, Краснодар – 2012, Суздаль – 2016, Москва – 2022, Санкт-Петербург – 2026); 10 International conference «Advanced Batteries and Accumulators» (Czech Republic, Brno – 2009); Baltic Polymer Symposium (Lithuania, Palanga – 2010, Estonia, Pärnu – 2011); Electrochemistry in Nano Structuration of Substrates and Energy (Elecnano^4 - 7th ECHEMS) (France, Paris – 2011);

International conference «Ion transport in organic and inorganic membranes» (Krasnodar – 2011); IX, X, XIII, XV, XVI, XVII Международные Совещания «Фундаментальные проблемы ионики твердого тела» (Черноголовка – 2008, 2010, 2016, 2020, 2022, 2024); XVI Всероссийская конференция "Структура и динамика молекулярных систем" (Казань – 2009); XVI Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» (Москва – 2009); V, VII Всероссийские Каргинские конференции (Москва – 2010, 2017); IX Международный Фрумкинский симпозиум «Кинетика электродных процессов» (Москва – 2010); XXV Всероссийская школа-симпозиум молодых ученых по химической кинетике (п/т "Юность" Московская обл. – 2007); XVIII, XIX, XXII Менделеевские съезды по общей и прикладной химии (Москва – 2007, Волгоград – 2011, Сочи – 2024); XXII, XXVIII симпозиумы «Современная химическая физика» (Туапсе – 2010, 2016); I, II, VI, X школы-семинары молодых ученых «Органические и гибридные наноматериалы» (Иваново 2008, 2017, 2023, 2025); II международная научно-техническая конференция «Современные методы в теоретической и экспериментальной электрохимии» (Плес, Ивановская обл. – 2010); Всероссийская молодежная конференция «Успехи химической физики» (Черноголовка – 2011); IV, XII, XIX Международные конференции-школы по химии и физикохимии олигомеров (Казань – 2011, Черноголовка – 2017, Суздаль – 2022); VI, VII Международные научно-технические конференции молодых ученых «Инновационные материалы и технологии – 2023, 2024» (Минск, Республика Беларусь – 2023, 2024), XVII, XIX Всероссийские научные конференции «Технологии и материалы для экстремальных условий» (Сочи – 2023, Москва – 2024).

Плановый характер работы

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (ПТНИ ФИЦ ПХФ и МХ РАН № АААА-А19-119071190044-3 и № 124013000743-3); гранта фонда «Глобальная энергия» по молодежным исследовательским проектам «Энергия молодости» № МГ-2011/04/3; Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 06-03-32520, 13-03-00698-а, 15-03-02328-а) и проекта Министерства науки и высшего образования РФ «Разработка перспективных систем генерации и хранения энергии для применения в космосе» (Соглашение № 075-15-2024-532).

Полнота опубликования результатов и ценность научных работ соискателя ученой степени

По материалам диссертации опубликовано 88 работ, из них 4 главы в монографиях, 60 тезисов докладов и 16 статей в высокорейтинговых журналах (категория К1) и 6 статей

(категория К2), рекомендуемых ВАК при Минобрнауки РФ для защиты докторских диссертаций и индексируемых в базах данных Web of Science, RSCI и Scopus.

Статьи по результатам работы:

1. **Khatmullina K.G.**, Slesarenko N.A., Chernyak A.V., Baymuratova G.R., Yudina A.V., Berezin M.P., Tulibaeva G.Z., Slesarenko A.A., Shestakov A.F., Yarmolenko O.V. New network polymer electrolytes based on ionic liquid and SiO_2 nanoparticles for energy storage systems // Membranes. – 2023. – V. 13(6). – P. 548. DOI: 10.3390/membranes13060548.

2. Slesarenko N.A., Chernyak A.V., **Khatmullina K.G.**, Baymuratova G.R., Yudina A.V., Tulibaeva G.Z., Shestakov A.F., Volkov V.I., Yarmolenko O.V. Nanocomposite polymer gel electrolyte based on TiO_2 nanoparticles for lithium batteries // Membranes. – 2023. – V. 13. – P. 776. DOI: 10.3390/membranes13090776.

3. Yarmolenko O.V., **Khatmullina K.G.**, Tulibaeva G.Z., Bogdanova L.M., Shestakov A.F. Towards the mechanism of Li^+ transfer in the net solid polymer electrolyte based on Poly(ethylene glycol) diacrylate - $LiClO_4$ // J. Solid State Electrochemistry. – 2012. – V.16. – №10. – P.3371-3381.

4. Yarmolenko O.V., Baymuratova G.R., **Khatmullina K.G.**, Tulibayeva G.Z., Yudina A.V., Savinykh T.A., Yakushchenko I.K., Troshin P.A., Shestakov A.F. Influence of the lithium cation desolvation process at the electrolyte/electrode interface on the performance of lithium batteries // Inorganics. – 2022. – V. 10. – Iss. 11. – P. 176. DOI: 10.3390/inorganics10110176.

5. Yarmolenko O.V., **Khatmullina K.G.**, Baimuratova G.R., Tulibaeva G.Z., Bogdanova L.M., Shestakov A.F. On the nature of the double maximum conductivity of nanocomposite polymer electrolytes for lithium power sources // Mendeleev Commun. – 2018. – V.28. – Iss. 1. – P.41-43. DOI: 10.1016/j.mencom.2018.01.013.

6. Slesarenko N.A., Chernyak A.V., Volkov V.I., **Khatmullina K.G.**, Yudina A.V., Tulibaeva G.Z., Slesarenko A.A., Baymuratova G.R., Shestakov A.F., Yarmolenko O.V. The role of diglyme and tetraglyme in the formation of ion transport pathways in gel electrolytes based on polyethylene glycol diacrylate // Mendeleev Commun. – 2025. – V. 35. – P. 746-748. DOI: 10.71267/mencom.7792.

7. Маринин А.А., **Хатмулина К.Г.**, Волков В.И., Ярмоленко О.В. Самодиффузия катионов лития и ионная проводимость в полимерных электролитах на основе полиэфирдиакрилата // Электрохимия. – 2011. – Т. 47. – № 6. – С. 766-775.

8. Ярмоленко О.В., **Хатмуллина К.Г.**, Курмаз С.В., Батурина А.А., Бубнова М.Л., Шувалова Н.И., Грачев В.П., Ефимов О.Н. Новые литийпроводящие гель-

электролиты, содержащие сверхразветвленный полимер // Электрохимия. – 2013. – Т.49. – №3. – С. 281-287.

9. Ярмоленко О.В., **Хатмуллина К.Г.**, Богданова Л.М., Шувалова Н.И., Джавадян Э.А., Маринин А.А., Волков В.И. Влияние добавки наночастиц TiO_2 на проводимость сетчатых полимерных электролитов для литиевых источников тока // Электрохимия. – 2014.– Т.50. – № 4. –С. 377– 386.

10. Шестаков А.Ф., Юдина А.В., Тулибаева Г.З., **Хатмуллина К.Г.**, Дорофеева Т.В., Ярмоленко О.В. Эмпирическая формула для описания концентрационной зависимости проводимости органических электролитов для литиевых источников тока в окрестности максимума // Электрохимия. – 2014. – Т.50. – №11. – С.1143-1151.

11. Ярмоленко О.В., Юдина А.В., **Хатмуллина К.Г.** Нанокомпозитные полимерные электролиты для литиевых источников тока (обзор) // Электрохимия. – 2018. – Т.54. – №4. – С.377-394. DOI: 10.7868/S0424857018040011

12. Баймуратова Г.Р., **Хатмуллина К.Г.**, Юдина А.В., Ярмоленко О.В. Дизайн твердотельного литиевого аккумулятора с $LiFePO_4$-катодом и полимерным гель-электролитом с наночастицами диоксида кремния // Электрохимия. – 2022. – №3. – С.188-199.

13. Баймуратова Г.Р., Юдина А.В., **Хатмуллина К.Г.**, Слесаренко А.А., Ярмоленко О.В. Влияние наночастиц TiO_2 и “жидкофазной терапии” на сопротивление межфазной границы литий / полимерный электролит с введением ионной жидкости // Электрохимия. – 2024. – Т.60. – №10. – С.442-447. DOI: 10.31857/S0424857024100042.

14. Слесаренко Н.А., Черняк А.В., **Хатмуллина К.Г.**, Юдина А.В., Слесаренко А.А., Черняев Д.А., Ярмоленко О.В. Транспортные свойства ионов в полимерных гель-электролитах с введением ионной жидкости для литиевых электрохимических систем // Электрохимия. – 2025. – Т.61. – №6. – С.273-286. DOI: 10.7868/S3034618525060013.

15. **Хатмуллина К.Г.**, Ярмоленко О.В., Богданова Л.М. Сетчатые полимерные электролиты на основе полиэфирдиакрилата, этиленкарбоната и $LiClO_4$ // Высокомолек. соед. Сер. А. – 2010. – Т.52. – №12. – С. 2140-2146.

16. **Хатмуллина К.Г.**, Баймуратова Г.Р., Лесничая В.А., Шувалова Н.И., Ярмоленко О.В. Механические и электрохимические свойства новых нанокомпозитных полимерных электролитов на основе сополимера поливинилиденфторида с гексафторпропиленом с добавкой SiO_2 // Высокомолек. Соед. Серия А. – 2018. – Т.60. – №2. – С.169-176.

17. Маринин А.А., **Хатмуллина К.Г.**, Волков В.И., Ярмоленко О.В., Забродин В.А. Исследование структуры полимерных электролитов на основе полиэфирдиакрилата методами ЯМР // Изв. АН. Сер. хим. – 2011. – Т. 60. – № 6. – С. 1071-1075.

18. Ярмоленко О.В., **Хатмуллина К.Г.**, Тулибаева Г.З., Богданова Л.М., Шестаков А.Ф. Полимерные электролиты на основе полиэфирдиакрилата, этиленкарбоната и $LiClO_4$: взаимосвязь проводимости и структуры полимера по данным ИК-спектроскопии и квантово-химического моделирования // Изв. АН. Сер. хим. – 2012. – Т. 61. – №3. – С.538-546.

19. Тулибаева Г.З., Шестаков А.Ф., Черняк А.В., Волков В.И., **Хатмуллина К.Г.**, Юдина А.В., Игнатова А.А., Ярмоленко О.В. Квантово-химическое моделирование деградации полимерной матрицы и молекул растворителя нанокомпозитных полимерных гель-электролитов для литиевых источников тока // Изв. АН. Сер. хим. – 2016. – Т.65. – №8. – С.1951-1957.

20. Yarmolenko O.V., **Khatmullina K.G.**, Baymuratova G.R., Emelianov N.A., Baimuratova R.K., Yudina A.V. Influence of TiO_2 and SiO_2 nanoparticles on the properties of polymer electrolytes based on ionic liquid and lithium salt // High Energy Chemistry. – 2023. – V. 57. – Suppl. 2. – P. S375–S382. DOI: 10.1134/S0018143923080258.

21. Yudina A.V., **Khatmullina K.G.**, Baymuratova G.R., Slesarenko N.A., Chernyaev D.A., Yarmolenko O.V. Properties of gel polymer electrolytes with added glyme solvents, ionic liquid and TiO_2 nanoparticles // High Energy Chemistry. – 2025. – V. 59. – Suppl. 1. – P. S115–S122. DOI: 10.1134/S0018143925700626.

22. **Хатмуллина К.Г.**, Ярмоленко О.В. Модификация макета первичного источника тока Li/CF_X с полимерным гель-электролитом // Вестник Башкирского университета. – 2008. – Т. 13. – №4. – С.895-898.

Главы в монографиях:

1. Ярмоленко О.В., **Хатмуллина К.Г.**, Баймуратова Г.Р. Особенности проводящих свойств нанокомпозитных систем жидкий апротонный электролит – наночастицы SiO_2 в полимерных гелевых структурах // Органические и гибридные наноматериалы: получение и перспективы применения: коллективная монография / под ред. В.Ф. Разумова, М.В. Клюева. – Иваново: Иван. гос. ун-т. – 2017. – Гл. 10. – С. 323-340. ISBN 978-5-7807-1226-8.

2. Ярмоленко О.В., **Хатмуллина К.Г.** Металлорганические каркасные полимеры как перспективные электродные материалы для металл-ионных аккумуляторов // Органические и гибридные наноматериалы: получение, исследование, применение:

коллективная монография / под ред. В.Ф. Разумова, М.В. Клюева. – Иваново: Иван. гос. ун-т. – 2021. – Гл. 2. – С. 88-110. ISBN 978-5-7807-1367-8.

3. Ярмоленко О.В., **Хатмуллина К.Г.** Электролитные системы на основе ионных жидкостей и наночастиц: самоорганизация и перспективы использования // Органические и гибридные наноматериалы: получение, исследование, применение: коллективная монография / под ред. В.Ф. Разумова, М.В. Клюева. – Иваново: Иван. гос. ун-т. – 2023. – Гл. 4. – С. 111-140. ISBN 978-5-7807-1317-3.

4. **Хатмуллина К.Г.**, Юдина А.В., Баймуратова Г.Р., Ярмоленко О.В. Разработка полимерных электролитов для литиевых источников тока с учетом сольватного окружения Li^+ // Органические и гибридные наноматериалы: получение, исследование, применение: коллективная монография / под ред. В.Ф. Разумова, М.В. Клюева. – Иваново: Иван. гос. ун-т. – 2025. – Гл. 2. – С. 41-65. ISBN 978-5-7807-1506-1.

Все статьи, выполненные в соавторстве, процитированы в диссертации в соответствии с п. 14 критериев Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.04.2013 г., с учетом всех последующих изменений. Результаты, описанные в диссертации, являются оригинальными, заимствованные материалы без ссылки на источник заимствования отсутствуют.

В опубликованных материалах довольно полно изложены основные результаты работы. Работы [3], [5], [7 – 11], [15 – 19], [22] содержат результаты, приведенные в главе 3. Работы [1], [20] содержат результаты, приведенные в главе 4. Работы [2], [20] содержат результаты, приведенные в главе 5. Работы [4], [6], [12-14], [21] содержат результаты, приведенные в главе 6.

Ценность научных работ соискателя для электрохимии обусловлена предложенным в работе подходом, который состоял в оптимизации составов олигомер-соль лития-ионная жидкость, олигомер-соль лития-наночастицы с максимальной проводимостью и привлечении квантово-химического моделирования одной сольватной оболочки катиона лития для определения количества апротонного органического растворителя и позволил получить новые нанокомпозитные полимерные 5-компонентные гель-электролиты на основе диакрилата полиэтиленгликоля, соли $LiBF_4$ и тетрафторбората 1-этил-3-метилимидазолия с введением наночастиц SiO_2 и TiO_2 с проводимостью 0.1 мСм/см (-40 °С), 1 мСм/см (25 °С) и 10 мСм/см (100 °С) и термостабильностью до 320 °С, что важно для создания безопасных Li-полимерных аккумуляторов, используемых, в том числе, для электротранспорта.

Личный вклад автора

В диссертации представлены результаты исследований, выполненных самим автором или в сотрудничестве. Личный вклад автора диссертации состоит в обосновании направления исследования, постановке его цели и задач, осуществлении выбора путей и методов их решения. В соответствии с целью и перечнем задач автором самостоятельно разработана структура диссертационного исследования, проведены поиск и анализ литературных источников, получение, анализ и интерпретация экспериментальных результатов, сформулированы выводы диссертационного исследования.

Разработка экспериментальных методик получения всех полимерных электролитов методом радикальной полимеризации и изучение их физико-химических свойств, обработка экспериментальных данных, непосредственное проведение большинства экспериментов (синтез и исследование проводящих свойств электролитов), анализ, интерпретация и обобщение полученных результатов выполнены автором работы лично при консультировании с научным консультантом.

Все публикации по материалам, изложенным в диссертации, выполнены в соавторстве. Автором осуществлялась ведущая роль в подготовке полученных результатов к публикации и представлению их на научных конференциях разного уровня.

Соответствие диссертации научным специальностям, отрасли науки

Диссертация Хатмуллиной К.Г. на тему: «Сетчатые нанокомпозитные полимерные электролиты на основе олигоэфирдиакрилатов с введением ионной жидкости для литиевых источников тока» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена проблема создания высокопроводящих нанокомпозитных полимерных гель-электролитов для безопасных Li-полимерных аккумуляторов нового поколения путем оптимизации состава в 2-х и 3-компонентных системах и привлечения квантово-химического моделирования для оптимизации количества апротонного растворителя. На основе этого предложены электролиты 5-компонентного состава, включающего в себя разные классы соединений (олигомеры, соли лития, апротонная ионная жидкость, апротоный органический растворитель, неорганические порошки SiO_2/TiO_2).

Работа соответствует паспорту специальности 1.4.6. Электрохимия по направлениям исследований: п. 1. «Термодинамические и транспортные свойства жидких и твердых ион-проводящих систем, электрон- и/или ион-проводящих интеркаляционных соединений, электроактивных неорганических, органических и композитных материалов», п. 10. «Электрохимическая генерация, передача и хранение энергии; оптимизация электролитов, электродных материалов, сепараторов и мембран. Теория, исследование и моделирование химических источников тока (первичных элементов, аккумуляторов,

топливных элементов, суперконденсаторов, проточных редокс-батарей). Устройства для преобразования и временного запасания электрической энергии».

Решение о рекомендации работы к защите

Диссертация Хатмуллиной Кюнсылу Гумеровны «Сетчатые нанокомпозитные полимерные электролиты на основе олигоэфирдиакрилатов с введением ионной жидкости для литиевых источников тока» соответствует всем критериям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.04.2013 г. с учетом всех последующих изменений, применительно к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, и рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора наук по специальности 1.4.6. Электрохимия (химические науки).

Заключение принято на заседании секции № 2 Ученого совета ФИЦ ПХФ и МХ РАН (протокол № 8 от 10.07.2026 г.). Присутствовало на заседании 11 членов совета из 14. Результаты голосования: «за» – 11, «против» – 0, «воздержались» – 0.

Председатель секции № 2
Ученого совета
ФИЦ ПХФ и МХ РАН д.х.н., профессор А. Ф. Шестаков

Секретарь секции № 2
Ученого совета
ФИЦ ПХФ и МХ РАН к.х.н. Л. В. Авдеева