

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.086.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, МИНОБРНАУКИ РОССИИ ПО
ДИССЕРТАЦИИ РОМАДИНОЙ ЕЛЕНЫ ИГОРЕВНЫ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 7 декабря 2022 года № 21

О присуждении Ромадиной Елене Игоревне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Дизайн новых материалов для органических проточных аккумуляторов» в виде рукописи по специальности 1.4.4. Физическая химия принята к защите 30.09.2022 г (протокол заседания № 15) диссертационным советом 24.1.086.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (ИНХ СО РАН), Минобрнауки России, 630090, г Новосибирск, пр-кт Академика Лаврентьева, д.3, действующего на основании приказа Минобрнауки РФ от 11.04.2012 г № 105/нк.

Соискатель Ромадина Елена Игоревна, 3 июня 1994 года рождения, в 2018 году окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия». В период подготовки диссертации с ноября 2018 г. по октябрь 2022 г. Ромадина Елена Игоревна обучалась в очной аспирантуре Автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования «Сколковский институт науки и технологий» (Сколтех). В настоящее время работает стажером-исследователем в Центре энергетических наук и технологий, Сколтех.

Диссертация выполнена в Центре энергетических наук и технологий, Сколтех.

Научный руководитель – Ph.D. Стевенсон Кейт Джон, до 31 августа 2022 года – профессор Центра энергетических наук и технологий, проректор, Сколтех. В настоящее время не работает.

Официальные оппоненты:

Шундрин Леонид Анатольевич, доктор химических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Новосибирский институт органической химии им. Н. Н. Ворожцова Сибирского отделения Российской академии наук, заведующий Лабораторией электрохимически активных соединений и материалов;

Антипов Анатолий Евгеньевич, доктор химических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», г Москва, профессор Научно-образовательной лаборатории «Электроактивные материалы и химические источники тока» дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (ФИЦ ХФ РАН), г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном директором центра, доктором химических наук, профессором Надточенко Виктором Андреевичем, составленным кандидатом химических наук Иткисом Даниилом Михайловичем и доктором физико-математических наук Чертовичем Александром

Викторовичем, указала, что диссертационная работа Е.И. Ромадиной на тему «Дизайн новых материалов для органических проточных аккумуляторов», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия, является законченным научно-квалификационным исследованием, которое по актуальности, объему экспериментального материала, научной новизне, практической значимости и достоверности полученных результатов соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук согласно пунктам 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г № 842 в действующей редакции), а ее автор, Ромадина Елена Игоревна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Отзыв на диссертацию обсужден и одобрен на заседании коллоквиума Лаборатории химических источников тока ФИЦ ХФ РАН, состоявшегося 7 ноября 2022 г.

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, в том числе 3 опубликованные работы по теме диссертации, один патент РФ на изобретение. Все журналы, в которых опубликованы работы, входят в Перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований, и индексируются базами данных Web of Science и Scopus. Общий объем опубликованных работ составляет 70 стр. (8,8 печ. л.), личный вклад автора – 4,8 печ. л. Недостоверные сведения об опубликованных автором диссертации работах отсутствуют.

Наиболее значимые работы по теме диссертации.

- 1 Ovsyannikov N.A., **Romadina E.I.**, Akhmetov N.O., Pogosova M.A., Akkuratov A.V., Gvozdik N.A., Stevenson K.J. All-Organic Non-Aqueous Redox Flow Batteries with Advanced Composite Polymer-Ceramic Li-Conductive Membrane // *J. Energy Storage* – 2022. – V. 46. – P.103810.
2. **Romadina E.I.**, Komarov D.S., Stevenson K.J., Troshin P.A. New phenazine based anolyte material for high voltage organic redox flow batteries // *Chem. Commun.* – 2021 V 57. – P 2986–2989.
3. **Romadina E.I.**, Volodin I.A., Stevenson K.J., Troshin P.A. New highly soluble triarylamine-based materials as promising catholytes for redox flow batteries // *J. Mater Chem. A.* – 2021 – V. 9. – P 8303–8307
4. Патент № 2752762 Российская Федерация, С07С 211/54 (2006.01), Н01М 6/16 (2006.01), Н01М 10/0566 (2010.01). Высокорастворимый катодит на основе трифениламина и электрохимический источник тока на его основе : № 2020135045 · заявл. 26.10.2020 опубл. 02.08.2021 / **Ромадина Е.И.**, Стивенсон К., Трошин П.А., заявитель Сколковский институт науки и технологий. – 4 с.

На диссертацию и автореферат диссертации поступило **четыре** отзыва. Все отзывы положительные, во всех отзывах имеются замечания. Отзывы поступили от **д.х.н. Левина Олега Владиславовича**, руководителя группы «Органические электродные материалы для химических источников тока», профессора кафедры электрохимии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; **к.ф.-м.н. Пелегова Дмитрия Вячеславовича**, старшего научного сотрудника отдела оптоэлектроники и полупроводниковой техники, доцента Кафедры физики конденсированного состояния и наноразмерных систем ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»; **к.х.н. Козлова Алексея Вячеславовича**, научного сотрудника Лаборатории химической физики ферментов, Федеральный исследовательский

центр проблем химической физики и медицинской химии РАН; к.т.н. **Миниха Александра Антоновича**, директора ООО «НТЦ Татнефть», г Москва.

Замечания к автореферату носят уточняющий и рекомендательный характер и не ставят под сомнение достоверность полученных результатов и выводов. В основном они относятся к формулировкам и представлению данных, которые используются при обсуждении результатов. Также в отзывах содержится рекомендация проведения измерений спектров комбинационного рассеяния в нескольких точках для повышения представительности результатов и дополнения экспериментов по изучению мембран для проточных аккумуляторов мембранами, состоящими из PVdF без наполнителя. Все отзывы заканчиваются выводом, что диссертационная работа Ромадиной Елены Игоревны **полностью соответствует** требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью данных экспертов в области физической химии и электрохимии, подтверждается наличием публикаций оппонентов и сотрудников ведущей организации по данной тематике в профильных журналах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

впервые исследованы электрохимические свойства новых триариламинов и производных феназина методами циклической вольтамперометрии (ЦВА) в растворе и гидродинамической вольтамперометрии (измерения на вращающемся дисковом электроде); **определены** потенциалы окислительно-восстановительных реакций, **рассчитаны** константы скорости электрохимических реакций и коэффициенты диффузии соединений;

впервые исследовано использование триариламинов в проточных неводных и гибридных аккумуляторах;

производное феназина с этилгликолевыми заместителями **впервые исследовано** в неводных проточных аккумуляторах;

показана возможность применения композитных мембран на основе полимерной матрицы из поливинилиден фторида и керамики $\text{Li}_{1,4}\text{Al}_{0,4}\text{Ge}_{0,2}\text{Ti}_{1,4}(\text{PO}_4)_3$ в неводных проточных аккумуляторах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

показано, что замещение всех пара-положений фенильных колец в триариламинах позволяет подавлять процесс полимеризации и получать электрохимически стабильные соединения; **установлена** взаимосвязь между структурой триариламинов, производных феназина и их электрохимическими свойствами;

изучены окислительно-восстановительные свойства, **определены** константы скорости реакций и коэффициенты диффузии для новых электроактивных триариламинов и феназинов;

показана возможность использования полученных редокс-активных триариламинов и феназинов в качестве катодов и анодов для органических проточных аккумуляторов;

продемонстрирована возможность использования триариламинов в гибридных литий-проточных системах.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны способы получения электролитов на основе триариламинов и производных феназина;

впервые исследовано электрохимическое восстановление ряда триариламинов с этиленгликолевыми заместителями, *продемонстрирована* перспективность применения данных соединений в качестве катодитов для неводных проточных аккумуляторов; *установлено*, что введение заместителей во все *пара*-положения фенильных колец трифениламина позволяет получать соединения, обладающие стабильными электрохимическими реакциями окисления, благодаря чему становится возможно использовать производные триариламинов в различных источниках тока; *впервые получено и исследовано* соединение на основе феназина, обладающее стабильной реакцией восстановления в неводных средах, производное феназина впервые *протестировано* в неводных проточных аккумуляторах; *впервые получено и исследовано* водорастворимое соединение на основе феназина, содержащее сольбилизирующие заместители с четвертичными аммонийными группами и *показано*, что данное соединение обладает стабильной реакцией восстановления в широком диапазоне pH, *впервые продемонстрирована возможность применения* композитных мембран на основе полимерной матрицы из поливинилиден фторида и керамики $\text{Li}_{1.4}\text{Al}_{0.4}\text{Ge}_{0.2}\text{Ti}_{1.4}(\text{PO}_4)_3$ как альтернативы коммерческим ион-обменным мембранам для неводных проточных аккумуляторов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила высокий экспериментальный и теоретический уровень работы, что обеспечивается применением широкого набора комплементарных физико-химических и электрохимических методов анализа. Положения и выводы, сформулированные в диссертации, получили квалифицированную апробацию на международных и всероссийских конференциях. Публикации в высокорейтинговых международных рецензируемых журналах показывают признание достоверности полученных результатов научным сообществом. Кроме того, на применение триариламинов в электрохимических источниках тока получен патент РФ на изобретение.

Личный вклад соискателя.

Соискатель лично принимал участие в постановке целей и задач исследования, анализе литературных данных по теме диссертации, разработке методик экспериментов, представлении и обсуждении результатов. Синтез промежуточных и целевых соединений, исследования методами ВЭЖХ и ТГА, подготовка проб для других методов анализа, электрохимические исследования соединений методами циклической и гидродинамической вольтамперометрии, расчеты констант скорости реакций и коэффициентов диффузии, сборка и исследование проточных, непроточных и гибридных ячеек выполнены лично автором. Подготовка статей, заявки на патент РФ и тезисов докладов осуществлялась совместно с научным руководителем и соавторами работ.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: в докладе не были отражены вопросы возможности масштабирования предлагаемых проточных аккумуляторов; не оценен их коэффициент полезного действия (КПД).

Соискатель Ромадина Е.И. ответила на задаваемые в ходе заседания вопросы и пояснила, что исследование является фундаментальным и работа по масштабированию аккумуляторов может являться темой отдельного прикладного исследования; КПД предлагаемых электрохимических ячеек составляет около 40 %.

На заседании 7 декабря 2022 г., протокол № 21, диссертационный совет принял решение за проведенное систематическое исследование электрохимически активных материалов для органических проточных аккумуляторов, которое является важной научной

задачей, существенно расширяет знания об электрохимических свойствах редокс-активных растворимых органических соединений и возможности их применения в проточных аккумуляторах, способствует развитию технологии органических проточных аккумуляторов, присудить Ромадиной Елене Игоревне ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 (двадцати трех) человек, из них 6 (шесть) докторов наук по специальности 1.4.4. Физическая химия (химические науки), участвовавших в заседании, из 32 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 23 (двадцать три), против – 0 (нет), недействительных бюллетеней – 0 (нет).

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

Федин Владимир Петрович

Ученый секретарь диссертационного совета
д.х.н., доцент

Потапов Андрей Сергеевич

7 декабря 2022 г

Подпись

Федина В. П.

Потапова А. С.

Завещаю

Ученый секретарь

О. А. Герасько

ИНХ СО РАН

«07»

12

