

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.039.01 НА  
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА БИОХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ.  
Н.М. ЭМАНУЭЛЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 29.05.2019 г., протокол №4

О присуждении Мальцеву Александру Андреевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата химических наук.

Диссертация «Поверхностно модифицированные, мезопористые и наноструктурированные углеродные материалы для электрохимических накопителей энергии» по специальности 02.00.04 – физическая химия принята к защите 13 марта 2019 года, протокол №2, диссертационным советом Д 002.039.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук по адресу: 119334, Российская Федерация, г. Москва, ул. Косыгина, д.4; приказ Министерства образования и науки 105/нк от 11 апреля 2012 года.

**Соискатель** – Мальцев Александр Андреевич, 1991 года рождения, в 2014 году с отличием окончил Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет) по направлению «Прикладные математика и физика». С 20 августа 2014 г. по 20 августа 2018 г. освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук по специальности 02.00.04 – физическая химия. В настоящее время работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории электрофизики и радиотоники композиционных материалов и наноструктур Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук.

**Диссертация выполнена** в лаборатории электрофизики и радиофотоники композиционных материалов и наноструктур Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук.

**Научный руководитель** – кандидат физико-математических наук Бибиков Сергей Борисович, заведующий лабораторией электрофизики и радиофотоники композиционных материалов и наноструктур Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук.

**Официальные оппоненты:**

**Колосницын Владимир Сергеевич**, доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией электрохимии Уфимского Института химии – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (УФИХ УФИЦ РАН);

**Рычагов Алексей Юрьевич**, кандидат химических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН (ИК СО РАН), в своём заключении, подписанном старшим научным сотрудником, кандидатом химических наук Елецким Петром Михайловичем, заслушанном на семинаре Лаборатории каталитических процессов переработки возобновляемого сырья Института катализа СО РАН 26 апреля 2019 г. и утвержденном исполняющим обязанности директора организации, доктором химических наук Мартьяновым Олегом Николаевичем, указала, что диссертация посвящена комплексному решению важной для науки и практики проблемы – разработке

суперконденсаторов на основе новых материалов. Ведущая организация отмечает комплексный подход к решению данной задачи, а именно: разработку модели для оценки характеристик суперконденсаторов на основе адсорбционных свойств активного материала электрода и создание новых углеродных материалов различных типов, предлагаемых для использования в качестве материала электрода суперконденсатора. Особо отмечается предложение по использованию нового водного электролита, функционирующего при рабочих напряжениях до 2.1 В, что имеет большую практическую ценность. В заключение отмечено, что диссертация Мальцева А.А. является завершённой научно-квалификационной работой и полностью соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, в редакции с изменениями, утвержденными Постановлением Правительства РФ от 21.04.2016 г. №335 и положениям паспорта специальности 02.00.04 – физическая химия, а ее автор, Мальцев Александр Андреевич, заслуживает присвоения искомой учёной степени кандидата химических наук.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, все по теме диссертации, из них 6 статей, опубликованных в рецензируемых российских и международных научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и тезисы 14 докладов на российских и международных конференциях.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Maltsev A.A. An improved adsorption method for the characterization of water-based supercapacitor electrodes / A.A. Maltsev, S.B. Bibikov, V.N. Kalinichenko // *Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics*. 2016. – Vol. 7. – No. 1. – P. 175–179.

2. Мальцев А.А. Определение удельной поверхности углеродных электродных материалов для электродов суперконденсаторов методом адсорбции красителя Метиленового синего / А.А. Мальцев, С.Б. Бибиков, В.Н. Калиниченко, М.В. Гудков, В.П. Мельников, С.Д. Варфоломеев. // *Журнал*

физической химии. – 2018. – Т. 92. – Вып. 4. – С. 645–650.

3. Варфоломеев С.Д. Катодные материалы для гибридных суперконденсаторов на основе озонированной восстановленной окиси графена / С.Д. Варфоломеев, В.Н. Калиниченко, С.П. Червонобродов, С.Б. Бибииков, С.Д. Разумовский, В.В. Подмастерьев, А.А. Мальцев, Д.Ю. Грызлов, В.П. Мельников. // Доклады Академии наук. Физическая химия. – 2018. Т. 478. Вып. 5. – С. 539–542.

На автореферат поступило 6 положительных отзывов: 1) в отзыве д.т.н., Заслуженного деятеля науки РФ, профессора Герасимени Валерия Павловича, ведущего научного сотрудника Института химической физики им. Н.Н. Семенова Российской Академии наук содержатся замечания редакционного характера, а также указание на отсутствие сведений о реализации результатов научной работы; 2) в отзыве д. ф.-м.н., профессора Яминского Игоря Владимировича, профессора физического факультета Московского Государственного университета им. М.В. Ломоносова, указывается на недостаточность сведений о микроструктуре исследуемых материалов; 3) в отзыве д.т.н., профессора Кириллова Владимира Юрьевича, заведующего кафедрой «Теоретическая электротехника» Московского авиационного института, в качестве замечаний отмечено: 1. отсутствие сравнения характеристик разработанных автором суперконденсаторов с промышленными образцами; 2. расчет удельной емкости высокопористой многослойной системы по формуле для одиночного плоского конденсатора не вполне обоснован; 4) отзыв д.т.н., Бобринецкого Ивана Ивановича ведущего научного сотрудника Московского института электронной техники без замечаний; 5) в отзыве к.т.н Орлова Виктора Владимировича, заместителя генерального директора по науке ООО НПП «Радиострим» содержатся следующие замечания: отсутствует сравнение удельной емкости, разработанных автором суперконденсаторов с серийно выпускаемыми устройствами; также не приводятся удельные характеристики в пересчете на массу готового изделия – суперконденсатора; 6) в отзыве к.х.н. Чернышевой

Маргариты Николаевны, старшего научного сотрудника ООО «АкКо Лаб» указано на то, что в работе утверждается, что обработка углеродных материалов озоном позволяет улучшить их совместимость с растворами электролитов, но при этом определения их совместимости с раствором электролита не приводится; присутствует утверждение об улучшении смачиваемости материала, основанное на косвенных признаках, а не на прямых измерениях, данные которых в работе не приводятся.

В отзывах отмечено, что актуальность темы диссертации не вызывает сомнения, полученные результаты имеют важное научное и практическое значение; результаты работы свидетельствуют о перспективности направления электрохимических накопителей энергии на основе новых углеродных материалов. Результаты и выводы работы соответствуют поставленным задачам, достоверны и не вызывают сомнений. В качестве достоинств работы отмечается, что предлагаемые в работе материалы позволяют обеспечить лучшие эксплуатационные характеристики суперконденсаторов по сравнению с традиционно используемыми материалами, а также то, что разработки автора могут найти практическое применение на базе уже существующих профильных предприятий.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обоснован их специализацией по проблеме настоящей диссертационной работы и достижениями в области разработки и исследования мезопористых углеродных материалов и суперконденсаторов на их основе, а также наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью оценить научную и практическую значимость диссертации. Оппонент д.х.н., профессор Колосницын В.С. является ведущим специалистом в области физико-химических процессов, происходящих в двойном электрическом слое, в том числе в суперконденсаторе. Оппонент к.х.н., Рычагов А.Ю. является ведущим специалистом в области разработки и исследования суперконденсаторов на основе углеродных материалов. Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа им. Г.К.



Борескова Сибирского отделения РАН является ведущей научно-исследовательской организацией России в области синтеза и исследования мезопористых углеродных материалов и композитов на их основе.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработана** методика оценки среднего размера пор в углеродном материале, основанная на данных об адсорбции красителя и циклической вольтамперометрии материала, позволяющая оценить эффективную поверхность пор, задействованную в процессах накопления заряда, с погрешностью не более 10-20%, и более точно предсказывать электрофизические характеристики устройств с электродами на основе углеродных материалов по сравнению со стандартным методом ВЖН;

**предложены** способы модификации углеродных материалов, используемых в качестве электродов суперконденсаторов, путем введения 5-7 масс.% сверхшитога полистирола, или озонирования в токе газов в псевдокипящем слое; предложен состав электродов суперконденсаторов на основе пироуглеродных наноматериалов, содержащих внедренный кластер нульвалентного железа;

**доказана** перспективность нового физико-химического подхода к отбору углеродных материалов для создания суперконденсаторов с повышенными эксплуатационными характеристиками;

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что:

**применительно к проблематике диссертации результативно** использован комплекс современных методов исследования структуры и свойств полученных материалов, таких как циклическая вольтамперометрия, инфракрасная спектроскопия, спектрофотометрия, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ;

**изложены** экспериментальные данные, свидетельствующие о наличии двух типов геометрии пор в углеродных материалах; утверждается, что геометрия определяется составом и способом синтеза углеродного материала.

**раскрыты** закономерности протекания адсорбции красителя метиленового голубого в гетерофазной системе вода-углерод;

**изучены** закономерности изменения адсорбционных свойств при озонировании графитовых материалов, показано увеличение содержания карбонильных групп на поверхности углеродных материалов; при помощи адсорбции красителя метиленового голубого показано увеличение более чем на 50 % адсорбционной емкости углеродных материалов.

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

**разработаны** суперконденсаторы с повышенными эксплуатационными свойствами: удельным запасом энергии до 8 Вт·ч/кг электрода при токе в 5А/г и выдерживающие более 1000 циклов без существенного уменьшения зарядовой емкости (не более 20% на 1000 циклов зарядки-разрядки);

**определены** оптимальные условия процессов и оптимальный состав модифицированных углеродных материалов, обеспечивающие увеличение удельной емкости суперконденсаторов в водном электролите более, чем на 20% по сравнению с восстановленным оксидом графита;

**представлены** экспериментальные данные, свидетельствующие о применимости разработанной автором физико-химической модели соответствия удельной емкости и удельной поверхности углеродных материалов.

**Оценка достоверности результатов** выявила: для экспериментальных работ результаты получены на высокотехнологичном оборудовании с применением стандартизированных методик, надёжность результатов исследований обусловлена многократной повторностью испытаний и анализом ряда независимых экспериментов, показана воспроизводимость результатов исследования при различных постановках эксперимента; научные положения, выводы и результаты, сформулированные в диссертации, полностью обоснованы экспериментальными данными.

**теория** опирается на известные литературные данные по физической химии мезопористых и наноструктурированных углеродных материалов и согласуется с ранее опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

**идея** базируется на анализе передового опыта в области получения углеродных и углеродсодержащих материалов для электродов суперконденсаторов и обобщении полученного в работе экспериментального материала;

**использованы** авторские данные и данные, полученные ранее по рассматриваемой тематике;

**установлено** согласование авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по галоидной модификации и изменению свойств модифицированных полимеров;

**использованы** современные методики сбора и обработки литературных данных с обоснованием выбора объектов и методов исследования.

**Личный вклад** соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах работы, в том числе анализе литературных данных, планировании и проведении научных экспериментов, обработке и интерпретации экспериментальных данных, формулировании положений и выводов, а также подготовке статей к опубликованию и представлении результатов на научных конференциях.

Диссертация Мальцева А.А. «Поверхностно модифицированные, мезопористые и наноструктурированные углеродные материалы для электрохимических накопителей энергии» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, удовлетворяющую всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, изложенным в пунктах 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, в редакции с изменениями, утверждёнными Постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 г № 335 «О внесении



изменений в положение о присуждении учёных степеней», в которой предложены новые подходы к исследованию и синтезу углеродных материалов, предназначенных для использования в качестве электродов суперконденсаторов.

На заседании 29 мая 2019 года, протокол №4, диссертационный совет принял решение присудить Мальцеву Александру Андреевичу ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 6 докторов наук по профилю специальности 02.00.04 – физическая химия, участвовавших на заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 21, против присуждения учёной степени – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета, д.х.н.



Трофимов А.В.

Учёный секретарь

диссертационного совета, к.х.н.

Мазалецкая Л.И.

29 мая 2019 г.