ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.320.04, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело N _____

решение диссертационного совета от 05 ноября 2026 г. № 15

О присуждении Алексеенко Анастасии Анатольевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени доктора химических наук.

Диссертация «Управление составом, морфологией и электрохимическими свойствами наноструктурных платиносодержащих электрокатализаторов для топливных элементов с протонообменной мембраной» по специальности 1.4.6. Электрохимия (химические науки) принята к защите 08 июля 2026 г., протокол № 4, диссертационным советом 24.2.320.04, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, приказы о создании № 352/нк от 19.06.2014 г., об установлении полномочий №561/нк от 03.06.2021.

Соискатель Алексеенко Анастасия Анатольевна, 21 декабря 1990 года рождения. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук на тему «Оптимизация состава и микроструктуры Pt/C и Pt-Cu/C электрокатализаторов с низким содержанием платины» по специальности 02.00.05 – Электрохимия защитила в 2017 году в диссертационном совете, созданном на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет».

Соискатель работает ведущим научным сотрудником федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертационная работа выполнена на кафедре электрохимии химического факультета федерального государственного автономного образовательного

учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – Гутерман Владимир Ефимович, доктор химических наук, главный научный сотрудник ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет».

Официальные оппоненты:

Золотухина Екатерина Викторовна – доктор химических наук, заместитель директора по научной работе федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук (г. Черноголовка);

Козадеров Олег Александрович – доктор химических наук, доцент, заведующий кафедрой физической химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» (г. Воронеж);

Куриганова Александра Борисовна – доктор технических наук, профессор кафедры «Химические технологии» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) имени М.И. Платова» (г. Новочеркасск),

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (г. Саратов), в своем положительном отзыве, подписанном Казариновым Иваном Алексеевичем, заведующим кафедрой физической химии доктором химических наук, профессором, указала, что диссертация Алексеенко А.А. соответствует паспорту научной специальности 1.4.6. Электрохимия, отвечает предъявляемым к докторским диссертациям требованиям и соответствует пп. 9–11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), а её автор, Алексеенко Анастасия Анатольевна, заслуживает присуждения учёной степени доктора химических наук.

Соискатель имеет 33 опубликованные работы в рецензируемых журналах,

рекомендованных ВАК и индексируемых Scopus и Web of Science, из которых 18 опубликованы в изданиях категории К1, 2 патента РФ на изобретение. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах в диссертации отсутствуют. В публикациях соискателя рассмотрены:

1. Влияние условий жидкофазного синтеза и газовой атмосферы на микроструктуру и электрохимические свойства Pt/C катализаторов [A.A. Alekseenko, V.E. Guterman, V.A. Volochaev, S.V. Belenov // Inorganic Materials. 2015. Vol. 51, № 12. P. 1258–1263.; Alekseenko, V.E. Guterman, V.A. Volochaev // Springer Proceedings in Physics. 2015. Vol. 175. P. 37–49.; V.E. Guterman, A.A. Alekseenko, V.A. Volochaev, N.Y. Tabachkova // Inorganic Materials. 2016. Vol. 52, № 1. P. 23–28.; S.A. Kirakosyan, A.A. Alekseenko, V.E. Guterman, V.A. Volochaev, N.Y. Tabachkova // Nanotechnologies in Russia. 2016. Vol. 11, № 5-6. P. 287–296.; A.A. Alekseenko, V.E. Guterman, N.Y. Tabachkova, O.I. Safronenko // Journal of Solid State Electrochemistry. 2017. Vol. 21, № 10. P. 2899–2907.; A.A. Alekseenko, E.A. Ashihina, S.P. Shpanko, V.A. Volochaev, O.I. Safronenko, V.E. Guterman // Applied Catalysis B: Environmental. 2018. Vol. 226. P. 608–615; A.A.; S.I. Nefedkin, V.E. Guterman, A.A. Alekseenko, S.V. Belenov, A.V. Ivanenko, M.A. Klimova, V.I. Pavlov, S.V. Panov, K.O. Paperzh, S.V. Shubenkov // Nanotechnologies in Russia. 2020. Vol. 15, № 3-6. P. 370–378.; K.O. Paperzh, A.A. Alekseenko, V.A. Volochaev, I.V. Pankov, O.A. Safronenko, V.E. Guterman // Beilstein Journal of Nanotechnology. 2021. Vol. 11. P. 593–606.; K. Paperzh, A. Alekseenko, M. Danilenko, I. Pankov, V.E. Guterman // ACS Applied Energy Materials. 2022. Vol. 5, № 8. P. 9530–9541.];

2. Разработка и исследование биметаллических PtCu/C катализаторов [V.E. Guterman, S.V. Belenov, A.A. Alekseenko, N.Y. Tabachkova, V.A. Volochaev // Russian Journal of Electrochemistry. 2017. Vol. 53, № 5. P. 531–539.; A.A. Alekseenko, V.E. Guterman, S.V. Belenov, V.S. Menshchikov, N.Y. Tabachkova, O.I. Safronenko, E.A. Moguchikh // International Journal of Hydrogen Energy. 2018. Vol. 43, № 7. P. 3676–3687.; A.A. Alekseenko, E.A. Moguchikh, O.I. Safronenko, V.E. Guterman // International Journal of Hydrogen Energy. 2018. Vol. 43, № 51. P. 22885–22895; E.A. Moguchikh, A.A. Alekseenko, V.E. Guterman, N.M. Novikovsky, N.Y. Tabachkova, V.S. Menshchikov // Russian Journal of Electrochemistry. 2018. Vol. 54, № 11. P. 979–989; V.E. Guterman, S.V. Belenov, A.A. Alekseenko, R. Lin, N.Y. Tabachkova, O.I. Safronenko // Electrocatalysis.

2018. Vol. 9, № 5. P. 550–562; V. Menshikov, A. Alekseenko, V. Guterman, A. Nechitailov, N. Glebova, A. Tomasov, O. Spiridonova, S. Belenov, N. Zelenina, O. Safronenko // Nanomaterials. 2020. Vol. 10, № 4. P. 742.; V.S. Menshikov, I.N. Novomlinsky, S.V. Belenov, A.A. Alekseenko, O.I. Safronenko, V.E. Guterman // Catalysts. 2021. Vol. 11, № 2. P. 1–18.];

3. Влияние электрохимической активации и кислотной обработки на свойства биметаллических катализаторов [S.A. Kirakosyan, A.A. Alekseenko, V.E. Guterman, I.N. Novomlinskii, V.S. Men'shchikov, E.V. Gerasimova, A.Y. Nikulin // Russian Journal of Electrochemistry. 2019. Vol. 55, No. 12. P. 1258–1268; A.A. Alekseenko, A.S. Pavlets, S.V. Belenov, O.I. Safronenko, I.V. Pankov, V.E. Guterman // Applied Surface Science. 2022. Vol. 595. P. 153533; A.S. Pavlets, A.A. Alekseenko, I.V. Pankov, S.V. Belenov, V.E. Guterman // Energies. 2022. Vol. 15, № 24. P. 9643; A. Pavlets, I. Pankov, A. Alekseenko // Inorganics. 2023. Vol. 11, № 1. P. 45.];

4. Деградация электрокатализаторов, определенная с использованием метода IL-TEM и различных протоколов стресс-тестирования [A.A. Alekseenko, A.S. Pavlets, A.S. Mikheykin, S.V. Belenov, E.V. Guterman // Applied Surface Science. 2023. Vol. 631. P. 157539; E. Moguchikh, K. Paperzh, I. Pankov, S. Belenov, A. Alekseenko // Catalysts. 2023. Vol. 13, № 6. P. 923; E.A. Moguchikh, A.A. Alekseenko, I.V. Pankov, D.V. Alekseenko, V.E. Guterman // Nanobiotechnology Reports. 2023. Vol. 18, № S2. P. S301–S315; A. Pavlets, I. Pankov, E. Moguchikh, E. Suprun, E. Gerasimov, V. Guterman, A. Alekseenko // Journal of Power Sources. 2024. Vol. 613. P. 234898; A.S. Pavlets, E.A. Moguchikh, I.V. Pankov, Y.V. Astravukh, A.A. Alekseenko // Electrochimica Acta. 2025. Vol. 536. P. 146743.].

5. Влияние углеродных носителей, включая допированные азотом, на свойства платиносодержащих катализаторов [E.A. Moguchikh, K.O. Paperzh, A.A. Alekseenko, E.N. Gribov, N.Y. Tabachkova, N.V. Maltseva, A.G. Tkachev, E.A. Neskoromnaya, A.V. Melezhik, V.V. Butova, O.I. Safronenko, V.E. Guterman // Journal of Applied Electrochemistry. 2021. Vol. 52, № 2. P. 231–246; A.S. Pavlets, E.A. Moguchikh, K.O. Paperzh, E.N. Gribov, A.A. Alekseenko // Materials Science. 2022. № 7. P. 34–42; E.A. Moguchikh, K.O. Paperzh, A.A. Alekseenko, E.N. Gribov, V.E. Guterman // Russian Journal of Electrochemistry. 2022. Vol. 58, № 6. P. 502–512; A. Alekseenko, A. Pavlets, E. Moguchikh, M. Tolstunov, E. Gribov, S. Belenov, V. Guterman // Catalysts. 2022. Vol.

12, № 4. P. 414; A.S. Pavlets, E.A. Moguchikh, K.O. Paperzh, E.N. Gribov, A.A. Alekseenko // Inorganic Materials: Applied Research. 2023. Vol. 14, № 1. P. 189–196.; A.S. Pavlets, E.A. Moguchikh, Ya.V. Bayan, I.V. Pankov, Yu.V. Panov, Yu.A. Bayan, A.V. Nikolskiy, A.T. Kozakov, A.A. Alekseenko // Inorganic Chemistry Communications. 2025. Vol. 181. P. 115244.; A.A. Alekseenko, K.O. Paperzh, A.S. Pavlets, S.V. Belenov, E.A. Moguchikh, A.K. Nevelskaya, Y.A. Bayan, M.V. Danilenko, I.V. Pankov, V.E. Guterman // Journal of Materials Science. 2025. Vol. 60, № 11. P. 5035–5051.; A.S. Pavlets, E.A. Moguchikh, Yu.A. Bayan, D.V. Alekseenko, I.V. Pankov, V.S. Menshikov, A.A. Alekseenko // Inorganic Chemistry Communications. 2026. Vol. 183. P. 115890.].

Основные результаты диссертационного исследования обсуждены на профильных конференциях международного и всероссийского уровней. Анализ литературных данных, экспериментальная часть выполнены соискателем самостоятельно, научная интерпретация результатов исследований проводилась совместно с научным консультантом. Все работы опубликованы в соавторстве, на все статьи по теме работы в тексте диссертации имеются ссылки.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы, все положительные, в ряде из них имеются замечания и вопросы: о причинах снижения массовой доли платины при синтезе в CO, об эффективности PtCu/C-HNO_3 на ВДЭ и в МЭБ, критических структурных характеристиках для массопереноса, степени экстраполяции IL-TEM на реальный МЭБ (официальный оппонент д-р. хим. наук Золотухина Е.В.); о выборе потенциала 0.9 В, поведении муравьиной кислоты, о воздействии серной и азотной кислот на катализаторы, об учёте дефектности при травлении меди, о противоречии между термином «оболочка-ядро» и локализацией Pt и Cu (официальный оппонент д-р. хим. наук Козадеров О.А.); о терминах «микроструктура» и «морфология» и количественной оценке равномерности распределения наночастиц, о различиях в параметрах материалов в разных сериях, причинах расхождения ЭХАП для HiSPEC3000 определенным по двум методам (официальный оппонент д-р. тех. наук Куриганова А.Б.); о толщине каталитического слоя и способах его контроля, мониторинге адсорбции CO на платине, об обосновании перехода от гетерогенной нуклеации к гомогенной, о расчёте константы скорости гетерогенной реакции, о выборе углеродного носителя, причинах потери частиц, проблемах при масштабировании синтеза катализаторов (ведущая организация — Саратовский

государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, д-р. хим. наук Снытников П.В.); об обсуждении эффекта нормализации мощности МЭБ, об определении «относительной стабильности» и сопоставимости пересчитанных значений для HiSPEC (д-р. хим. наук Ярославцев А.Б., д-р. хим. наук Сафронова Е.Ю.); о природе углеродного носителя и его влияния на микроструктуру и стабильность катализаторов, качественном различии механизмов деградации в разных протоколах, структурных факторах превосходства катализаторов (д-р. хим. наук Немудрый А.П., др. хим. наук Пономарева В.Г.); о деградации биметаллических катализаторов со структурой наночастиц «оболочка-ядро» (д-р. хим. наук Пономарева В.Г.); о выборе коммерческих образцов сравнения, причинах выбора многостадийного метода синтеза PtCu/C (д-р. хим. наук Терентьев А.Г., д-р. тех. наук Нефедкин С.И.); о воспроизводимости синтеза и количестве независимых синтезов (д-р. тех. наук Нефедкин С.И.); о степени восстановления платины и меди, методе определения ЭХАП, об ограничениях IL-TEM (д-р. физ-мат. наук Рыжков И.И.); о повышении точности измерений на ВДЭ при работе с платиносодержащими электрокатализаторами (д-р. тех. наук Бурлакова В.Э.).

Соискатель ответила на вопросы и замечания по диссертации и автореферату, сделанные ведущей организацией, официальными оппонентами и специалистами в данной области, привела собственную аргументацию в интерпретации полученных результатов, а также согласилась с рядом замечаний терминологического, стилистического и оформительского характера.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их высокой компетентностью в области электрохимии и наличием профильных публикаций в высокорейтинговых научных изданиях. Ведущая организация удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, она широко известна своими достижениями в области электрохимии, в ее состав входят ученые, являющиеся специалистами по темам, смежным с темой защищаемой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны научно обоснованные способы жидкофазного синтеза Pt/C и PtCu/C электрокатализаторов; комплексная методология оценки деградации наноструктурных электрокатализаторов;

предложены – концепция использования монооксида углерода в качестве универсального стабилизатора роста наночастиц платины в жидкофазном синтезе; – стратегия управления архитектурой биметаллических наночастиц на основе многостадийного синтеза с градиентным распределением в них компонентов;

доказана эффективность разработанных методов синтеза для формирования НЧ с узким размерным и равномерным пространственным распределением на поверхности носителя;

введены представления о критическом значении потенциала, разграничивающем режимы реорганизации поверхности биметаллических PtCu наночастиц при анодной поляризации; классификация механизмов деградации биметаллического катализатора в зависимости от используемого протокола электрохимических ускоренных испытаний; представление о «градиентной» структуре биметаллических наночастиц, обусловленной формируемым в процессе синтеза градиентом концентрации легирующего компонента в теле наночастиц.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана универсальность адсорбционного механизма стабилизации роста наночастиц платины монооксидом углерода, подавляющего агрегацию и коалесценцию НЧ независимо от природы восстановителя; установлено для жидкофазного синтеза временное окно интенсивного роста наночастиц (первые 5–10 минут синтеза), что создает теоретическую основу для направленного управления размером наночастиц;

выявлена взаимосвязь между архитектурой биметаллических наночастиц (градиентное распределение компонентов, структура «твердый раствор») и устойчивостью к селективному растворению легирующего компонента; установлено, что формирование обогащенной платиной поверхности PtCu НЧ при реализации многостадийного синтеза затрудняет растворение меди и определяет повышенную стабильность состава наночастиц;

раскрыты закономерности реорганизации поверхности биметаллических PtCu наночастиц при анодной поляризации; выявлен критический потенциал, значение которого разделяет диапазоны потенциалов, в которых существенно изменяется вклад процессов селективного растворения меди и переосаждения платины с утолщением платиновой оболочки в деградацию PtCu/C катализаторов;

изучены ключевые явления, связанные с деградацией биметаллических катализаторов, различающиеся в зависимости от условий электрохимических испытаний.

установлена возможность повышения каталитической активности Pt/C и PtCu/C катализаторов без снижения их стабильности за счёт упорядочения пространственного распределения наночастиц по поверхности носителя; показано, что для достижения высоких значений ЭХАП и сохранения активности в условиях ускоренного стресс-тестирования равномерность распределения НЧ является не менее значимым фактором, чем их абсолютный размер.

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

разработаны и внедрены способы получения Pt/C и PtCu/C электрокатализаторов с заданными структурно-морфологическими характеристиками, защищённые патентами РФ №2695999 и №2677283; методика жидкофазного синтеза Pt/C катализаторов масштабирована до получения не менее 100 г продукта за цикл и внедрена в производственный цикл серийного производства катализаторов серии РМ на предприятии ООО «ПРОМЕТЕЙ РД»; методика IL-TEM исследования для оценки изменения микроструктуры катализаторов, обусловленных деградацией в процессе электрохимических испытаний;

определены принципы оптимизации состава и структуры каталитических систем, перспективы практического использования разработанных Pt/C и PtCu/C катализаторов в мембранно-электродных блоках топливных элементов с протонообменной мембраной;

создана серия отечественных электрокатализаторов, превосходящих коммерческие аналоги в 1.5 и более раз по величине электрохимически активной поверхности, масс-активности в реакции восстановления кислорода, мощностным характеристикам в составе мембранно-электродных блоков и стабильности в условиях ускоренного стресс-тестирования;

представлены методические рекомендации по синтезу и аттестации электрокатализаторов, использованные при подготовке учебных модулей по курсам «Новые материалы для электрохимической энергетики» и «Коммерциализация научно-исследовательских работ»; представленные результаты работы обеспечивают создание

производства отечественных электрокатализаторов для топливных элементов с протонообменной мембраной, соответствующего мировому уровню и способствующего технологическому суверенитету России в области водородной энергетики.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании с использованием комплекса современных физико-химических методов исследования (рентгенофазовый анализ, просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения с элементным картированием, рентгенофлуоресцентный анализ, гравиметрия, циклическая и линейная вольтамперометрия на вращающемся дисковом электроде, испытания в составе мембранно-электродных блоков); все экспериментальные данные получены с высокой воспроизводимостью; обоснованы калибровки и показана воспроизводимость результатов в различных условиях;

теория построена на известных, проверяемых данных о кинетике электродных процессов, теории электрокатализа и механизмах деградации функциональных материалов в условиях эксплуатации; согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации и смежным отраслям;

идея базируется на обобщении передового опыта в области создания платиносодержащих электрокатализаторов для топливных элементов с протонообменной мембраной, а также на гипотезе о возможности управления микроструктурой электрокатализаторов за счет оптимизации условий их жидкофазного синтеза;

использованы сравнение авторских данных с литературными, полученными ранее другими исследователями по рассматриваемой тематике;

установлено, что полученные в диссертационном исследовании результаты не противоречат данным, представленным в независимых источниках по данной тематике.

Личный вклад соискателя состоит в том, что автором самостоятельно сформулированы цели, задачи и выводы исследования, интерпретированы результаты, разработана программа экспериментальных работ и методические подходы к синтезу и аттестации электрокатализаторов. Соискателем предложен комплексный подход, сочетающий методы направленного синтеза с современными методами электрохимических измерений и аттестации состава и микроструктуры получаемых материалов. Непосредственно диссертантом выполнен полный цикл

синтеза исследуемых катализаторов Pt/C и PtCu/C, включая разработку и оптимизацию оригинальных методик, защищенных патентами РФ. Соискателем самостоятельно проведена интерпретация всего массива экспериментальных данных, включая результаты рентгенофазового анализа, рентгенофлуоресцентного анализа, электронной микроскопии, элементного анализа и комплекса электрохимических измерений. Установлены количественные корреляции между условиями синтеза, микроструктурой материалов и их функциональными характеристиками. При непосредственном участии соискателя осуществлялись работы по масштабированию синтеза и внедрению разработанных катализаторов в производственный цикл. Формирование научной идеи, общей методологии исследования, выбор стратегических направлений работы проведены совместно с научным консультантом профессором В.Е. Гутерманом. Статьи и патенты написаны в соавторстве.

В ходе защиты диссертации высказаны замечания и заданы вопросы о лимитирующей стадии реакции восстановления кислорода (д-р хим. наук Кушхов Х.Б.), расчете числа электронов (д-р хим. наук Кушхов Х.Б.), количественной оценки адсорбции CO в процессе синтеза (д-р хим. наук Кушхов Х.Б.), возможности применения CO как восстановителя (д-р хим. наук Кушхов Х.Б.), разнице потенциалов во время циклирования (д-р хим. наук Кушхов Х.Б.), потенциале растворения меди в процессе активации (д-р хим. наук Кушхов Х.Б.), влиянии носителя на свойства катализаторов (д-р хим. наук Кушхов Х.Б.), формулировке «диапазон потенциалов» (д-р. хим. наук Темердашев З.А.), механизме влияния CO на образующиеся наночастицы платины (д-р хим. наук Буков Н.Н.), об адсорбционной способности CO по сравнению с другими реагентами (д-р хим. наук Смирнова Н.В.), образовании карбонилов и влиянии этого процесса на рост наночастиц платины (д-р. хим. наук Лисневская И.В.), используемой терминологии «импортные коммерческие катализаторы» (д-р. хим. наук Темердашев З.А.), о давлении CO в ходе синтеза (д-р. хим. наук Доценко В.В.), плотности тока для оценки активности катализатора в реакции восстановления кислорода (д-р хим. наук Кушхов Х.Б.), сопоставлении полученных данных с известными аналогами и способах получения коммерческих электрокатализаторов (д-р хим. наук Заболоцкий В.И.), о носителях, которые используются коммерческими производителями катализаторов

(д-р хим. наук Заболоцкий В.И.), влиянии электрокатализаторов на мембрану в мембранно-электродном блоке (д-р хим. наук Никоненко В.В.), ключевых параметрах углеродного носителя для электрокатализаторов и роли азота (д-р хим. наук Фалина И.В.), корреляции между данными, полученными при исследовании катализаторов на вращающемся дисковом электроде и в составе мембранно-электродного блока (д-р хим. наук Фалина И.В.), процессе растворения легирующего металла из биметаллических катализаторов и происходящем увеличении активной поверхности (д-р хим. наук Кушхов Х.Б.).

Соискатель, Алексеенко Анастасия Анатольевна, ответила на замечания: пояснила природу лимитирующей стадии реакции восстановления кислорода и методику расчета числа переносимых электронов и плотности тока; обосновала роль монооксида углерода как стабилизирующего агента, влияющего на размер и равномерность формирующихся наночастиц платины, и прокомментировала условия его применения и возможные побочные процессы при масштабировании синтеза; уточнила формулировку «диапазон потенциалов» и обосновала выбор верхнего предельного потенциала при циклировании для предотвращения деградации биметаллических систем; охарактеризовала ключевые требования к углеродным носителям и пояснила роль азотного допирования сажи для закрепления наночастиц платины; разъяснила механизмы влияния биметаллических катализаторов на состояние мембраны и причины нарушения корреляции между данными электрохимических измерений в трехэлектродной ячейке и тестирования в составе мембранно-электродного блока; прокомментировала процессы перестройки поверхности катализаторов при растворении легирующего компонента; сопоставила разработанные жидкофазные методы синтеза с промышленными карботермическими подходами и подтвердила соответствие полученных характеристик мировому уровню.

На заседании 05 ноября 2026 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной проблемы, имеющей важное значение для развития электрохимии – создание научно обоснованных методов жидкофазного синтеза платиносодержащих наноструктурных электрокатализаторов с контролируемыми составом, микроструктурой и архитектурой наночастиц, обеспечивающих сочетание высокой активности в реакции восстановления кислорода и устойчивости к

деградации, а также разработку комплексной методологии оценки их стабильности, что вносит значительный вклад в развитие электрохимической энергетики страны, поскольку предложенные решения позволяют получать катализаторы, превосходящие импортные аналоги по ключевым функциональным характеристикам, а технология масштабирована и внедрена в серийное производство электрокатализаторов для топливных элементов с протонообменной мембраной, обеспечивая импортозамещение и укрепление технологического суверенитета РФ в области водородной энергетики, – присудить Алексеенко Анастасии Анатольевне ученую степень доктора химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 9 докторов наук по специальности 1.4.6. Электрохимия, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета В.И. Заболоцкий

Ученый секретарь
диссертационного совета С.А. Шкирская

05.11.2026