

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института химии  
Санкт-Петербургского государственного  
университета

 Балова И.А.

«27» июня 2024

М.П.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

По итогам рассмотрения и обсуждения  
Диссертации Хайруллиной Евгении Мусаевны

представленной на соискание ученой степени  
кандидата химических наук

по теме «Лазерно-индуцированный синтез металлических наноструктурированных электродов для бесферментных сенсоров»

по научной специальности 1.4.15. Химия твердого тела

и выполненной в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Институт химии, кафедра лазерной химии и лазерного материаловедения, год представления 2024

а также представленных соискателем научных публикаций, в которых излагаются основные научные результаты диссертации, приняты следующие решения, замечания и рекомендации:

Диссертационная работа Хайруллиной Евгении Мусаевны представляет собой исследование, посвященное лазерно-индуцированному синтезу металлических наноструктурированных электродов для бесферментных сенсоров. Актуальность настоящего исследования в области химии твердого тела и материаловедения определяется необходимостью разработки наноструктурированных материалов, обладающих контролируемыми функциональными свойствами для создания электрохимических бесферментных сенсоров. Разработка эффективных сенсорных систем ставит перед научным сообществом ряд задач, включая поиск новых материалов и методик их нанесения, способных обеспечить высокую активность, а также адгезию функциональных слоев к поверхностям как гибких, так и жестких подложек. Перспективным решением данной проблемы является использование



лазерно-индуцированных методов синтеза, которые обладают исключительным потенциалом для синтеза новой фазы с устойчивым контактом к поверхности подложки, что достигается, благодаря модификации поверхности раздела между подложкой и синтезируемой твердой фазой.

Основной целью исследования был лазерно-индуцированный синтез электрохимически активных наноструктурированных материалов на границе раздела «подложка – реакция среда».

Для достижения цели были поставлены и успешно решены следующие задачи:

1. Лазерно-индуцированный синтез электрохимически активных материалов на различных вариантах границы «подложка – реакция среда»;
2. Разработка способов модификации поверхности синтезированных электродов;
3. Физико-химическая характеристика полученных наноматериалов.
4. Исследование сенсорных свойств полученных материалов по отношению к глюкозе и пероксиду водорода

*Личный вклад автора* в данное исследование был всесторонним и включал в себя сбор и анализ литературных данных, разработку методологии и непосредственное проведение экспериментальных исследований, а также анализ полученных результатов, формулировку выводов и подготовку научных публикаций.

В диссертационном исследовании впервые исследуются различные способы лазерного воздействия на поверхность металлизированной подложки при создании материалов для электрохимических сенсоров, что позволило оценить их эффективность и применимость при создании сенсорно активных материалов. Также *новизна* работы подчеркивается разработкой оригинальных подходов к модификации поверхности синтезированных электродов с помощью наноструктур для создания композитных материалов с высокой сенсорной активностью.

Разработанные синтетические подходы и сенсорные материалы имеют высокую *практическую значимость*, так как проведенные исследования сенсорных свойств электродов выявили их потенциал для электрохимического определения широкого спектра биологически значимых веществ, в том числе глюкозы, пероксида водорода и допамина.

*Достоверность* полученных результатов подтверждается использованием современных методов исследований для всесторонней характеристики изучаемых систем, а также корректной методологией экспериментов. Помимо этого, работа прошла апробацию, результаты представлены в пяти рецензируемых научных статьях, опубликованных в журналах первого и второго квартала, а также на десяти международных конференциях. Публикации полностью отражают содержание диссертации и подтверждают научную новизну и практическую значимость полученных результатов.

Диссертация представляет собой оригинальное и завершенное научное исследование, имеющее важное теоретическое и практическое значение. Работа «Лазерно-индуцированный синтез металлических наноструктурированных электродов для бесферментных сенсоров» соответствует специальности 1.4.15 Химия твердого тела и соответствует научному направлению - разработка и создание методов синтеза твердофазных соединений и материалов (п. 1), изучение влияния условий синтеза, химического и фазового состава, а также температуры, давления, облучения и других внешних воздействий на химические и химико-физические микро- и макроскопические свойства твердофазных соединений и материалов (п. 8), структура и свойства поверхности и границ раздела фаз (п. 10) и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15 Химия твердого тела.

п. 11 Приказа СПбГУ от «19» ноября 2021 г. №11181/1  
не выявлены

и Приказа СПбГУ от 03.07.2023 № 9287/1  
не выявлены

Все основные выносимые на защиту научные материалы диссертации опубликованы  
в предложенных соискателем статьях.

**Коллектив сотрудников** кафедры лазерной химии и лазерного материаловедения  
Института химии СПбГУ

**рекомендовал**

**диссертацию Хайруллиной Евгении Мусаевны**

**по теме** «Лазерно-индуцированный синтез металлических наноструктурированных  
электродов для бесферментных сенсоров»

**к защите на соискание ученой степени**  
кандидата химических наук

**по научной специальности 1.4.15. Химия твердого тела**

---

При проведении голосования коллектива сотрудников подразделения (протокол  
заседания № 43/6/4-02-6 от 27.06.2024) в количестве 7 человек,  
участвовавших в заседании из 7 человек штатного состава:  
Проголосовали «за»: 7,  
«против»: 0,  
«воздержались»: 0.

Подписал: профессор, заведующий  
кафедры лазерной химии и лазерного  
материаловедения

Институт химии СПбГУ

Доктор химических наук

профессор

  
(подпись)

Тверьянович Ю.С.  
27.06.2024

Расшифровка подписи, дата



27.06.2024