

**ОТЗЫВ официального оппонента
о диссертации на соискание ученой степени
кандидата химических наук Сотничука Степана Владимировича
на тему: «Электрохимическое формирование металлических нанонитей
для задач сверхпроводниковой микроэлектроники»
по специальностям 1.4.15 – Химия твердого тела и 1.4.6 – Электрохимия**

Диссертационная работа Сотничука С.В. посвящена получению металлических нитевидных наноструктур различного состава при помощи темплатного электроосаждения и изготовлению гибридных сверхпроводящих систем на их основе. Исследование выполнено на стыке нескольких научных направлений: химии твердого тела, электрохимии и физики конденсированного состояния. Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью создания компактных энергоэффективных сверхпроводящих устройств как фундаментального решения проблемы высокого тепловыделения в современных полупроводниковых электронных системах. В работе развиваются перспективные методы получения нитевидных наноструктур для применения в сверхпроводниковой микроэлектронике, что соответствует современным тенденциям развития нанотехнологий и квантовой электроники.

Положения, выносимые на защиту, имеют чёткую экспериментальную и теоретическую основу. Особенно ценным является комплексный подход к исследованию, включающий разработку методик получения нанонитей, изучение их свойств и создание на их основе функциональных гибридных систем. Степень обоснованности положений, научных выводов по результатам работы и сформулированного заключения подтверждается грамотной постановкой цели и задач исследования. Большой объём экспериментов был проведён с использованием передовых электрохимических и материаловедческих методик. Результаты работы прошли проверку научным сообществом: они были представлены на профильных научных конференциях и опубликованы в ведущих международных изданиях, включая журналы с высоким импакт-фактором.

Применяемые в исследовании методические подходы оказались достаточными для решения поставленных задач и формирования обоснованных научных выводов. Особого внимания заслуживает проведенный диссертантом детальный анализ существующей научной литературы по теме исследования, который способствовал более глубокой интерпретации полученных результатов и их научному обоснованию.

Научная новизна диссертации Сотничука С.В. не вызывает сомнений. В работе показано влияние потенциала рабочего электрода на преимущественное направление роста нанонитей при темплатном электроосаждении с компенсацией сопротивления, разработана методика формирования диспергируемых единичных нанонитей с добавлением стабилизатора поливинилпирролидона, обнаружены высокие значения плотности критического тока в джозефсоновских переходах на основе нанонитей золота, а также впервые получены SFS-контакты на основе сегментированных нанонитей с проявлением эффекта близости.

Достоверность результатов исследования подтверждается несколькими факторами. Во-первых, в работе применён набор современных инструментальных методов анализа, что гарантирует точность измерений. Во-вторых, экспериментальные данные демонстрируют хорошую воспроизводимость и согласуются с результатами теоретического моделирования. Ключевые результаты исследования успешно прошли экспертную оценку при публикации в некоторых научных журналах из перечня Q1.

Диссертационная работа Сотничука С.В. построена по классической схеме. Структура диссертации включает все необходимые разделы: Введение, Обзор литературы, Экспериментальную часть, а также раздел Результаты и их обсуждение, который детально структурирован и разделён на несколько подразделов в соответствии с логикой проведенного исследования. В завершающей части – Заключение – приводятся итоги и дальнейшие перспективы проделанной работы и представлены основные результаты и

выводы. В конце диссертации отдельно вынесен раздел со списком используемых сокращений, а также Приложение. Работа изложена на 140 страницах, содержит 87 рисунков и 8 таблиц. Библиографический список включает 181 ссылку на литературные источники. Диссертация представляет собой законченное научное исследование, в котором последовательно и логично представлены все этапы работы, от актуальности и обоснования до обсуждения полученных результатов.

Необходимо подчеркнуть высокое качество изложения материала в работе. Текст отличается логичностью и последовательностью подачи информации, что значительно облегчает его восприятие. Количество грамматических ошибок минимально. Все положения, выносимые на защиту, в полной мере отражены в текстах диссертации и автореферата.

В ходе рассмотрения диссертации и автореферата Сотничука С.В. у меня возникли следующие вопросы и замечания:

1. В работе представлена методика извлечения металлических нитевидных наноструктур из темплатов с использованием полимерного стабилизатора поливинилпирролидона, однако непонятно влияние образующейся полимерной оболочки вокруг нанонитей на транспортные свойства гибридных систем на их основе.

2. В работе отсутствует обоснование выбора различных методик измерения электронно-транспортных свойств для разных типов нанонитей. При этом наблюдается разнородный подход к проведению измерений: для систем на основе нанонитей золота применяется инвертированная четырёхконтактная схема, тогда как для систем с нанонитями кобальта используется стандартная четырёхконтактная схема. Более того, в некоторых экспериментах применяется двухконтактный метод измерения.

Хочу отметить, что указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации

соответствует специальностям 1.4.15 – Химия твердого тела и 1.4.6 – Электрохимия (по химическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Сотничук Степан Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальностям 1.4.15 – Химия твердого тела и 1.4.6 – Электрохимия.

Официальный оппонент:

доктор химических наук, главный научный сотрудник Центра твердофазных магнитных материалов ФГБУН Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН

Кецко Валерий Александрович

20.05.2025

Контактные данные:

Тел.: 7(499)7756585 доб. 5-12, e-mail: ketsko@igic.ras.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

02.00.21 – Химия твердого тела

Адрес места работы:

119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 31

ФГБУН Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Центр твердофазных магнитных материалов