

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сотничук Степана Владимировича на тему:
**«Электрохимическое формирование металлических нанонитей для задач
сверхпроводниковой микроэлектроники»**, представленной на соискание ученой
степени кандидата химических наук по специальностям: 1.4.15 – Химия твердого тела;
1.4.6 – Электрохимия.

Применение нитевидных наноструктур в конструкции планарных устройств сверхпроводниковой электроники является одним из наиболее перспективных технологических решений для дальнейшей миниатюризации этих устройств, которая, в свою очередь, необходима для увеличения плотности размещения единичных цифровых элементов. В то же время широкое применение нитевидных наноструктур в этой области сдерживается как отсутствием масштабируемых, воспроизводимых и экономически оправданных технологий получения таких материалов, так и недостаточностью фундаментальных исследований по их работе в составе устройств сверхпроводниковой электроники. Представленная диссертационная работа посвящена разработке технологий изготовления металлических нанонитей различного состава (золото, никель, кобальт, а также гибридные материалы) с применением метода электрохимического осаждения металлов из раствора в темплатную матрицу. Предлагаемый автором метод весьма прост в реализации, аппаратурном оформлении и при условии выявления особенностей протекания требуемых электрохимических процессов и оптимизации методики может быть рекомендован для промышленного применения. Кроме того, автором детально исследован электронный транспорт в гибридных устройствах, созданных на основе наноструктур, полученных по предложенному им методу. Это определяет **актуальность, научную и практическую значимость** диссертационной работы Сотничук С. В.

Изучение механизма электрохимических реакций анодного окисления алюминия и электроосаждения металлов в пористую матрицу проведено с применением ряда взаимодополняющих электрохимических методов исследования (вольтамперометрия, кулонометрия, хроноамперометрия) на современном оборудовании, что обеспечивает **достоверность полученных результатов**. Исследования морфологии и микроструктуры полученных наноматериалов, а также их фазового и локального химического состава выполнены на высоком научно-техническом уровне с привлечением комплекса физико-химических методов исследования (просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения, электронная дифракция с выделенной области). Автором проведена детальная интерпретация полученных экспериментальных результатов на основе современных

теоретических представлений химии твердого тела и электрохимии в исследованной области, что свидетельствует о высоком уровне владения теоретическим материалом.

В качестве **вопросов** по тексту автореферата хотелось бы отметить следующее:

1. К материалам, применяемым в микроэлектронике, предъявляются весьма жесткие требования по чистоте. Предпринимались ли автором какие-либо специальные меры при работе для получения материалов с уровнем примесей, соответствующим требованиям полупроводниковой промышленности?
2. Чем можно объяснить более крупнокристаллическую микроструктуру нанонитей золота большей толщины (60 нм, раздел 4.2)?

Возникшие вопросы не влияют на общую высокую оценку диссертационной работы, результаты которой отражены в индексируемых международных научных изданиях и апробированы на научных конференциях различного уровня.

Считаю, что диссертационная работа Сотничук С. В. соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 с изменениями, внесенными постановлением Правительства РФ от 20 марта 2021 г. № 426, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальностям 1.4.15 – Химия твердого тела и 1.4.6 - Электрохимия.

Нечаев Григорий Викторович,
Кандидат химических наук по специальности 02.00.05 – Электрохимия,
Научный сотрудник отдела функциональных материалов
для химических источников энергии
Федерального исследовательского центра
проблем химической физики
и медицинской химии РАН
142432, Московская область, Ногинский район,
город Черноголовка, проспект академика Семенова, 1
тел. (912) 263-31-85
e-mail: nechaevgv@icp.ac.ru

Нечаев Г. В.
22. 05. 2025