

## ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

диссертации Митиной Алёны Александровны «Композиты на основе многостенных углеродных нанотрубок на алюминиевой фольге как перспективные материалы для электрохимических источников тока» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.2 – электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств.

На данный момент исследования, связанные с применением углеродных нанотрубок (УНТ) в качестве активного материала электродов суперконденсаторов, развиваются активными темпами. Результаты этих исследований указывают на то, что одной из важнейших задач является изготовление электродов без связующего вещества посредством синтеза активного материала непосредственно на поверхности проводящей подложки. Однако в мировой науке работы по прямому осаждению УНТ на алюминиевой фольге находятся в начальной стадии развития, поэтому цель, поставленная в диссертации Митиной А.А., является очень актуальной.

В основной части работы описаны использованные автором экспериментальные методики, излагаются и обсуждаются результаты исследований электрохимических свойств, морфологии и структурных особенностей многостенных УНТ, полученных методом пиролиза паров этанола на подложках из алюминиевой фольги, а также поиска методов улучшения их ёмкостных характеристик и изучения возможности применения таких материалов в качестве электродов суперконденсаторов. Заключительная часть работы содержит перечень основных результатов и выводов, а также список публикаций с участием автора (6 статей в рейтинговых журналах из списка ВАК и 7 докладов на конференциях).

Наиболее важные результаты, отражающие научную новизну и практическую ценность диссертации, заключаются в следующем:

1. Разработанный метод синтеза слоя МУНТ непосредственно на поверхности алюминиевой фольги не только позволяет получать готовые электроды суперконденсаторов без применения связующих веществ, но и обеспечивает высокую адгезию активного материала к токопроводящей подложке.
2. Формирование композитного материала  $\text{FeO}_x/\text{МУНТ}/\text{Al}$  непосредственно на поверхности алюминиевой фольги реализовано впервые. Также впервые был получен композитный материал  $\text{MnO}_2/\text{МУНТ}/\text{Al}$  методом простой обработки углеродных нанотрубок, выращенных на поверхности алюминиевой фольги в водном растворе перманганата калия. Полученные

материалы могут быть использованы в качестве анода и катода асимметричного суперконденсатора соответственно.

3. Наряду с повышенной ёмкостью, композитные материалы  $MnO_2$ /МУНТ/Al и  $FeO_x$ /МУНТ/Al обладают отличным быстродействием и выдающейся стабильностью, нехарактерной для псевдоёмкостных материалов.

Следует отметить объём экспериментальных исследований: автором диссертации изучено большое количество зависимостей, оптимизировано множество параметров. Тщательный анализ экспериментальных данных, их воспроизводимость свидетельствует о надёжности и достоверности полученных результатов.

Замечание:

При описании результатов, полученных с помощью спектроскопии электрохимического импеданса, автор использует узкоспециализированный термин «график Найквиста», не расшифровывая зависимость, приведённую на рисунке. Утверждение «Наклон графика Найквиста ... в области низких частот уменьшился ..., что можно объяснить псевдоёмкостными свойствами ...» также требует пояснений.

Указанное замечание не снижает общей положительной оценки диссертационной работы, которая соответствует критериям, закреплённым Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года N 842, а сам автор заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук.

Рогожина Галина Андреевна, к.ф.-м.н. (01.04.01),

доцент кафедры физики

ФГАОУ ВО Самарский национальный

исследовательский университет

им. ак. С.П. Королева.

Подпись заверяю:



Подпись	<u>Бояркина У.В.</u>	удостоверяю.
Начальник отдела сопровождения деятельности		
ученых советов Самарского университета		
	<u>Бояркина</u>	Бояркина У.В.
« 12 »	05	2023 г.

Телефон: +7(846) 334 54 55

E-mail: galina\_pisarenko@mail.ru

443011, г. Самара, ул. Ак. Павлова, 1, корп. 22а, к. 307ф