



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное
автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский
университет «Московский институт
электронной техники»**

Шокина пл., д.1, г. Зеленоград, Москва, 124498

Тел.: +7(499) 731 44 41 Факс: +7(499) 710 22 33

E-mail: netadm@miet.ru <http://www.miet.ru>

ОГРН 1027739615584

25.04.2023 г. № 154/38-2

на № _____

Отзыв

научного консультанта к.ф.-м.н. Алексеева А.М.
на диссертацию Рожковой Ксении Сергеевны
«Структурные, оптические и электротранспортные свойства пленок
PEDOT:PSS в полимерных солнечных элементах»,
представленную на соискание степени доктора философии (PhD)

8D05302 - «Физика»

Разработка экологически безопасных альтернативных источников энергии имеет важное значение для сохранения глобальной окружающей среды и обеспечения устойчивого экономического роста. Широкое использование фотоэлектрических солнечных элементов представляется одним из наиболее эффективных решений в области зеленой энергетики, способствующим преодолению мирового энергетического кризиса. Благодаря низкой стоимости и простоте технологии изготовления, солнечные элементы на основе полимерных материалов являются одними из наиболее перспективных типов фотоэлектрических устройств и представляют значительный интерес в области органической полупроводниковой электроники. В связи с этим диссертационная работа Рожковой Ксении Сергеевны, посвященная исследованию модификации полимерного материала PEDOT:PSS, используемого в качестве дырочно-транспортного слоя в полимерных солнечных элементах, безусловно, является актуальной.

004740

В диссертационной работе Рожковой К.С. проведено исследование влияния спиртовых растворителей на морфологию поверхности пленок PEDOT:PSS и их влияние на инжекцию, транспорт и рекомбинацию носителей заряда в органическом солнечном элементе с модифицированным HTL. Исследовано влияние термического отжига на структуру поверхности и электротранспортные характеристики пленок PEDOT:PSS в полимерном солнечном элементе. Разработана технология получения нанокompозитных пленок на основе PEDOT:PSS, легированного нанолентами фталоцианина и его металлокомплексов и наночастицами WS_2 . Исследовано влияние примесей нанолент фталоцианинов и наночастиц WS_2 в PEDOT:PSS на транспорт и рекомбинацию носителей заряда, а также эффективность работы органического солнечного элемента.

Анализируя завершённую диссертационную работу Рожковой К.С. можно констатировать, что сформулированная ею цель была успешно достигнута, а все поставленные в ходе проведения исследований задачи полностью решены. Работа диссертанта выполнена на высоком научном уровне, она отличается не только оригинальностью идей, но и имеет большой потенциал для практической реализации.

Автором выполненной диссертационной работы было установлено влияние температуры кипения спиртов на ослабление связей в молекулярной цепи между PEDOT и PSS и показано, что в зависимости от температуры кипения спиртов формируются гомогенные пленки PEDOT:PSS с низкой степенью шероховатости, улучшенной объемной проводимостью и низким контактным сопротивлением на границе раздела с фотоактивным слоем. Рожковой К.С. в представленной работе была определена роль термического отжига в процессе формирования пленок PEDOT:PSS, установлено его влияние на структуру поверхности и уменьшение интенсивности спектра поглощения ароматического фрагмента PSS. Было установлено, что термический отжиг приводит к уменьшению сопротивления пленки и возрастанию эффективности инжекции заряда, КПД и квантовой эффективности фотоэлементов. При выполнении исследований с органико-неорганическими нанокompозитными структурами, легированными в PEDOT:PSS, автором было установлено, что примесь нанолент МРС и наночастиц WS_2 в пленке PEDOT:PSS способствует уменьшению шероховатости пленки и плотности точечных дефектов, снижению последовательного сопротивления ячейки и сопротивлению рекомбинации носителей заряда и повышению эффективности работы OSC.

Личный вклад автора в представленную диссертационную работу, полученные в ней результаты, а также уровень понимания исследованных научных проблем, безусловно, являются достаточно высокими. Это свидетельствует о качественной и профессиональной подготовке соискателя ученой степени, без которой получение экспериментальных результатов с использованием современных измерительных приборов, а также их анализ и интерпретация были бы попросту невозможны. Рожковой К.С. удалось провести многоплановое, и в то же время достаточно глубокое исследование с использованием экспериментальных методов сканирующей

электронной и атомно-силовой микроскопии, оптической и импедансной спектроскопии, рентгеновской дифракции и вольтамперометрии и проанализировать полученные научные результаты.

Автора диссертационной работы отличают оригинальность постановки ряда рассмотренных в диссертации экспериментальных задач, выбор адекватных и наиболее оптимальных спектрально-оптических методов измерений характеристик образцов синтезированных композитных наноструктур, а также использование взаимно дополняющих абсорбционных, люминесцентных и кинетических способов исследования строения и свойств этих структур.

По результатам исследований, представленных в диссертационной работе, Рожковой К.С. опубликовано 18 научных трудов, среди которых: 3 статьи опубликованы в рецензируемых зарубежных журналах, входящих в базы данных Scopus и Clarivate Analytics (1 публикация в журнале *Polymers for Advanced Technologies* (2021) IF – 3.348, Q2, 79%; 1 публикация в журнале *Optical Materials* (2022) IF – 3.754, Q2, 71%; 1 публикация в журнале *Synthetic Metals* (2023), IF – 4.0, Q2, 84%, 4 статьи опубликованы в журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК и 11 тезисов, опубликованных в материалах международных и республиканских конференций. Таким образом, достоверность выносимых на защиту результатов не вызывает сомнения и подтверждается научным сообществом.

Содержание диссертации и список публикаций автора по теме исследования позволяют считать, что диссертационная работа Рожковой К.С. является законченным научным исследованием и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а его автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 8D05302 – Физика.

Ведущий инженер
Национального Исследовательского
Университета «Московский институт
электронной техники»,
к.ф.-м.н.

 Алексеев А.М.