

Рецензия

на диссертационную работу Рожковой Ксении Сергеевны на тему «Структурные, оптические и электротранспортные свойства пленок PEDOT:PSS в полимерных солнечных элементах», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D05302–Физика»

№п п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Тематика диссертации соответствует приоритетным направлениям развития науки или государственным программам РК. «Энергетика и машиностроение» - «Альтернативная энергетика и технологии: возобновляемые источники энергии, ядерная и водородная энергетика, другие источники энергии».</p> <p>Диссертация выполнена в рамках проекта ГФ «Разработка фотопреобразователя солнечной энергии на основе органических полупроводниковых нанокомпозитов» (AP08856176, 2020–2022 гг.), координируемого ГУ «Комитет науки Министерства науки и высшего образования».</p> <p>Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан «Энергетика и машиностроение» - «Альтернативная энергетика и технологии: возобновляемые источники энергии, ядерная и водородная энергетика, другие источники энергии».</p>
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта</u> /не раскрыта	Диссертационная работа вносит существенный вклад в науку, в частности важность работы хорошо раскрыта в описании применимости научных результатов для конструирования высокоэффективных фотопреобразователей солнечной энергии, а также электронных приборов и устройств, применяемых в фотовольтаике, биофизике и т.п.
3.	Принцип самостоятельности и	<p>Уровень самостоятельности:</p> <p>1) <u>Высокий</u>;</p> <p>2) Средний;</p> <p>3) Низкий;</p> <p>4) Самостоятельности нет</p>	Автор проявил высокую уровень самостоятельности в выполнении и написании диссертационной работы. В частности, автор самостоятельно выполнил работы по получению нанокомпозитных пленок и конструированию полимерных солнечных ячеек, провел топографические, спектрально-люминесцентные, фотоэлектрические и электрофизические измерения. Кроме того, автор принимал непосредственное участие в анализе полученных экспериментальных данных, обсуждении результатов исследований и написании научных статей совместно с научными консультантами.

4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность исследования влияния модификации структуры пленок PEDOT:PSS на фотовольтаические характеристики полимерных солнечных элементов обоснована.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u> ; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Тщательный анализ работы показал что содержание диссертации полностью отражает тему диссертационной работы. В частности, поставленные цели и задачи, основные положения выносимые на защиту, а также результаты и выводы хорошо согласованы между собой и соответствуют теме диссертации.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u> ; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Цель и задачи данной диссертационной работы полностью соответствуют теме исследования и отражают содержание диссертационной работы.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u> ; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	Данное диссертационное исследование представляет собой хорошо структурированную, целостную и законченную работу. Все разделы и положения исследования логически взаимосвязаны между собой.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) <u>критический анализ есть</u> ; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	В диссертационной работе имеется критический и последовательный анализ. Полученные результаты были сравнены с ранее опубликованными данными в научной литературе. Были предложены модифицированные технологии приготовления пленок, применение которых показало улучшенные характеристики фотовольтаических устройств.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Научные результаты и положения, полученные в рамках диссертационной работы, являются новыми и заключается в следующем: - Было установлено влияние температуры кипения спиртов на формирование пленок PEDOT:PSS с низкой степенью шероховатости, улучшенной объемной проводимостью и низким сопротивлением перехода на границе раздела с фотоактивным слоем. - Была определена роль термического отжига в процессе формирования пленок PEDOT:PSS. Установлено, что термический отжиг приводит к уменьшению сопротивления пленки и возрастанию эффективности инжекции заряда, КПД и квантовой эффективности OSC. - Показано, что добавление нанолент фталоцианина и его металлокомплексов в пленку PEDOT:PSS приводит к снижению

			<p>последовательного сопротивления и возрастанию эффективности OSC.</p> <p>- Установлено, что примесь наночастиц WS_2 в PEDOT:PSS способствует уменьшению поверхностных дефектов в пленке и оказывает влияние на инжекцию и транспорт носителей заряда, что приводит к повышению эффективности работы OSC.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Выводы диссертационной работы являются новыми и полностью подтверждены результатами детального сравнительного анализа экспериментальных данных.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Технические, технологические, экономические или управленческие решения, предложенные в диссертационной работе, являются новыми и обоснованными и соответствуют лучшим практикам научных исследований.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы</p>	<p>Все основные выводы, приведенные в заключении диссертационной работы основаны и хорошо обоснованы</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) доказано;</p> <p>2) скорее доказано;</p> <p>3) скорее не доказано;</p> <p>4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет</p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p> <p>2) средний;</p> <p>3) широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) да;</p>	<p>Положение №1. Спиртовые растворители и термический отжиг препятствуют образованию агломератов, обогащенных PSS, что приводит к улучшению транспорта дырок на границах PEDOT:PSS/фотоактивный слой и PEDOT:PSS/ITO.</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) доказано;</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>2) нет</p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) да;</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>3) широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) да;</p> <p>Положение №2. Встраивание нанолента фталоцианина и его металлокомплексов в дырочно-транспортный слой PEDOT:PSS способствует улучшению кристалличности и уменьшению сопротивления пленки.</p>

		2) нет	<p>7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 7.2 Является ли тривиальным? 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да; 7.4 Уровень для применения: 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) да;</p> <p>Положение №3. Существует критическая концентрация наночастиц WS₂ в пленке PEDOT:PSS, превышение которой приводит к выталкиванию наночастиц на поверхность пленки, в результате наблюдается резкое увеличение межфазного сопротивления дырочно-транспортного слоя.</p> <p>7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 7.2 Является ли тривиальным? 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да; 7.4 Уровень для применения: 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) да;</p>
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да; 2) нет</p> <p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:</p>	<p>Выбор методологии является полностью обоснованным. Методология подготовки образцов, методология проведения экспериментов и методология анализа данных хорошо описаны и позволяют воспроизвести полученные результаты. Экспериментальные исследования проводились методами оптической спектроскопии, рентгеновской дифракции, сканирующей электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии, вольтамперометрии и импедансной спектроскопии.</p> <p>Экспериментальные результаты были получены с использованием современных методов научных исследований, в частности были использованы методы оптической спектроскопии, рентгеновской дифракции, сканирующей электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии, вольтамперометрии и импедансной спектроскопии.</p>

		1) да; 2) нет	Методика обработки и интерпретации теоретических и экспериментальных данных была выполнена с применением компьютерных технологий.
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) да; 2) нет	Все выводы, выявленные взаимосвязи и закономерности, представленные в диссертационной работе, доказаны и подтверждены экспериментальными исследованиями, проверены и соответствуют общепризнанным физическим законам. По результатам работ опубликовано несколько статей в международных рецензируемых журналах, что также подтверждает достоверность и актуальность данной работы.
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	По основным утверждениям автор приводит ссылки на публикации в международных рецензируемых журналах, которые при тщательном ознакомлении представляют собой актуальную и достоверную научную литературу.
		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора	Используемые источники литературы достаточны для литературного обзора, так как представляют собой статьи из баз данных Clarivate Analytics и Scopus с хорошими показателями цитируемости, включая опубликованные ею новые статьи в международных рецензируемых журналах, а также в журналах из Перечня КОКСОН МНВО РК.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) <u>нет</u>	В диссертационной работе автором приведены результаты преимущественно экспериментальных исследований с их обоснованием, следовательно, диссертация носит больше прикладной характер, чем теоретический.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u> ; 2) нет	Диссертация имеет практическое значение, так как комплексное теоретическое и экспериментальное исследование влияния модификации пленок PEDOT:PSS открывает возможность создания гомогенного интерфейса HTL с уменьшенным количеством агломератов, что является важным фактором при создании электронных приборов и устройств на их основе для использования в различных практических приложениях, например: в фотовольтаике, электронике, биологии и медицине. Экспериментальные данные по влиянию примесей органико-неорганических структур в пленке PEDOT:PSS могут быть использованы для создания преобразователей световой энергии с улучшенными характеристиками.

		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Предложения для практики являются новыми, существует высокая вероятность использования наработок для практических применений.
10.	Качество написания и оформление	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество написания, оформления и стиль изложения работы соответствует лучшим практикам научного письма. Автор умеет излагать свои мысли в доступной и сжатой форме. Все разделы диссертации разделены на логически понятные подразделы. Исследовательская работа соответствует высоким научным стандартам и представляет собой законченную научно-исследовательскую работу.

Заключение о возможности присуждения степени доктора философии (PhD)

Диссертационная работа Рожковой Ксении Сергеевны является серьезным научным вкладом в развитие науки в Республике Казахстан. По содержанию и оформлению диссертационной работы имеются следующие пожелания:

1. Исследование параметров сопротивления пленок проводилось с использованием метода импедансной спектроскопии, однако существуют и другие методы определения данных параметров, которые могли бы быть отражены в диссертационной работе.
2. На некоторых экспериментальных данных оптических измерений в таблицах наглядно не обозначен интервал погрешности измерений, в частности таблицы 7 и 10.

Однако, небольшие замечания не снижают общего положительного впечатления о диссертационной работе Рожковой К.С. как об исследовательском труде, соответствующем высоким научным стандартам. Считаю, что диссертационная работа Рожковой Ксении Сергеевны на тему «Структурные, оптические и электротранспортные свойства пленок PEDOT:PSS в полимерных солнечных элементах» соответствует всем требованиям, предъявляемым Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК к диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени доктора философии (PhD) образовательной программе «8D05302-Физика».

Рецензент:

Доктор философии (PhD), старший научный сотрудник
ЧУ «National Laboratory Astana» Назарбаев Университета



Б.Д. Баптаев