

РЕЦЕНЗИЯ

На диссертационную работу Завгороднего Алексея Владимировича на тему «Фотоэлектрические процессы в композитных наноструктурированных пленках полупроводниковый полимер–фталоцианин», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060400 – «Физика»

№ и/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	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:	Тема диссертации «Фотоэлектрические процессы в композитных наноструктурированных пленках полупроводниковый полимер–фталоцианин» (на дату утверждения 2020) соответствует приоритетному направлению развития науки или государственным программам «Энергетика и машиностроение»
		1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	1) Диссертация выполнена в рамках проекта «Разработка фотопреобразователя солнечной энергии на основе органических полупроводниковых нанокompозитов» (ИРН АР08856176, 2020 г.) 2) Диссертация выполнена в рамках программы координируемой Министерством образования и науки РК «Разработка фотопреобразователя солнечной энергии на основе полупроводникового полимера и металло-фталоцианинов» (№ 544-Ф-19, 2019 г.) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан «Энергетика и машиностроение»

2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Представленная работа, несомненно, вносит существенный вклад в современную науку, при этом важность вполне раскрыта. В работе подробно описаны методы получения фталоцианиновых нанолент, впервые показано, что добавление этих нанолент позволяет увеличить эффективность органических солнечных ячеек (СЯ) на основе полимеров.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий.	Согласно приведенному описанию работ, выполненных докторантом, все основные результаты получены непосредственно соискателем самостоятельно. Это указывает на высокую квалификацию подготовки докторанта.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована.	Актуальность работы полностью обоснована, так как создание дешевых и доступных СЯ одно из ведущих направлений в области разработки экологически чистых источников энергии. Это подтверждается множеством работ, опубликованных по этой теме в зарубежных изданиях. К тому же по теме диссертации автором опубликовано несколько работ в изданиях с ненулевым импакт фактором.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает.	Представленная работа содержит 4 главы, введение и заключение. В первой главе подробно описывается актуальность темы исследования и приводятся последние данные по этой тематике. Также в этой главе описывается принцип работы полимерных солнечных элементов. Вторая глава описывает объекты исследования и методы проведения экспериментов. Третья глава описывает оптические и электрофизические свойства наноструктур комплексов фталоцианинов. Четвертая глава содержит результаты исследования формирования и транспорта носителей заряда в полимерных солнечных элементах.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют.	Цель и задача соответствуют теме диссертации. Целью работы является исследование влияния фталоцианиновых наноструктур на эффективность работы полимерных солнечных элементов. Все задачи (получение образцов и определение их свойств), поставленные в данной работе, способствовали достижению цели.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	Логическая цепочка построения структуры диссертационной работы вполне оправдана, так как в работе последовательно описываются

		1) полностью взаимосвязаны.	полученные результаты. Работа завершается заключением, в котором обобщены основные результаты.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) критический анализ есть.	Критический анализ представлен сопоставлением полученных результатов измерений с известными результатами других авторов, опубликованных в международных изданиях. Показано, что внедрение фталоцианиновых нанолент в стандартные полимерные СЯ (такие как РЗНТ:РСВМ и РТВ7-Th:ITIC) приводит к повышению эффективности генерирования и разделения зарядов в них.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) полностью новые.	Основные результаты, полученные диссертантом, являются новыми, что подтверждается несколькими публикациями автора в журналах с ненулевыми импакт факторами в 2020 и 2021 годах.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые.	Представленные в диссертации выводы являются новыми: Результат 1. На основе проведенных измерений достоверно показано, что морфология и ограничения по размерам фталоцианиновых структур оказывает заметное влияние на физические свойства исследуемых объектов. Результат 2. Введение фталоцианиновых нанолент в композитные полимерные ячейки на основе РЗНТ:РСВМ и РТВ7-Th:ITIC приводило к повышению степени кристаллизации пленки, усилению поглощения солнечного света и ускорению транспорта дырок на анод. Результат 3. Показано, что наложение внешнего магнитного поля поперек пути транспортировки зарядов в солнечных элементах оказывает отрицательный эффект в полимерных солнечных элементах.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые.	Технические решения по получению фталоцианиновых нанолент путем использования метода физического градиентно-температурного осаждения из паровой фазы (TG-PVD) являются новыми так как для их получения подбирались особые физико-химические параметры. Как показали результаты экспериментов подобранные технические характеристики позволяют получить уникальные наноленты, позволяющие улучшать фотоэлектрические свойства полимерных СЯ.

6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы.	Представленные в работе выводы основаны на экспериментальных результатах, полученных с использованием современных методик и оборудовании. Поэтому сделанные выводы не вызывают сомнений. Результаты исследования логически последовательны и вполне обоснованы.
7.	Основные положения выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение? 1) доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?; 2) нет</p>	<p>В работе представлены три положения выносимые на защиту:</p> <p>1. Размерные ограничения оказывают влияние на эффективность генерации и транспорта носителей заряда во фталоцианинах. Результаты измерения электронных спектров поглощения и электропроводящих свойств показали, что наноленты и пленки фталоцианинов имеют разные свойства. Данные результаты были опубликованы в изданиях индексируемых базами данных Web of Science и Scopus.</p> <p>2. Внедрение нанолент фталоцианинов в фотоактивный слой способствует повышению степени кристаллизации пленки, усилению поглощения света и инжекции дырок на токосъемный электрод СЭ. Результаты измерений рентгеновской дифрактометрии показали, что внедрение нанолент повышает степень кристалличности. Измерение электрооптических свойств полимерных СЯ также подтвердили обоснованность второго положения.</p> <p>3. При модуляции внешним магнитным полем тока короткого замыкания нанолент МРС сильнее проявляется эффект «спиновой блокировки». Наблюдаемый отрицательный магнитный эффект в полимерных нанокомпозитных СЯ связан с блокированием каналов транспорта дырок «донор-Pedot:PSS» и «донор-NWs-Pedot:PSS». Измерение фототоков короткого замыкания показал, что наложение внешнего магнитного поля вдоль поверхности СЯ оказывает очевидный отрицательный эффект и влияет на соотношение синглетных и триплетных поляронов. Результаты показали также, что магнитное поле блокирует два канала переноса дырок прямой «донор-Pedot:PSS» и через наноленты «донор-NWs-Pedot:PSS».</p> <p>Все три положения выносимые на защиту являются нетривиальными и имеют большую научную значимость для разработки новых полимерных СЯ с желаемыми свойствами.</p>

		7.3 Является ли новым? 1) да.	Представленные положения являются новыми, так представлены впервые и были изложены в недавних статьях, опубликованных в нескольких изданиях с ненулевым импакт фактором в 2020 и 2021 годах.
		7.4 Уровень для применения: 2) средний.	Применение полученных результатов может быть выполнено в области получения недорогих эффективных солнечных элементов. Данная задача является актуальной во все мире последние 2 десятилетия. Поэтому круг задач, решаемых этим направлением, довольно заметный.
		7.5 Доказано ли в статье? 1) да.	Основные результаты исследования были представлены в четырех статьях в рецензируемых изданиях с импакт факторами от 0,6 до 3,4. Было также опубликовано 4 статьи в журналах рекомендованных ККСОН МОН РК и 6 материалов международных конференций по результатам работы. Все представленные публикации напрямую относятся к теме исследования и подтверждают достоверность результатов.
8.	Принцип достоверности источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да.	Использованные методы исследования подробно описаны и являются стандартными современными методами измерения свойств СЯ.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да.	Соискатель применял современные апробированные методики измерений свойств полученных нанокompозитных фталоцианиновых полимерных СЯ. Также использовались соответствующие программные пакеты для расшифровки импедансных спектров – EIS-analyzer, а для дифрактограм расшифровку проводили при помощи специального программного обеспечения «Crystallographica Search-Match».
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием: 2) да	Диссертационная работа представляет собой сугубо экспериментальное исследование. В ней не представлено теоретических выводов, которые требуют экспериментального подтверждения.
		8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Все важные утверждения подкрепляются как результатами проведенных измерений, так и соответствующими ссылками на известные научные данные, опубликованные в международных рейтинговых изданиях.
		8.5 Используемые источники литературы достаточны для литературного обзора	Общее число литературных источников равно 210. Такое количество и качество источников является более чем достаточным для

			литературного обзора. Следует так же заметить, что значительная часть источников – это зарубежные рейтинговые издания.
9.	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 2) нет	Работа имеет сугубо прикладное экспериментальное значение.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да.	Ценность практической значимости работы высока. Полученные результаты можно напрямую использовать для дальнейшего улучшения свойств СЯ на основе полимерных материалов. В частности, результаты работы в будущем можно будет использовать для получение дешевых и эффективных СЯ.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые.	Предложения на основе результатов исследования являются полностью новыми. В частности показано, что внедрение фталоцианиновых нанолент в активный фотослой СЭ на основе полимерных структур РЗНТ:РСВМ и РТВ7-Th:ITIC может приводить к росту эффективности СЭ. Это напрямую указывает на практическую пользу применения результатов.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое.	<p>Качество академического письма можно оценить высоко. Автором использован ясный и лаконичный стиль изложения. При этом имеются некоторые неточности, опечатки и другие технические ошибки в тексте работы, в частности, на страницах 6, 11, 17, 29, 32, 34, 35, 39, 40, 48, 50, 51, 54, 55, 56, 61, 81, 82, 83.</p> <p>Однако данные неточности в тексте работы не умаляют значимость полученных результатов. В целом работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к оформлению диссертации на соискание степени доктора философии PhD.</p> <p>На основании вышеизложенного ходатайствую перед ККСОН МОН РК для присуждения докторанту степени доктора философии (PhD)</p>

Рецензент:

Доцент кафедры технической физики

НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева», PhD

Подпись Алдонгарова А.А. заверяю,

Секретарь Правления - Ученый секретарь



Алдонгаров А.А.

Галиакбарова Г.Г.