

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 нанокомпозитов» (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	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано	В работе представлены три положения выносимые на защиту: 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. 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. 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».
		7.2 Является ли тривиальным?; 2) нет	Все три положения выносимые на защиту являются нетривиальными и имеют большую научную значимость для разработки новых полимерных СЯ с желаемыми свойствами.

		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 Достоверность 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 Использованные 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 получения 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:PCBM 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.	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. 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. На основании вышеизложенного ходатайствую перед ККСОН МОН РК для присуждения докторанту степени доктора философии (PhD)

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.