

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Салогуб Татьяны Олеговны
**«Разработка основ технологии получения гетероструктур на основе
галогенидных перовскитов для повышения мощности фотопреобразователей
в условиях низкой освещенности»,**
представленную на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности 2.2.3 – Технология и оборудование
для производства материалов и приборов электронной техники.

Диссертационная работа Салогуб Т.О. посвящена разработке технологических основ создания перовскитных фотопреобразователей, оптимизированных для работы в условиях низкой освещенности. Актуальность темы не вызывает сомнений и обусловлена стремительным ростом рынка автономных устройств интернета вещей (IoT), требующих эффективных источников питания, способных функционировать при искусственном освещении в помещениях.

С точки зрения физической химии, представленное исследование имеет значительную практическую значимость, поскольку в нем систематически изучаются фундаментальные аспекты формирования гетерограниц в перовскитных солнечных элементах и их влияние на процессы переноса заряда в условиях низкой инжекции носителей. Автором получен ряд важных новых научных результатов, имеющих значение для понимания механизмов, определяющих эффективность фотопреобразования.

Наиболее значимыми результатами работы, с моей точки зрения, являются:

1. Детальное сравнительное исследование двух типов дырочно-транспортных слоев на основе оксида никеля — сплошного (с-NiO), синтезированного пиролизом прекурсора при 300°C, и нанопористого (np-NiO), сформированного из дисперсии наночастиц. С использованием методов рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) и просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) установлено принципиальное различие в химическом состоянии поверхности: наличие гидроксильных групп на np-NiO против чистой фазы NiO для с-NiO. Это наблюдение имеет ключевое значение для понимания природы рекомбинационных потерь на интерфейсе.
2. Количественный анализ темновых вольт-амперных характеристик с использованием двухдиодной модели, позволивший экстрагировать параметры, характеризующие рекомбинационные процессы. Обнаружено, что для структур с с-NiO токи насыщения (J_{01} , J_{02}) на порядок ниже, а шунтирующее сопротивление (R_{sh}) существенно выше, чем для np-NiO. Это убедительно доказывает, что именно качество химического интерфейса, а не объемная проводимость транспортного слоя, является определяющим фактором при низких уровнях освещенности.
3. Систематическое исследование влияния ширины запрещенной зоны перовскита ($E_g = 1,60\text{--}1,97$ эВ) на эффективность преобразования LED-излучения с различной цветовой температурой. Установлено, что максимальный КПД (36% при 1000 лк) достигается для составов с $E_g = 1,72$ эВ при цветовой температуре 1700 К, что хорошо согласуется с расчетами в рамках модели Шокли-Квайссера. Выявленные противоположные тренды изменения эффективности для узкозонных и широкозонных материалов при переходе к холодному свету (6500 К) представляют значительный фундаментальный интерес.

Работа выполнена на высоком экспериментальном уровне с использованием современных физико-химических методов исследования. Достоверность результатов подтверждается их публикацией в ведущих рецензируемых журналах и апробацией на международных конференциях.

При знакомстве с авторефератом возник ряд вопросов и замечаний:

1. В работе убедительно показана роль поверхностных гидроксильных групп на np-NiO в формировании рекомбинационно-активного интерфейса. Однако из текста неясно,


предпринимались ли попытки модификации поверхности pr-NiO (например, термической обработкой или химической пассивацией) для удаления гидроксильных групп и улучшения характеристик. Если да, то каковы были результаты? Если нет, то планируются ли такие исследования?

2. Из текста автореферата неясно, исследовалась ли кинетика деградации разработанных структур в условиях длительного воздействия низкой освещенности. Для практического применения в IoT-устройствах стабильность характеристик во времени является критически важным параметром, особенно учитывая чувствительность галогенидных перовскитов к факторам окружающей среды.
3. В качестве пожелания для дальнейших исследований можно рекомендовать более детальное изучение процессов на границе раздела c-NiO/перовскит с использованием методов спектроскопии, что позволило бы проследить эволюцию интерфейса в процессе формирования и эксплуатации устройств.
4. В автореферате, на некоторых рисунках встречаются подписи на английском языке. Предпочтительней подписи делать на русском.

Высказанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают общей высокой оценки работы. Диссертационная работа Салогуб Т.О. представляет собой завершенное научное исследование, соответствующее требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК РФ, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3.

Кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник кафедры физической химии
химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Ткаченко Илья Сергеевич

 / Ткаченко.И.С.
Подпись Ткаченко И.С. заверяю.

Дата: 16.03.2025

