

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.

Перовскитные солнечные элементы (ПСЭ) в последнее десятилетие демонстрируют впечатляющий прогресс, однако основное внимание исследователей традиционно сосредоточено на достижении рекордных эффективностей при стандартном тестовом освещении (AM1.5G). Диссертационная работа Салогуб Т.О. выделяется своей направленностью на практически значимую и менее изученную нишу — применение ПСЭ для энергообеспечения устройств интернета вещей (IoT) в условиях низкого искусственного освещения. Актуальность работы не вызывает сомнений в связи с экспоненциальным ростом количества автономных датчиков, работающих в помещениях.

Целью представленной работы является разработка технологических основ создания гетероструктур ДТС/перовскит и оптимизация самого перовскитного слоя для достижения максимальной эффективности при светодиодном освещении с различной цветовой температурой (1700–6500 K). В ходе работы были получены следующие ключевые результаты:

Разработана и оптимизирована технология жидкофазного синтеза компактных слоев оксида никеля (с-NiO) методом пиролиза при 300°C. Показано, что, несмотря на более высокое удельное сопротивление по сравнению с нанопористыми аналогами (np-NiO), именно компактные слои обеспечивают рекордные выходные параметры при низкой освещенности (P_{max} до 98,4 мкВт/см² при 1000 лк) за счет формирования качественного, рекомбинационно-пассивного интерфейса.

Впервые проведен систематический анализ влияния ширины запрещенной зоны перовскита ($E_g = 1,60\text{--}1,97$ эВ) и цветовой температуры LED-источника на итоговую эффективность фотопреобразователей. Экспериментально доказано, что максимальный КПД (36,1% при 1000 лк) достигается для составов с $E_g = 1,72$ эВ при «теплом» свете (1700 K). Выявлены противоположные тренды изменения КПД для узкозонных и широкозонных материалов при переходе к «холодному» свету.

Проведено сопоставление экспериментальных данных с теоретическим пределом Шокли-Квайссера, адаптированным для LED-освещения. Показано, что достигнутые значения КПД составляют до 72% от теоретического предела, что указывает на значительный потенциал для дальнейшей оптимизации.

Отработан технологический процесс изготовления планарных p-i-n структур с оптимальной толщиной активного слоя (350–600 нм) и подобранными транспортными слоями (NiOx/PCBM), обеспечивающий воспроизводимость результатов и высокую выходную мощность (90,2 мкВт/см² в среднем).

Диссертационная работа выполнена на высоком экспериментальном уровне с использованием современных методов характеризации материалов (СЭМ, ПЭМ, РФЭС, УФ-спектrophотометрия) и аттестованных методик измерения фотоэлектрических параметров. Результаты работы опубликованы в трех статьях в высокорейтинговых международных журналах (Solar RRL, Solar Energy Materials and Solar Cells), индексируемых в SCOPUS и WoS, что подтверждает высокий уровень полученных результатов. Практическая значимость работы подтверждена не только

высокими КПД (36,1%), но и актом о внедрении результатов в АО «НИИП», что свидетельствует о востребованности разработки со стороны индустрии.

Работа не лишена недостатков, и некоторые моменты требуют более развернутого обсуждения:

1. На рис. 12 и 13 автореферата представлены зависимости фотоэлектрических параметров от цветовой температуры, однако не приведены статистические данные по разбросу значений для однотипных образцов. Это затрудняет оценку воспроизводимости технологии при изменении состава перовскита.
2. Из текста автореферата неясно, исследовалось ли влияние влажности и температуры на стабильность разработанных структур в условиях, приближенных к реальным условиям эксплуатации IoT-устройств (перепады температур, длительное нахождение под нагрузкой при низкой освещенности).

Однако, приведенные замечания носят уточняющий характер и не влияют на общую положительную оценку работы. Они скорее свидетельствуют о глубине проработки темы и открывают перспективы для дальнейших исследований.

Представленная диссертация по уровню и объему выполненных исследований, научной новизне и практической ценности в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с «Положением о присуждении ученых степеней», а ее автор Салогуб Татьяна Олеговна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3 – Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники.

к.т.н., начальник управления научно-технического
и инновационного развития АО «НПП «Пульсар»,

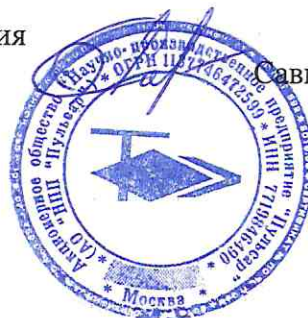


Краснов Андрей Андреевич

Дата «13» 03 2026 г.

Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Пульсар», 105187, г. Москва,
Окружной проезд, дом 27, <https://pulsarnpp.ru>

Подпись Краснова Андрея Андреевича заверяю.
Начальник управления организационного развития
и управления персоналом АО «НПП «Пульсар»



Савина Лина Владимировна