

## ОТЗЫВ

**на автореферат диссертационной работы Гостищева Павла Андреевича «Cl-анионное легирование тонкопленочных галогенидных перовскитов для инвертированных р-і-п солнечных элементов и модулей с повышенной фотостабильностью», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3 — «Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники»**

В настоящее время растет необходимость в производстве новых типов источников альтернативной энергетики. Перовскитные солнечные элементы привлекли в настоящее время значительное внимание в качестве нового типа высокоэффективных тонкопленочных солнечных элементов с низкой себестоимостью и альтернативы традиционным кремниевым технологиям. Однако, несмотря на достижение КПД 25,8 %, проблемы стабильности устройств и масштабирование технологии для создания широкоформатных модулей остаются ключевыми для данного типа солнечных элементов.

Диссертационная работа Гостищева Павла Андреевича описывает комплексные исследования и оптимизацию всей структуры планарных инвертированных р-і-п перовскитных солнечных элементов. Были достигнуты следующие результаты, представляющие научную и практическую значимость: повышение КПД солнечных элементов с 18 % до 20 %; увеличение стабильности устройств под воздействием высокой освещенности и повышенной температуры с 1128 ч до 2820 ч; масштабирование лабораторных солнечных элементов с активной площадью с 0,14 см<sup>2</sup> до модулей 35 см<sup>2</sup>; анализ численных параметров точечных дефектов и химической стабильности гетероструктур при хлор анионном замещении; применение нового органического комплекса для жидкофазного нанесения селективно-транспортного слоя р-типа.

Актуальность, научная новизна, практическая значимость и достоверность результатов подтверждаются публикациями автора (4 статьи, цитируемые в базах WoS и SCOPUS, 3 тезиса докладов на российских и международных конференциях), а также участие автора в финансируемых научных исследованиях.

По автореферату можно сделать следующие уточняющие замечания:

- Высокое сопротивление слоя NiO снижает выходные характеристики солнечных элементов, в работе показано уменьшение толщины слоя до предельных возможностей, однако не были рассмотрены способы уменьшения сопротивления с использованием легирующих примесей.

- При масштабировании солнечных элементов до модулей 6 см<sup>2</sup> наблюдается значительное снижение стабильности (с 2820 до 1400 ч), однако причины этого явления, а также перспективы повышения стабильности не рассмотрены, также отсутствуют данные по стабильности модулей 35 см<sup>2</sup>.
- В тексте автореферата встречаются английские обозначения и неудачные формулировки, такие как “выдержка на свету”, “мини-модульной конфигурации”.

Отмеченные замечания не снижают ценности проделанной работы, значимости представленных результатов и общую положительную оценку.

Содержание автореферата диссертации позволяет утверждать, что представленная работа выполнена на высоком научном уровне и является завершенной. По актуальности, научной новизне и практической значимости данная работа в полной мере соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, а ее автор Гостищев Павел Андреевич заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3 – Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники.

к. х. н., главный конструктор  
по фотоэнергетике АО «НПП «Квант»



Вагапова Наргиза Тухтамышевна

Дата «    » декабря 2022 г.

Акционерное общество “Научно-  
производственное предприятие “Квант”  
129626, Москва, 3-я Мытищинская ул., д. 16,  
+7-495-687-97-42  
Info"npp-kvant.ru

Подпись Н.Т. Вагаповой заверяю

*Директор по персоналу*  
*И.В. Бойко*

