

# ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертационную работу

Гостищева Павла Андреевича

(ФИО)

Сl-анионное легирование тонкопленочных галогенидных перовскитов для инвертированных p-i-n солнечных элементов и модулей с

повышенной фотостабильностью

*наименование темы научно-квалификационной работы*

**представленную к защите по специальности**

2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники

*(шифр и наименование специальности)*

на ученую степень

**Кандидат технических наук**

Гостищев Павел Андреевич в 2018 году поступил в аспирантуру на кафедру ППЭиФПП по направлению 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи. Параллельно в 2019 году поступил в аспирантуру Университета в Риме «Тор Вергата» по направлению «электронная инженерия» (XXXIV цикл обучения).

С 2017 года Гостищев Павел Андреевич был трудоустроен на должность инженера в Лабораторию Перспективной Солнечной Энергетики (ЛПСЭ, подразделение 714, НИТУ «МИСиС»). Данная лаборатория была создана в рамках программы мегагранта (220 Постановление Правительства РФ) с названием проекта «Широкоформатные полупрозрачные солнечные панели с использованием стабильных перовскитных архитектур». С момента основания лаборатории Гостищев П.А. был одним из научных сотрудников, который внес свой вклад в развитие перовскитного направления.

В 2018 и в 2019 гг. Гостищев П.А. дважды проходил стажировку в лаборатории CHOSE (Рим, Италия), где параллельно проводил научно-исследовательскую работу по плану диссертации руководством PhD Франческо Ди Джакомо. В 2019 году выиграл конкурс на стипендию Президента РФ на обучение за рубежом и в течении семестра обучался в Университете Рима «Тор Вергата».

Диссертационная работа Гостищева П.А. представляет собой завершённое самостоятельное исследование, направленное на повышение стабильности и эффективности планарных p-i-n перовскитных солнечных элементов и модулей Cl-анионным легированием тонкопленочных галогенидных перовскитов и оптимизацией структуры солнечного элемента. Работа содержит решение научной задачи по жидкофазному получению слоев p-типа NiO путем разложения нового металло-органического комплекса с достижением КПД более 15 %. Разработки технологии хлор-анионного замещения в составе двухкатионных перовскитов с достижением КПД устройств более 20 % и стабильностью более 3700 ч благодаря уменьшению глубоких центров безызлучательной рекомбинации. Изучение численных параметров дефектов и определение механизмов повышения структурной стабильности перовскитных фотопоглощающих слоев и гетероструктур на их основе. Помимо этого, в работе была исследована возможность применения разработанных технологий для масштабирования перовскитных солнечных элементов до широкоформатных

модулей. В результате были изготовлены мини-модули с четырьмя последовательно соединенными подъячейками и активной площадью 6 см<sup>2</sup>, которые продемонстрировали КПД более 17 % и стабильность выходной мощности порядка 1400 ч в условиях отслеживания точки максимальной мощности.

В процессе выполнения исследований Гостищев П.А. сформировался как самостоятельный и компетентный научный сотрудник, способный самостоятельно проводить все технологические процессы по изготовлению перовскитных солнечных элементов и модулей, разрабатывать новые методики по оптимизации и стабилизации устройств, проводить измерения и анализировать полученные данные.

Гостищев П.А. успешно выполнил поставленные в диссертационной работе задачи, продемонстрировав высокую мотивацию, самостоятельность и быстрое освоение новых навыков.

Диссертационная работа Гостищева П.А. представляет завершенную научно-исследовательскую работу на одну из самых актуальных и перспективных направлений в сфере тонкопленочной фотовольтаики, имея значительный научный и практический интерес для дальнейших исследований и коммерциализации технологии. Данная работа соответствует требованиям, предъявляемых по специальности 2.2.3 «Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники», а сам соискатель Гостищев Павел Андреевич заслуживает присуждения степени кандидата технических наук.

Научный руководитель:

к.т.н., проф. Альдо Ди Карло  
ученая степень, ученое звание, ФИО полностью

  
подпись

« 05 » октября 2022 г.

Подпись проф. Альдо Ди Карло заверяю

Проректор по науке  
и инновациям НИТУ МИСИС



Филонов М.Р.