**Разработка высоковольтных фотовольтаических преобразователей на основе органо-неорганических перовскитов**

***Жукова И.Н.***

*Студентка, 4 курс бакалавриата*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*E-mail: zhukovain@my.msu.ru*

Перовскитные солнечные элементы (ПСЭ) – быстроразвивающаяся область фотовольтаики. Эффективность перовскитных солнечных элементов на данный момент достигла рекордного сертифицированного значения 26.7 % [1]. Однако такие высокие значения КПД зарегистрированы для СЭ с активной площадью порядка 0.2 см2, в которых тонкая пленка гибридного галогенидного перовскита изготавливается растворными методами. Для того чтобы совершить переход к массовому производству перовскитных солнечных элементов, необходимо разработать технологии получения элементов большей площади с достаточной эффективностью и стабильностью. Основным препятствием к этому является значительное снижение однородности и качества перовскитных пленок на субстратах большой площади [2]. Целью данной работы стали разработка и оптимизация подхода к получению пленок гибридного галогенидного перовскита на субстратах большой площади с высокими электрическими и оптическими характеристиками методами двухстадийного гибридного синтеза и вакуумного со-напыления.

В ходе работы был проведен двухстадийный гибридный синтез ряда тонких пленок перовскита с варьируемой толщиной начального слоя PbI2 (термическое вакуумное напыление) и разными параметрами конверсии (спин-коатинг) в гибридный галогенидный перовскит. Условия отличались составом смеси органических галогенидов в растворе для конверсии и режимом отжига. По данным рентгеновской дифракции и растровой электронной микроскопии выбраны оптимальные условия получения перовскита: толщина PbI2 ≈ 260 нм, конверсия раствором состава FAI:FABr:MACl=49:21:30 в IPA (где FA – катион формамидиния (CH(NH2)2+), MA – катион метиламмония (CH3NH2+)) с последующим отжигом в течение 30 минут при 150 оС.

Была осуществлена сборка серии перовскитных солнечных модулей архитектуры: ITO/PTAA/перовскит (Cs/MA/FA)/C60/BCP/Cu (p-i-n) с последовательным соединением подэлементов на субстратах размерами 4 см х 4 см и 6 см х 6 см и активной площадью 6 см2 и 17 см2 соответственно. По результатам измерения вольт-амперных характеристик (ВАХ) ПСЭ рассчитаны значения КПД, напряжения холостого хода (VOC), плотности тока короткого замыкания (Jsc) и фактора заполнения (FF). КПД солнечных модулей составили 8.3 (6 см2) и 10.0 % (17 см2).

Кроме того, был предпринят ряд попыток синтеза пленок MAPbI3 со-напылением PbI2 и MAI. Обнаружено, что процесс со-напыления технически сложно контролировать: ни температура испарителя MAI, ни значения скорости его напыления по датчику не являются надежными контрольными параметрами для воспроизводимого нанесения перовскитных пленок.

Таким образом показано, что двухстадийный синтез перовскита имеет отличные перспективы для изготовления солнечных модулей.

**Литература**

1. M. A. Green, E. D. Dunlop, M. Yoshita [et al.] Solar cell efficiency tables (Version 64) // Progress in Photovoltaics: Research and Applications. 2024. Vol. 32. № 7. P. 425-441.

2. Liguo Tan, Junjie Zhou [et al.] Combined Vacuum Evaporation and Solution Process for High-Efficiency Large-Area Perovskite Solar Cells with Exceptional Reproducibility // Advanced Materials. 2023. Vol. 35, № 13