**Модификация гибридных перовскитов ионными жидкостями  
для улучшения рабочих характеристик и стабильности**

**перовскитных солнечных элементов**

***Немыгина Е.М., Удалова Н.Н.***

*Студент, 2 курс магистратуры*

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

*E-mail: nemyginaelizaveta@yandex.ru*

В настоящий момент низкая стабильность гибридных галогенидных перовскитов к эксплуатационным факторам является одной из наиболее важных проблем перовскитных солнечных элементов (ПСЭ). Согласно литературным данным, одним из перспективных подходов к решению данной проблемы является использование органических молекул с различными функциональными группами (напр. –NR3+, -SH, -COO- и др.) в качестве пассиваторов поверхностных дефектов в перовскитах (вакансий VI•, VPb'', VA'). Ионные жидкости (ИЖ) являются перспективным типом модификаторов гибридных перовскитов за счёт их нелетучести, наличия разнозаряженных функциональных групп, высокой проводимости и термической стабильности.

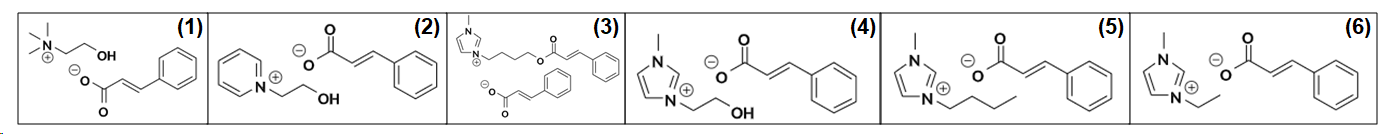
В данной работе исследовано влияние ряда ионных жидкостей на свойства плёнок гибридных перовскитов, а также на рабочие характеристики и стабильность перовскитных солнечных элементов. В используемых в данной работе ИЖ анионом выступал кислотный остаток β-фенилакриловой кислоты, в качестве катиона использовались производные холина (1), а также гетероциклических пиридина (2) и имидазола (3-6). Модификаторы добавляли в раствор прекурсоров (объёмная модификация) или использовали в качестве поверхностных пассиваторов. 

Рис. 1. Структурные формулы ионных жидкостей

Согласно полученным данным объёмная модификация ионными жидкостями способствует увеличению размера зёрен на 60-400% и значительному увеличению интенсивности фотолюминесценции (ФЛ). При этом наибольший эффект оказывает модификация ИЖ на основе имидазола (3-6). В тоже время, поверхностная модификация приводит к незначительному приросту интенсивности ФЛ, увеличению размера зёрен на 25-70% и изменению микроморфологии поверхности пленок с образованием частиц примесной фазы на поверхности. Кроме того обнаружено, что наибольшую стабильность к фотоокислительному стрессу проявляют плёнки гибридного перовскита, модифицированные ионными жидкостями 1, 4 и 6. При этом модификация ИЖ 5 наоборот ухудшает стабильность. Также были собраны солнечные элементы с светопоглощающим слоем гибридного перовскита, модифицированным ионными жидкостями. Показано, что модификация ионными жидкостями 1, 4 и 6 улучшают рабочие характеристики ПСЭ. Кроме того, ионные жидкости на основе имидазолия (4 и 6) способствуют улучшению стабильности ПСЭ.

Таким образом, ионные жидкости с катионом в виде производных холина или имидазолия и наиболее эффективны для модификации гибридного перовскита в исследуемом ряду ионных жидкостей. При этом мы также предполагаем, что важным фактором успешной стабилизации перовскита с помощью модификации ионными жидкостями является размер катиона.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 22-73-00286.*