

У.Е. ТУРОВЕЦ<sup>1</sup>\*, А.А. ПОЗНЯК<sup>1</sup>, А.В. ГОГА<sup>1</sup>,  
У.М. КОЗАК<sup>1</sup>, А.Н. ПЛИГОВКА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники (БГУИР)  
e-mail: [websulya@gmail.com](mailto:websulya@gmail.com)

## ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ CsPb(Br<sub>1-x</sub>I<sub>x</sub>)<sub>3</sub> ДЛЯ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ЯЧЕЕК

Светодиоды на основе наночастиц перовскитов (НЧП) CsPb(Br<sub>1-x</sub>I<sub>x</sub>)<sub>3</sub> привлекли большое внимание благодаря более высоким значениям яркости и внешней квантовой эффективности по сравнению с органическими светодиодами и светодиодами на квантовых точках [1]. Альтернативой им могут выступать тонкопленочные светоизлучающие электрохимические ячейки (СЭЯ) с НЧП в качестве активного слоя [2, 3]. Однако, в настоящее время существующие методы синтеза НЧП отличаются высокой сложностью и низкой экономичностью.

В данной работе был предложен упрощенный и экономичный синтез НЧП CsPb(Br<sub>1-x</sub>I<sub>x</sub>)<sub>3</sub> методом замены растворителя в атмосфере воздуха и при комнатной температуре, а также проведено исследование фотолюминесценции.

Методом замены растворителя получили 4 серии НЧП на основе реактивов: растворитель – диметилформамид (DMF), ПАВ – додециламин (DDA) и олеиновая кислота (OA). Первая и третья серии представляли собой НЧП CsPbBr<sub>2</sub>I, а в качестве антирастворителя в первой серии использовали толуол (Tol), в третьей – этилацетат (EA). Вторая и четвертая серии представляли собой НЧП CsPbI<sub>3</sub> и в качестве антирастворителя во второй серии использовали толуол (Tol), в четвертой – этилацетат (EA). На рис. 1 схематически показаны этапы синтеза НЧП методом замены растворителя. Регистрация спектров фотолюминесценции НЧП проводилась на лазерном спектральном измерительном комплексе на основе монохроматора спектрографа Solar III MS 7504i при комнатной температуре. Длина волны возбуждения составляла 365 нм.

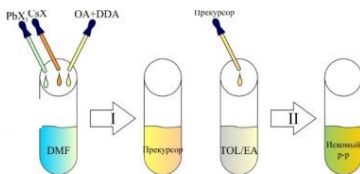


Рисунок 1 – Схематическое изображение процесса синтеза НЧП

На рис. 2 приведены спектры фотолюминесценции полученных НЧП.

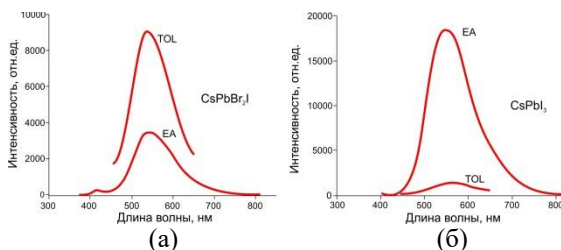


Рисунок 2 – Спектры фотолюминесценции НЧП  
(а) – первая и третья серии; (б) – вторая и четвертая серии.

НЧП состава CsPbBr<sub>2</sub>I показывают более низкие значения фотолюминесценции по сравнению с CsPbI<sub>3</sub>. Это может быть связано со стабильностью перовскитной структуры, определяемой фактором толерантности Гольдшмидта. На спектрах присутствует менее заметный пик ~420 нм. Это может быть связано с получением НЧП различной морфологии, что следует из наличия двух анионов Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, или примеси соединений другого состава, напр., Cs<sub>3</sub>Pb(Br<sub>1-x</sub>I<sub>x</sub>)<sub>5</sub>.

В заключение предлагается конструкция СЭЯ с активным слоем НЧП вида CsPb(Br<sub>1-x</sub>I<sub>x</sub>)<sub>3</sub> в матрице полиэтиленоксида (PEO) и поливинилового спирта (PVA). Для формирования СЭЯ необходимо два электрода, один из которых будет соответствовать требованию высокой проводимости и оптической прозрачности. Работа СЭЯ возможна благодаря наличию подвижных ионов в активной области, которые дрейфуют к аноду и катоду, образуя двойные электрические слои. За счет накапливания анионов и катионов в приконтактной области, формируются легированные области *n*- и *p*-типа, образуя *p-n*-переход. PEO проводит ионы вдоль атомов кислорода полимерной цепи благодаря прыжковой проводимости и отвечает за пассивацию дефектов на границах зерен перовскита [6]. PVA помогает достичь необходимой вязкости раствора для нанесения слоя методом спин-коатинга и дополнительно защищает поверхность НЧП от деградации на воздухе.

- [1] Li Junqiang et. al. // J. Phys. Chem. Lett. (2016), DOI: 10.1021/acs.jpcclett.6b01942
- [2] M. Alahbakhshi et. al. // ACS Energy Lett. (2019), DOI: 10.1021/acsenrgylett.9b01925
- [3] D. Gets et. al. // Adv. Opt. Mat. (2019), DOI: 10.1002/adom.202001715
- [4] Y. Cho, H.R. Jung, W. Jo // Nanoscale (2022), DOI: 10.1039/d2nr00513a
- [5] Ivanchikhina A.V., Pundikov K.S. High Energy Chemistry. (2020), DOI: 10.31857/S0023119320050071
- [6] R. E. Haroldson // Devices and Nanostructures (2021), <https://utd-ir.tdl.org/bitstream/handle/10735.1/9634/HAROLDSON-PRIMARY-2022-1.pdf?sequence=1>