**Исследование нанокристаллов CsPbX3 методами сканирующей зондовой микроскопии**

***Урмурзин Д., Гагарина А.Ю., Званкович Н.К.***

*Студент, 1 курс магистратура*

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»,   
факультет электроники, Санкт-Петербург, Россия*

*E-mail:* [*damirurmurzin@gmail.com*](mailto:ivanov@yandex.ru)

Перовскитные нанокристаллы (НК) состава CsPbX3, где X – атом галогена (Br, I или Cl) вызывают особый интерес как материалы активного слоя солнечных элементов, лазеров, фотодиодов или дисплеев нового поколения [1]. Особенностью данного материала является возможность тонкой настройки энергетического зазора и, соответственно, оптических свойств НК перовскитов путем варьирования их состава и размеров. Так, постепенно заменяя атом Cl на Br и/или I в структуре перовскита возможно регулировать длину волны излучения во всем спектральном диапазоне: от 400 нм для CsPbCl3 [2] до 740 нм для CsPbI3 [3]. Кроме того, НК CsPbBr3 обладают превосходными сцинтилляционными свойствами, яркой фотолюминесценцией и высоким квантовым выходом, в растворах близким к единице.

Также известно, что CsPbX3 могут кристаллизоваться в орторомбической, тетрагональной и кубической фазах, причем фазовые структурные переходы протекают при достаточно низких температурах [4]. Фазовые переходы в CsPbBr₃ сопровождаются изменением оптических и электронных свойств. При охлаждении до комнатной температуры CsPbBr₃ обычно находится в ортогональной фазе. Кубическая фаза обладает лучшими оптическими свойствами для применения в светодиодах и лазерах.

В рамках данной работы были получены и исследованы методами сканирующей зондовой микроскопии пленки состава CsPbBr3. Пленки перовскита наносились на ITO-подложки методом распыления. Исследование механических свойств в зависимости от условий термообработки отдельных кристаллитов осуществлялось в режиме HybriD Mode (сканирующая прыжковая микроскопия).

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-42-10029 от 20.12.2022. https://rscf.ru/project/23-42-10029/ и гранта Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований № Ф23РНФ-160.*

**Литература**

1. Shan Q., Dong Y., Xiang H., Yan D., Hu T., Yuan B., Zeng, H. Perovskite quantum dots for the next‐generation displays: progress and prospect //Advanced Functional Materials. 2024. Vol. 34. No. 36. С. 2401284.

2. Матюшкин Л. Б., Мошников В. А. Фотолюминесценция нанокристаллов перовскитов CsPbX \_3 (X= Cl, Br, I) и твердых растворов на их основе //Физика и техника полупроводников. 2017. Т. 51. No. 10. С. 1387-1392.

3. Буджемила Л., Алешин А.Н., Малышкин В.Г., Алешин П.А., Щербаков И.П., Петров В.Н., Теруков Е.И. Электрические и оптические характеристики пленок нанокристаллов перовскитов галогенида свинца CsPbI3 и CsPbBr3, нанесенных на c-si солнечные элементы для фотовольтаических приложений //Физика твердого тела. 2022. Т. 64. No. 11. С. 1695-1700.

4. Wang B., Novendra N., Navrotsky A. Energetics, structures, and phase transitions of cubic and orthorhombic cesium lead iodide (CsPbI3) polymorphs //Journal of the American Chemical Society. 2019. Vol. 141. No. 37. P. 14501-14504.