**Синтез и фотолюминесцентные свойства бромовисмутатов со структурой двойного перовскита**

***Чжу Чжилинь, Камилов Р.Х.***

*Студент, 2 курс магистратуры*

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

*E-mail: Zzl2295869529@163.com*

Общую химическую формулу двойных галогенидных перовскитов можно представить как А2В+B3+Х6, где A - небольшой органический или неорганический катион в кубооктаэдрической позиции, B - катионы металлов в октаэдрических позициях, а X - галогенид-анион. Такие соединения имеют кубическую структуру двойного перовскита с пространственной группой Fm3m. Среди возможных составов А2В+B3+Х6 соединение Cs2AgBiBr6 является одним из немногих успешно синтезированных, стабильных при комнатной температуре и относительно нетоксичных двойных перовскитов. По данным фотолюминесцентного анализа, запрещенная величина соединения Cs2AgBiBr6 составляет 1,95 эВ. Несмотря на термическую и фотостабильность этого соединения непрямая запрещенная зона ограничивают его применение фотоэлектрических устройствах. Чтобы решить эту проблему, были предприняты попытки регулировать ширину запрещенной зоны путем легирования материала [1]. В исследовании [2] двойного галогенидного перовскита Cs2AgBi0,125In0,875Cl6 анализ спектров фотолюминесценции показал, что нарушается запрещенный по четности переход и сохраняется структура с прямой запрещенной зоной, имеет излучение теплого белого света с квантовой эффективностью фотолюминесценции (PLQE) 70,3%, что намного выше, чем PLQE известных свинцовых перовскитных материалов. **Целью научной работы** являлся синтез и изучение серии фотоабсорбционных и фотолюминесцентных свойств сложных галогенидов общего состава Cs2AgBi1-xSbxBr6, Cs2AgBi1-xInxBr6, Cs2AgBi1-2xSbxInxBr6, Cs3Bi2-хSbxBr9, Cs3Bi2-xInxBr9 и Cs3Bi2-x-yInxSbyBr9.

Образцы двойного перовскита теоретического состава Cs2AgBi1-xSbxBr6, Cs2AgBi1-xInxBr6 и Cs2AgBi1-2xSbxInxBr6 были синтезированы твердофазным или гетерофазным ампульным методами. По результатам РФА образцовбыло показано образование фазы двойного перовскита Cs2AgBiBr6, однако в образцах присутствовали и примесные фазы. Среди них двойной галогенид Cs3Bi2Br9 является основной примесью. Образцы замещенных двойных бромовисмутатов теоретичеcкого состава Cs3Bi2-хSbxBr9,Cs3Bi2-xInxBr9 и Cs3Bi2-x-yInxSbyBr9, где *х* = 0 – 1, был получен основной продукт Cs3Bi2Br9. По спектрам диффузного отражения образцов Cs2AgBi1-xSbxBr6 (*х* = 0 - 1) видно, что край поглощения образцов смещается в красную область спектра с ростом степени замещения *х* от 2,29 эВ до 2,39 эВ, что может означать изменение (уменьшение) ширины запрещенной зоны материала. Смещение края поглощения в красную область спектра может быть связано дефектными состояниями, вызванными легированием двойного перовскита. Исследование спектров фотолюминесценции образцов серии Cs2AgBiBr6 показало, что в спектре нет смещения характерного максимума при 650±30 нм, как ожидалось. В образцах серии Cs2AgSbBr6 в спектре нет смещения характерного максимума при 400±20 нм. Для серии образцов Cs2AgBi1-xInxBr6 также практически не было смещения, что показывает, что значения ширины запрещенной зоны материала изменяются в пределах погрешности измерений.

**Литература**

1. Dai S., Gan X., Li K., et al. Bandgap lowering in mixed alloys of Cs3Bi2-xSbxBr9 perovskite powders. (2023) J. Phys. Chem. Chem. Phys., 25(45), 30993-31002.

2. Han, P., Zhang, X., Mao, X., Yang, B., Yang, S., Feng, Z., ... & Han, K. (2019). Size effect of lead-free halide double perovskite on luminescence property. Science China Chemistry, 62, 1405-1413.