

**ИССЛЕДОВАНИЕ БОРОГЕРМАНАТНЫХ СТЕКЛОКЕРАМИК,
СОАКТИВИРОВАННЫХ НАНОКРИСТАЛЛАМИ ПЕРОВСКИТОВ И ИОНАМ
ЕВРОПИЯ, САМАРИЯ, ДИСПРОЗИЯ И ТЕРБИЯ**

Ратова А.Д.(ИТМО), Харисова Р.Д. (ИТМО), Зырянова К.С. (ИТМО)

**Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, доцент
Миронов Л.Ю. (ИТМО)**

Введение. Оптические материалы на основе нанокристаллов галоидных перовскитов привлекают внимание благодаря своим исключительным оптическим, оптоэлектронным и фотоэлектрическим характеристикам[1]. Нанокристаллы перовскита обладают большим сечением поглощения, высокой подвижностью носителей и большим квантовым выходом люминесценции, перовскит в диэлектрической среде может стать идеальным материалом для использования в кремниевых фотоприемниках. Они нашли большое количество применений: в светодиодах, лазерах, солнечных элементах, фотодетекторах[2]. Нанокристаллы перовскита, легированные ионами редкоземельных элементов изменяют свои оптические свойства. В данной работе была синтезирована серия борогерманатных стекол соактивированных нанокристаллами перовскита и ионами редкоземельных элементов, и было изучено взаимодействие нанокристаллов перовскитов и ионов европия, самария, диспрозия и тербия в борогерманатных стеклокерамиках.

Основная часть. Была синтезирована серия борогерманатных стекол с нанокристаллами перовскитов и редкоземельными ионами европия, самария, тербия и диспрозия. Исходная стеклянная матрица имела следующий состав: 6,74 Na₂O - 5,69 Cs₂O - 5,28 ZnO-24,79 В₂O₃-40,03 GeO₂ мол.%. Для последующего формирования нанокристаллов в состав стекла также были введены Cs₂CO₃, KBr, PbO, а также введены оксиды редкоземельных металлов Eu₂O₃, Sm₂O₃, Tb₂O₃, Dy₂O₃. Нанокристаллы перовскита образовались в борогерманатной матрице в результате спонтанной объемной кристаллизации во время отжига стекла. Синтез проводили в атмосфере воздуха при температуре 950°C с использованием закрытых тиглей из кварцевой керамики на протяжении 30 минут. После синтеза составы были помещены в муфельную печь для отжига.

Для изучения взаимодействия нанокристаллов перовскита и ионов редкоземельных металлов перовскитов были измерены спектры поглощения и люминесценции образцов, также было измерено время жизни ионов редкоземельных металлов. Измерения проводились с исходными образцами, а также с образцами, перетертыми в порошок, для минимизации реабсорбции люминесценции.

Измерения спектров поглощения проводились на спектрофотометре Lambda 650 PerkinElmer, в диапазоне длин волн 200-900 нм. Спектры люминесценции получившихся образцов были измерены при помощи спектрофлуориметра LS-55 Perkin Elmer. Обнаружено, что при введении ионов европия, самария и тербия наблюдается кристаллизация при отжиге, а при введении ионов диспрозия нет. Для образца с ионами европия наблюдается суммарный спектр нанокристаллов перовскита и ионов европия. Отношения полос люминесценция нанокристаллов перовскита и редкоземельных ионов можно изменить, варьируя длину волны возбуждения. Для образца с диспрозием не наблюдается кристаллизация, однако при механическом воздействии на него, наблюдается кристаллизация люминесцентной фазы.

Выводы. В результате работы были синтезированы борогерманатные стекла с нанокристаллами перовскита и ионами европия, самария, диспрозия и тербия. Было показано, что при легировании разными редкоземельными ионами в спектрах люминесценции наблюдаются соответствующие пики люминесценции. В образце с примесью европия в спектрах люминесценции одновременно наблюдается люминесценция

европия и нанокристаллов перовскитов с близкой интенсивностью. Было обнаружено, что при механическом воздействии на образцы, в которых не выделились перовскиты при обжиге, наблюдается кристаллизация люминесцентной фазы перовскитов.

Список использованных источников:

1. Bispo-Jr A. G. [и др.]. Lanthanide-doped luminescent perovskites: A review of synthesis, properties, and applications // Journal of Luminescence. 2022. (252). С. 119406.
2. Samiei S. [и др.]. Exploring CsPbX₃ (X = Cl, Br, I) Perovskite Nanocrystals in Amorphous Oxide Glasses: Innovations in Fabrication and Applications // Small. 2024. № 17 (20). С. 2307972.