

**УВЕЛИЧЕНИЕ СВЕЧЕНИЯ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК ПЕРОВСКИТОВ,
ЛЕГИРОВАННЫХ НИКЕЛЕМ**

Воробьев М.В. (ИТМО)

Научный руководитель – профессор, доктор химических наук Колобкова Е.В.
(ИТМО)

Введение. Нанокристаллы перовскитов перспективны для создания материалов фотоники благодаря уникальным спектрально-люминесцентным характеристикам с ярким свечением, а также квантовый выход люминесценции более 90%. [1]. Однако, по сравнению с зеленой и красной областью спектра, люминесценция в синем диапазоне характеризуется низким квантовым выходом (5 -7 %). Обнаружено, что для коллоидных нанокристаллов существует несколько способов увеличить КВ. Основным направлением является использование катионного замещения ионов свинца на ионы с меньшим радиусом. В настоящей работе была использована гипотеза о том, что при добавлении Ni в матрицу стекла, он «лечит» квантовые точки и увеличивает квантовый выход.

Основная часть. В данной работе варьировалась концентрация активного компонента Ni²⁺ и условия обработки материалов, чтобы понять можно ли повлиять на квантовый выход люминесценции.

Были изготовлены две серии стекол CsPbCl_xBr_{3-x}, легированных Ni²⁺ с соответствующими концентрациями 0.1 мол. % и 0.3 мол. %. Формирование квантовых точек происходило в стекле вследствие дополнительно термообработки при температурах 400-450 °С. Термообработка происходила в муфельной печи, разогретой до нужной температуры.

Для стекол с концентрацией Ni 0.1 мол. % наблюдается сдвиг в синюю область люминесцентного излучения от 465 нм до 460 нм, а их энергия запрещенной зоны НК увеличивается от 2,62 эВ до 2,65 эВ, что может говорить о уменьшении размера нанокристалла. Эти результаты согласуются со статьей, где говорится, что увеличение запрещенной зоны происходит из-за сжатия решетки материалов, легированных ионами Ni²⁺ CsPbCl_xBr_{3-x}, в основном обусловлено синергетическим вкладом от замены более крупных ионов Pb²⁺ [1]. Для исходного стекла этой серии наблюдается наибольший квантовый выход 23,6%, что может свидетельствовать о том, что Ni практически полностью вошел в НК перовскита.

Для стекол с концентрацией Ni 0.3 мол. % наблюдается увеличение квантового выхода люминесценции с 7% до 16% в процессе увеличения размера НК. Улучшение квантового выхода обусловлено улучшением порядка решетки КТ после добавления Ni. Образование КТ происходит вследствие диффузии ионов никеля, при повышении температуры термообработки увеличивается скорость диффузии ионов, что приводит к увеличению размера НК. [2] Для стекла этой серии при температуре термообработки 450 °С в течение 360 минут наблюдается резкое уменьшение квантового выхода, что может быть связано с опалесценцией стекла за счет появления второй кристаллической фазы.

Выводы. Ведение ионов никеля в состав стекла приводит к увеличению квантового выхода люминесценции НК перовскита в синей области спектра. Это может быть связано с подтверждением гипотезы о том, что никель «лечит» ловушечные состояния стекла. Данные стекла могут найти применение в качестве синих светодиодов. Также был найден оптимальный режим термообработки стекла для увеличения квантового выхода.

Список использованных источников:

1. Gencai Pan, Xue Bai, Wen Xu, Xu Chen, Yue Zhai, Jinyang Zhu, He Shao, Nan Ding,

Lin Xu, Biao Dong, Yanli Mao, and Hongwei Song. Bright Blue Light Emission of Ni²⁺ Ion-Doped CsPbCl_xBr_{3-x} Perovskite Quantum Dots Enabling Efficient Light-Emitting Devices // Applied materials and interfaces. — 2020. — № 12. — C. 8.

2. Zhanmeng Zhang, Mengmeng Wang, Yingrui Liu, Jicheng Zhang, Jing Wang, Jianjun Han, Chao Liu, Jian Ruan. Long-term stable and highly efficient photoluminescence from Sr²⁺ doped CsPbBr₃ nanocrystals in boro-germanosilicate glass // Ceramics International. — 2022. — № 48. — C. 6.

3. E.V. Kolobkova, N.V. Nikonorov, M.S. Kuznetsova, M.N. Bataev. Controlling the luminescence of CdSe quantum dots in the fluorinephosphate glass // Journal of Non-Crystalline Solids. — 2024. — № 646. — C. 4.