

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ ХРОМА НА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ ИОНОВ ПРАЗЕОДИМА В МАТРИЦЕ ИНДАТА ЛАНТАНА

В настоящее время актуален поиск способов повышения интенсивности люминесценции ионов редкоземельных элементов, введенных в различные матрицы [1–3]. Химически и термически стабильный индат лантана LaInO_3 , легированный ионами-активаторами Pr^{3+} , Sm^{3+} , Eu^{3+} , Ho^{3+} , Dy^{3+} , является перспективным материалом для использования в светодиодах, в т. ч. светодиодах белого света. В работе исследовано влияние ионов Cr^{3+} на интенсивность фотолюминесценции ионов Pr^{3+} в матрице LaInO_3 .

Твердофазным методом из оксидов Pr_6O_{11} , La_2O_3 , In_2O_3 , Sb_2O_3 , Cr_2O_3 , Bi_2O_3 (квалификация «х. ч.») проведен синтез образцов индатов $\text{La}_{0,998}\text{Pr}_{0,002}\text{In}_{1-y}\text{Cr}_y\text{O}_3$ ($y = 0; 0,002; 0,003$), $\text{La}_{0,967}\text{Pr}_{0,003}\text{Bi}_{0,03}\text{InO}_3$, $\text{La}_{0,967}\text{Pr}_{0,003}\text{Bi}_{0,03}\text{In}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,967}\text{Pr}_{0,003}\text{Bi}_{0,03}\text{In}_{0,98}\text{Cr}_{0,02}\text{O}_3$, исследована их кристаллическая структура на рентгеновском дифрактометре D8 ADVANCE (Bruker AXS GmbH, Германия), получены спектры фотолюминесценции на модернизированном спектроизмерительном комплексе СДЛ-2 (ЛОМО, СССР) в Институте физики имени Б. И. Степанова НАН Беларуси.

Установлено, что полученные образцы индатов являются однофазными и имеют кристаллическую структуру орторомбически искаженного перовскита.

В спектре фотолюминесценции при $\lambda_{\text{возб}} = 440$ нм $\text{La}_{0,998}\text{Pr}_{0,002}\text{InO}_3$ (рисунок 1, кривая 1) в интервале длин волн 450 – 750 нм (сине-красная область спектра видимого света) присутствуют три интенсивные полосы фотолюминесценции (ФЛ), которые состоят из нескольких максимумов длин волн, и полосы фотолюминесценции небольшой интенсивности в диапазоне длин волн 520 – 550 нм. Положение максимумов полос ФЛ хорошо согласуется с данными для $\text{LaInO}_3: 0,002\text{Pr}^{3+}$ [4].

Анализ рис. 1 показывает, что частичное замещение ионов In^{3+} в матрице $\text{La}_{0,998}\text{Pr}_{0,002}\text{InO}_3$ ионами Cr^{3+} приводит к снижению интенсивности всех полос фотолюминесценции ионов празеодима в диапазонах длин волн 440 – 510 нм, 610 – 660 нм. Кроме этого, в спектрах фотолюминесценции $\text{La}_{0,998}\text{Pr}_{0,002}\text{In}_{1-y}\text{Cr}_y\text{O}_3$ присутствует широкая полоса фотолюминесценции ($\lambda_{\text{макс}} = 825$ нм), интенсивность которой при увеличении y от 0,002 до 0,003 увеличивается, и она, вероятно, обуслов-

лена ионами Cr^{3+} .

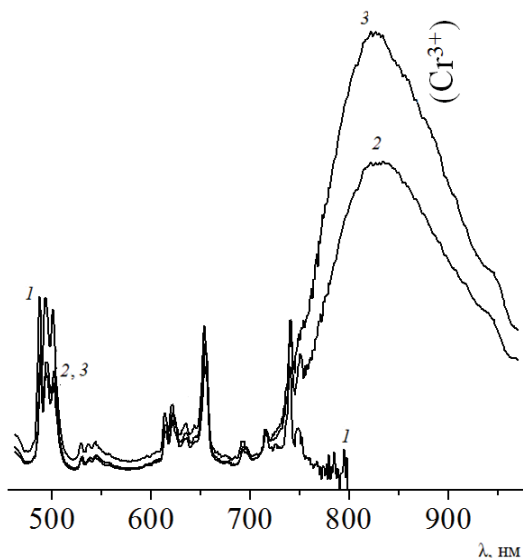


Рисунок 1 – Спектры фотолюминесценции при $\lambda_{\text{возб}} = 440$ нм $\text{La}_{0,998}\text{Pr}_{0,002}\text{InO}_3$ (1), $\text{La}_{0,998}\text{Pr}_{0,002}\text{In}_{0,998}\text{Cr}_{0,002}\text{O}_3$ (2), $\text{La}_{0,998}\text{Pr}_{0,002}\text{In}_{0,997}\text{Cr}_{0,003}\text{O}_3$ (3)

Полученные при длинах волн возбуждающего излучения $\lambda_{\text{возб}} = 260$ и 320 нм спектры фотолюминесценции $\text{La}_{0,967}\text{Pr}_{0,003}\text{Bi}_{0,03}\text{InO}_3$, $\text{La}_{0,967}\text{Pr}_{0,003}\text{Bi}_{0,03}\text{In}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,967}\text{Pr}_{0,003}\text{Bi}_{0,03}\text{In}_{0,98}\text{Cr}_{0,02}\text{O}_3$ приведены на рис. 2.

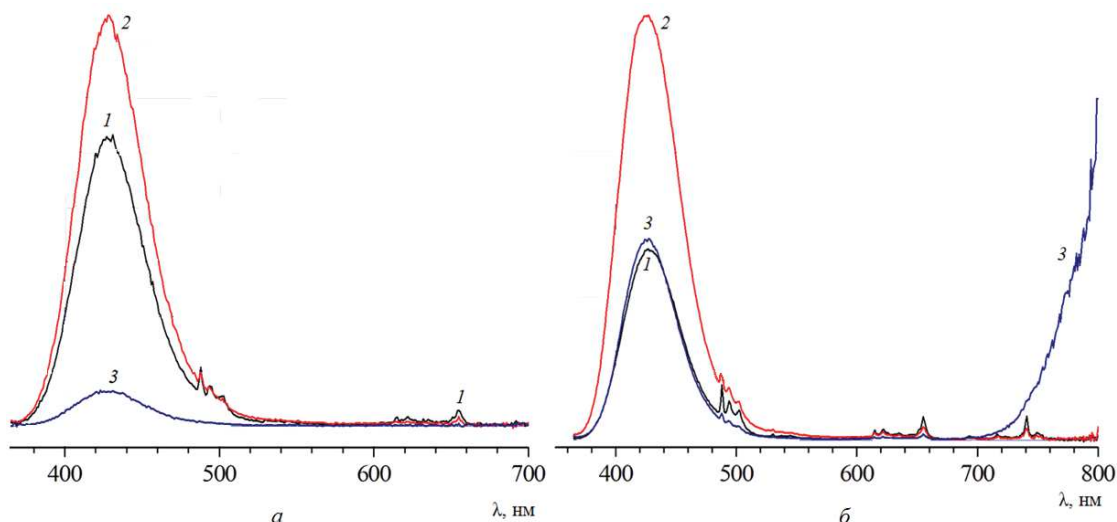


Рисунок 2 – Спектры фотолюминесценции при $\lambda_{\text{возб}} = 260$ нм (а) и 320 нм (б) $\text{La}_{0,967}\text{Pr}_{0,003}\text{Bi}_{0,03}\text{InO}_3$ (1), $\text{La}_{0,967}\text{Pr}_{0,003}\text{Bi}_{0,03}\text{In}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$ (2), $\text{La}_{0,967}\text{Pr}_{0,003}\text{Bi}_{0,03}\text{In}_{0,98}\text{Cr}_{0,02}\text{O}_3$ (3)

В спектрах присутствует широкая полоса в интервале длин волн $360 - 490$ нм, обусловленная матрицей LaInO_3 . Узкие полосы с максимумами при $487, 492, 502, 530, 537, 544, 613, 620, 632, 653, 691, 717, 741$ и 749 нм обусловлены фотолюминесценцией ионов Pr^{3+} . В спектре

фотолюминесценции $\text{La}_{0,967}\text{Pr}_{0,003}\text{Bi}_{0,03}\text{In}_{0,98}\text{Cr}_{0,02}\text{O}_3$ (рис. 2б, кривая 3) узких полос фотолюминесценции ионов Pr^{3+} с максимумами при 717 – 749 нм не наблюдается, однако присутствует широкая полоса фотолюминесценции ионов Cr^{3+} высокой интенсивности.

Установлено, что введение ионов Sb^{3+} в $\text{La}_{0,967}\text{Pr}_{0,003}\text{Bi}_{0,03}\text{InO}_3$ приводит к увеличению интенсивности широкой полосы фотолюминесценции матрицы LaInO_3 при 360 – 490 нм и снижению интенсивности узких полос фотолюминесценции ионов Pr^{3+} при 610 – 760 нм. Введение ионов Cr^{3+} значительно снижает интенсивность полос фотолюминесценции ионов Pr^{3+} при $\lambda_{\text{возб}} = 260$ нм и 320 нм и матрицы LaInO_3 при 360 – 490 нм при $\lambda_{\text{возб}} = 260$ нм, однако практически не влияет на интенсивность ФЛ матрицы при $\lambda_{\text{возб}} = 320$ нм.

Снижение интенсивности фотолюминесценции ионов Pr^{3+} при введении ионов Cr^{3+} обусловлено, вероятно, передачей, поглощенной ионами Pr^{3+} энергии ионам Cr^{3+} . Подобная передача энергии от ионов Pr^{3+} ионам Cr^{3+} ранее была обнаружена в матрице $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}$ [1].

Полученные в работе результаты могут быть использованы при проведении научных работ фундаментального и прикладного характера, посвященных решению проблем физики и химии магнитных материалов, фотолуминофоров на основе LaInO_3 со структурой перовскита, легированного ионами редкоземельных элементов, и их использованию при изготовлении светодиодов белого света и других устройств электронной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Energy transfer in Pr^{3+} - and Cr^{3+} -codoped $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}$ system / Z. Nie [et al.] // *J. Lumin.* – 2006. – Vol. 119–120. – P. 332–336. DOI:10.1016/j.jlumin.2006.01.006.
2. Energy transfer between Bi^{3+} and Pr^{3+} in Doped CaTiO_3 / W. Jia [et al.] // *Electrochem. Soc.* – 2003. – Vol. 150, № 7. – P. H161–H164. DOI:10.1002/chin.200339011.
3. Unravelling the energy transfer mechanism in bismuth co-activation of LaInO_3 : $\text{Sm}^{3+}/\text{Ho}^{3+}$ nanophosphor for color-tunable luminescence / Ch. Satya Kamal [et al.] // *RSC Adv.* – 2017. – Vol. 7. – P. 9724–9731. DOI:10.1039/c6ra28719k.
4. Synthesis and luminescent properties of LaInO_3 : RE^{3+} (RE = Sm, Pr and Tb) nanocrystalline phosphors for field emission displays / X. Liu [et al.] // *Solid State Sci.* – 2009. – Vol. 11. – P. 2030–2036. DOI: 10.1016/j.solidstatesciences.2009.09.014.