

ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ЛЮМИНОФОРОВ НА ОСНОВЕ ИНДАТА LaInO_3 СО СТРУКТУРОЙ ПЕРОВСКИТА, ЛЕГИРОВАННОГО ИОНАМИ Pr^{3+} , Sm^{3+} , Sb^{3+}

*Л.А. Башкиров¹, Е.К. Юхно¹, Н.А. Миронова-Улмане²,
А.Г. Шараковский², П.П. Першукевич³*

¹Белорусский государственный технологический университет

²Институт физики твердого тела Латвийского университета

³Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси

e-mail: bashkirov@belstu.by

В последнее время значительно повысился интерес к исследованиям фотолюминесцентных свойств твердых растворов на основе LaInO_3 , легированного ионами редкоземельных элементов, излучающих свет в видимой области. Это связано с тем, что на основе таких твердых растворов может быть разработан люминофор, перспективный для изготовления светодиодов белого света. В ряде работ показано, что ионы висмута Bi^{3+} , введенные в подрешетку ионов La^{3+} индата LaInO_3 , легированного ионами Eu^{3+} , являются сенсбилизаторами фотолюминесценции ионов Eu^{3+} . Ионы Sb^{3+} имеют электронную конфигурацию $5s^2$, т.е. подобную как у ионов Bi^{3+} ($6s^2$). Поэтому можно ожидать, что ионы Sb^{3+} также будут хорошим сенсбилизатором фотолюминесцентных свойств ионов редкоземельных элементов, расположенных в матрице LaInO_3 . Однако в литературе отсутствуют публикации, посвященные изучению люминесцентных свойств ионов Sb^{3+} , введенных в подрешетку ионов In^{3+} индата LaInO_3 .

В настоящей работе, выполненной в рамках совместного проекта «ГКНТ-Латвия», проведен синтез твердых растворов $\text{La}_{0,997}\text{Pr}_{0,003}\text{InO}_3$, $\text{La}_{0,98}\text{Sm}_{0,02}\text{InO}_3$, $\text{La}_{0,977}\text{Pr}_{0,003}\text{Sm}_{0,02}\text{InO}_3$, $\text{LaIn}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,98}\text{Sm}_{0,02}\text{In}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,977}\text{Pr}_{0,003}\text{Sm}_{0,02}\text{In}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$ и изучены их спектры возбуждения и спектры фотолюминесценции.

Анализ рентгеновских дифрактограмм полученных образцов твердых растворов $\text{La}_{0,997}\text{Pr}_{0,003}\text{InO}_3$, $\text{La}_{0,98}\text{Sm}_{0,02}\text{InO}_3$, $\text{La}_{0,977}\text{Pr}_{0,003}\text{Sm}_{0,02}\text{InO}_3$ показал, что они являются однофазными и имеют кристаллическую структуру орторомбически искаженного перовскита типа GdFeO_3 . На рентгеновских дифрактограммах образцов валового состава $\text{LaIn}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,98}\text{Sm}_{0,02}\text{In}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,977}\text{Pr}_{0,003}\text{Sm}_{0,02}\text{In}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$ кроме рефлексов основной фазы со структурой перовскита присутствовал небольшой интенсивности рефлекс ($2\Theta = 28,76^\circ$, $d = 3,104 \text{ \AA}$) примесной фазы LaSbO_3 .

Показано, что спектр возбуждения люминесценции твердого раствора $\text{LaIn}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$ при $\lambda_{\text{рег}} = 450 \text{ нм}$ содержит лишь одну интенсивную полосу возбуждения с максимумом при $\lambda = 324 \text{ нм}$ (рис. 1 а), а спектр фотолюминесценции этого твердого раствора при $\lambda_{\text{возб}} = 320 \text{ нм}$ содержит одну полосу фотолюминесценции ионов Sb^{3+} с максимумом при $\lambda = 430 \text{ нм}$ (рис. 1 б).

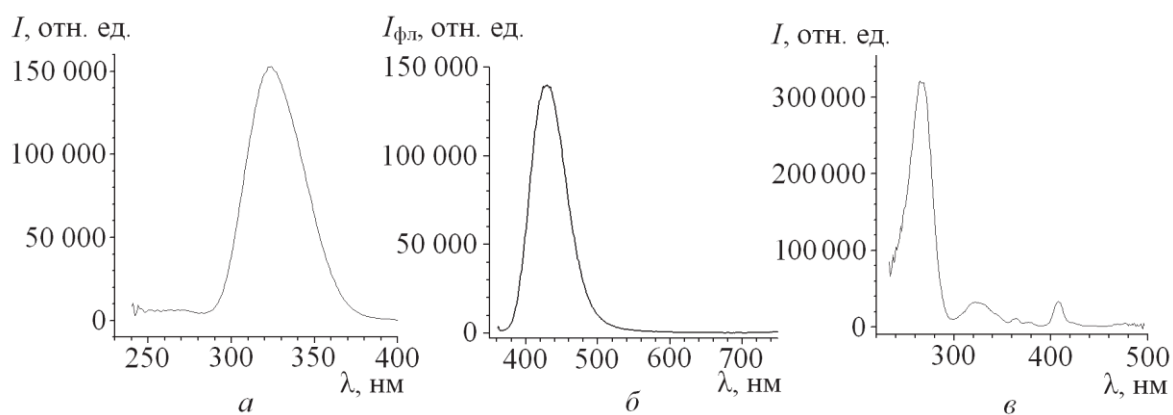


Рис.1. Спектры возбуждения при $\lambda_{\text{рег}} = 450$ нм (а) и фотолюминесценции при $\lambda_{\text{возб}} = 320$ нм (б) твердого раствора $\text{LaIn}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$; спектр возбуждения при $\lambda_{\text{рег}} = 602$ нм твердого раствора $\text{La}_{0,98}\text{Sm}_{0,02}\text{InO}_3$ (в)

Установлено, что длина волны максимума интенсивности полосы фотолюминесценции ионов Sb^{3+} ($\lambda_{\text{возб}} = 320$ нм) твердого раствора $\text{LaIn}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$ равна 430 нм, а длина волны максимума полосы возбуждения небольшой интенсивности ионов Sm^{3+} твердого раствора $\text{La}_{0,98}\text{Sm}_{0,02}\text{InO}_3$ равна 408 нм (рис. 1 в). Отсюда следует, что усиление фотолюминесценции ионов Sm^{3+} твердого раствора $\text{La}_{0,98}\text{Sm}_{0,02}\text{In}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$ ионами Sb^{3+} наблюдается благодаря выполнению условия передачи поглощенной ионами сенсибилизатора (Sb^{3+}) энергии ионам активатора (Sm^{3+}), согласно которому полоса фотолюминесценции сенсибилизатора должна перекрываться с полосой возбуждения активатора. Экспериментально сенсибилизационное воздействие ионов Sb^{3+} на фотолюминесценцию ионов Sm^{3+} подтверждено значительным усилением интенсивности полос фотолюминесценции ионов Sm^{3+} на спектрах фотолюминесценции ($\lambda_{\text{возб}} = 320, 405, 470$ нм) твердого раствора $\text{La}_{0,98}\text{Sm}_{0,02}\text{In}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$ по сравнению с интенсивностью полос фотолюминесценции твердого раствора $\text{La}_{0,98}\text{Sm}_{0,02}\text{InO}_3$ (рис. 2 а, б, в). Такое увеличение интенсивности полос фотолюминесценции ионов Sm^{3+} ионами Sb^{3+} наблюдается и на спектрах фотолюминесценции твердого раствора $\text{La}_{0,977}\text{Pr}_{0,003}\text{Sm}_{0,02}\text{In}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$ ($\lambda_{\text{возб}} = 320, 405$ нм).

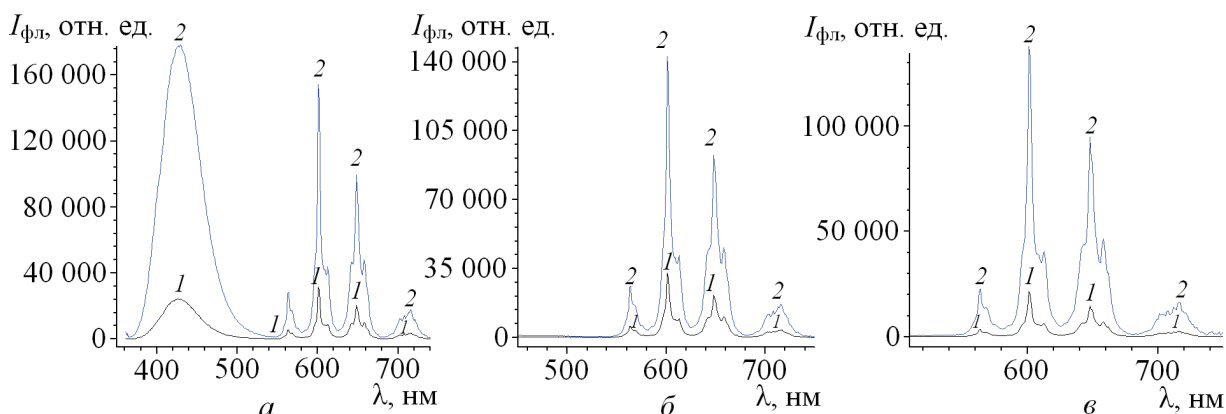


Рис. 2. Спектры фотолюминесценции при $\lambda_{\text{возб}} = 320$ нм (а), 405 нм (б), 470 нм (в) твердых растворов $\text{La}_{0,98}\text{Sm}_{0,02}\text{InO}_3$ (1) и $\text{La}_{0,98}\text{Sm}_{0,02}\text{In}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$ (2)