

# ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ЛЮМИНОФОРОВ НА ОСНОВЕ ИНДАТА $\text{LaInO}_3$ СО СТРУКТУРОЙ ПЕРОВСКИТА, ЛЕГИРОВАННОГО ИОНАМИ $\text{Pr}^{3+}$ , $\text{Sm}^{3+}$ , $\text{Sb}^{3+}$

*Л.А. Башкиров<sup>1</sup>, Е.К. Юхно<sup>1</sup>, Н.А. Миронова-Улмане<sup>2</sup>,  
А.Г. Шараковский<sup>2</sup>, П.П. Першукевич<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Белорусский государственный технологический университет*

<sup>2</sup>*Институт физики твердого тела Латвийского университета*

<sup>3</sup>*Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси*

*e-mail: [bashkirov@belstu.by](mailto:bashkirov@belstu.by)*

В последнее время значительно повысился интерес к исследованиям фотолюминесцентных свойств твердых растворов на основе  $\text{LaInO}_3$ , 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  $\text{Bi}^{3+}$ , введенные в подрешетку ионов  $\text{La}^{3+}$  индата  $\text{LaInO}_3$ , легированного ионами  $\text{Eu}^{3+}$ , являются сенсбилизаторами фотолюминесценции ионов  $\text{Eu}^{3+}$ . Ионы  $\text{Sb}^{3+}$  имеют электронную конфигурацию  $5s^2$ , т.е. подобную как у ионов  $\text{Bi}^{3+}$  ( $6s^2$ ). Поэтому можно ожидать, что ионы  $\text{Sb}^{3+}$  также будут хорошим сенсбилизатором фотолюминесцентных свойств ионов редкоземельных элементов, расположенных в матрице  $\text{LaInO}_3$ . Однако в литературе отсутствуют публикации, посвященные изучению люминесцентных свойств ионов  $\text{Sb}^{3+}$ , введенных в подрешетку ионов  $\text{In}^{3+}$  индата  $\text{LaInO}_3$ .

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  $\text{GdFeO}_3$ . 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  $\text{LaSbO}_3$ .

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  $\text{Sb}^{3+}$  с максимумом при  $\lambda = 430 \text{ нм}$  (рис. 1 б).

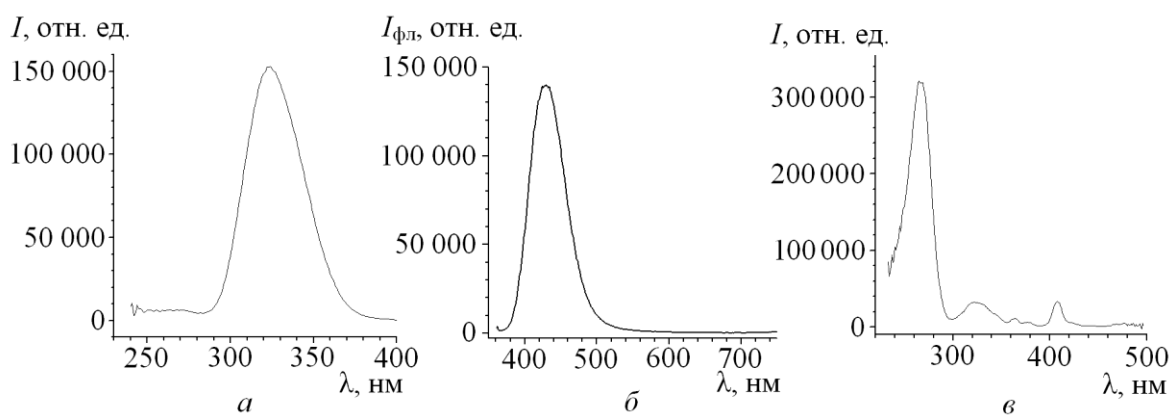


Рис.1. Спектры возбуждения при  $\lambda_{\text{рег}} = 450$  нм (а) и фотолюминесценции при  $\lambda_{\text{возб}} = 320$  нм (б) твердого раствора  $\text{LaIn}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$ ; спектр возбуждения при  $\lambda_{\text{рег}} = 602$  нм твердого раствора  $\text{La}_{0,98}\text{Sm}_{0,02}\text{InO}_3$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

Установлено, что длина волны максимума интенсивности полосы фотолюминесценции ионов  $\text{Sb}^{3+}$  ( $\lambda_{\text{возб}} = 320$  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  $\text{Sm}^{3+}$  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  $\text{Sm}^{3+}$  твердого раствора  $\text{La}_{0,98}\text{Sm}_{0,02}\text{In}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$  ионами  $\text{Sb}^{3+}$  наблюдается благодаря выполнению условия передачи поглощенной ионами сенсибилизатора ( $\text{Sb}^{3+}$ ) энергии ионам активатора ( $\text{Sm}^{3+}$ ), согласно которому полоса фотолюминесценции сенсибилизатора должна перекрываться с полосой возбуждения активатора. Экспериментально сенсибилизационное воздействие ионов  $\text{Sb}^{3+}$  на фотолюминесценцию ионов  $\text{Sm}^{3+}$  подтверждено значительным усилением интенсивности полос фотолюминесценции ионов  $\text{Sm}^{3+}$  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  $\text{Sm}^{3+}$  ионами  $\text{Sb}^{3+}$  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).

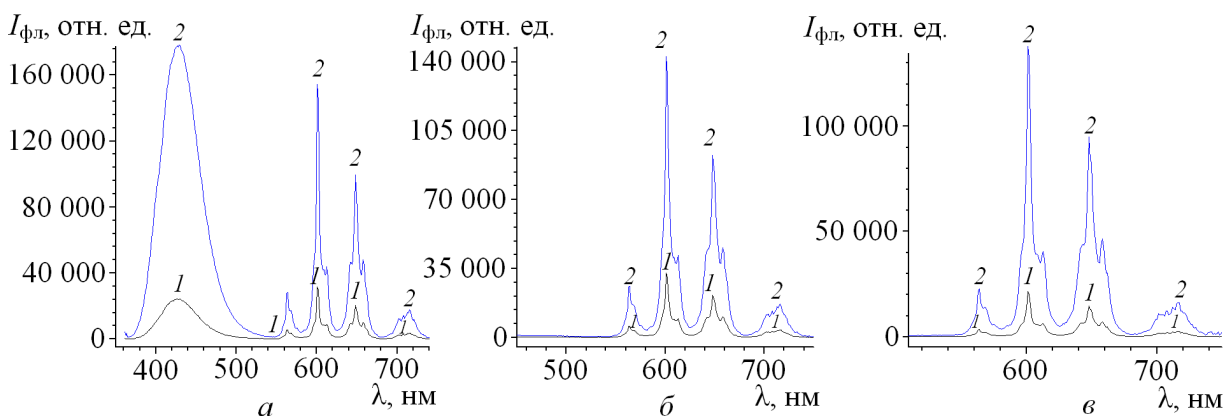


Рис. 2. Спектры фотолюминесценции при  $\lambda_{\text{возб}} = 320$  нм (а), 405 нм (б), 470 нм (в) твердых растворов  $\text{La}_{0,98}\text{Sm}_{0,02}\text{InO}_3$  (1) и  $\text{La}_{0,98}\text{Sm}_{0,02}\text{In}_{0,98}\text{Sb}_{0,02}\text{O}_3$  (2)