

На рис. 1 показаны спектры флуоресценции, зарегистрированные для исходного образца  $Al_2O_3$  (кривая 1) и для  $Al_2O_3$  с InP/ZnS (кривая 2). Для наглядности штриховой линией представлена известная полоса флуоресценции раствора исследуемых КТ. Видно, что в полученном спектре для синтезированного люминофора явным образом проявляется свечение КТ. В этом случае можно говорить о наличии механизма передачи энергии возбуждения от матрицы  $Al_2O_3$  к ядру КТ, длительность которого заметно превышает характерное время излучательных переходов в InP/ZnS. Наблюдаемый эффект может быть использован для создания композитных люминофоров с настраиваемой хроматичностью излучения путём варьирования концентрации и размера КТ.

## КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И МАГНИТНОЕ УПОРЯДОЧЕНИЕ В МУЛЬТИФЕРРОИКЕ $0.9(BiFeO_3)+0.1(BaTiO_3)$

Lee S.<sup>1</sup>, Пирогов А.Н.<sup>2,3</sup>, Сёмкин М.А.<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>) Корейский исследовательский институт атомной энергии, Тайджон,  
Республика Корея

<sup>2</sup>) Институт физики металлов УрО РАН, Екатеринбург, Россия

<sup>3</sup>) Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина, Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [m.a.semkin@urfu.ru](mailto:m.a.semkin@urfu.ru)

## CRISTAL STRUCTURE AND MAGNETIC ORDERING IN MULTIFERROIC $0.9(BiFeO_3)+0.1(BaTiO_3)$

Lee S.<sup>1</sup>, Pirogov A.N.<sup>2,3</sup>, Semkin M.A.<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>) Neutron Department, Korea Atomic Energy Research Institute, Daejeon, Korea Republic

<sup>2</sup>) Institute of Metal Physics of UB of RAS, Ekaterinburg, Russia

<sup>3</sup>) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Crystal structure and magnetic state of multiferroic  $0.9(BiFeO_3)+0.1(BaTiO_3)$  were studied over temperature interval  $300K-1000K$ .

Одновременное наличие в мультиферроиках магнитной и ферроэлектрической степеней свободы обуславливает тенденцию к поиску материалов, имеющих высокие показатели взаимосвязи между этими степенями свободы, что позволит реализовать специфические свойства мультиферроиков в промышленных приложениях и приборостроении. Одним из наиболее перспективных представителей мультиферроиков является феррит висмута ( $BiFeO_3$ ). Добавление в процессе синтеза небольшого количества титаната бария ( $BaTiO_3$ ) позволяет существенно повысить магнитоэлектрические свойства мультиферроика.

Цель нашей работы состояла в изучении поведения структурного состояния и магнитного упорядочения в мультиферроике  $0.9(\text{BiFeO}_3)+0.1(\text{BaTiO}_3)$  в диапазоне температур от  $300\text{K}$  до  $1000\text{K}$ . Образец был получен методом кристаллизации в растворе. Нейтронографические измерения были выполнены на порошковом дифрактометре высокого разрешения, смонтированном на горизонтальном канале исследовательского реактора HANARO (Тайджон, Республика Корея) с длиной волны нейтронов  $\lambda=1.5395 \text{ \AA}$ . Обработка нейтронограмм проведена с помощью пакета программ Fullprof [1].

Во всем исследованном температурном интервале кристаллическая структура образца хорошо описывается в рамках ромбоэдрической элементарной ячейки (пространственная группа  $R3c$ ), подобной ячейке недопированного  $\text{BiFeO}_3$ . Параметры решетки увеличиваются с температурой. Параметры  $a=b=(5.625 \pm 0.0005) \text{ \AA}$  при  $300\text{K}$  увеличиваются до  $a=b=(5.672 \pm 0.0008) \text{ \AA}$  при  $1000\text{K}$ , при этом, параметр  $c$  возрастает от  $c=(13.779 \pm 0.0004)$  до  $c=(13.866 \pm 0.0005) \text{ \AA}$ . Ионы  $\text{Ba}$  размещаются в подрешетке  $\text{Bi}$ , а ионы  $\text{Ti}$  – в подрешетке  $\text{Fe}$ . Определенные нами координаты ионов при  $300\text{K}$  приведены в таблице. Координаты изменяются с температурой. Для ионов  $\text{Fe}$  и  $\text{Ti}$  компонента  $z$  уменьшается с ростом температуры, для ионов кислорода компонента  $x$  также понижается с температурой, тогда как, компонента  $y$  увеличивается. У компоненты  $z$  имеется минимум в интервале температур от  $600\text{K}$  до  $850\text{K}$ .

Координаты атомов  $0.9(\text{BiFeO}_3)+0.1(\text{BaTiO}_3)$  при  $300\text{K}$

Атом(ы)	$x$	$y$	$z$
$\text{Bi, Ba}$	0.00000	0.00000	0.00000
$\text{Fe, Ti}$	0.00000	0.00000	$0.259 \pm 0.003$
$\text{O}$	$0.504 \pm 0.002$	$0.041 \pm 0.002$	$1.002 \pm 0.001$

Согласно [2]  $\text{BiFeO}_3$  обладает модулированной магнитной структурой с очень малым по величине волновым вектором  $k=[0.0045 \ 0.0045 \ 0]$ . Полученные нами нейтронограммы хорошо описываются, если принять, что магнитное упорядочение в  $0.9(\text{BiFeO}_3)+0.1(\text{BaTiO}_3)$  подобно приведенному в литературе для  $\text{BiFeO}_3$ . В этом приближении мы получили, что моменты ионов  $\text{Fe}$  направлены антиферромагнитно вдоль  $c$ -оси. Повышение температуры приводит к понижению величины магнитного момента ионов от  $\mu=(3.13 \pm 0.05)\mu_B$  при  $300\text{K}$ , до нуля при  $600\text{K}$ .

1. Rodrigues-Carvajal J., Phys. B., 192, 55 (1993).
2. Sosnowska I. et al., J. Phys.: Solid State Phys., 15, 4835 (1982).