

SEM analysis of the images showed that the obtained nanostructures have a height that is equal to the thickness of the template, which is 12 nm and the diameter of  $115 \pm 5$  nm. The existence of copper/gold in the spectrum is due to the fact that conductive layer was sprayed on the polymer matrix before the galvanic deposition. Taking atomic ratio of Co/Ni into account composition of synthesized arrays of nanostructures can be represented as following: sample 1 -  $\text{Co}_{94}\text{Ni}_6$ , sample 2 -  $\text{Co}_{88}\text{Ni}_{12}$ , sample 3 -  $\text{Co}_{80}\text{Ni}_{20}$ . According to the results of the study we can draw the following conclusion: when the potential difference across the electrodes decreases atomic ratio of cobalt to nickel decreases.

1. Hultheen J.C., Martin C.R. *J. Mater. Chem.*, 7, 1075, (1997).
2. Chakarvarti S.K., Vetter J. *Radiation Measurements*, 29, 149-159, (1998).
3. Foss C.A., Hornyak G.L., Stockert J.A., Martin C.R. *Journal of Physical Chemistry*, 98, 2963, (1994).
4. Martin C.R. *Advanced Materials*, 3, 457, (1991).
5. Yuan G., Wei Y., Meng K. et al. *Chinese Chemical Letters*, 13 (11), 1115–1118, (2002).

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ЛИТИЕВЫХ МЕТАЛЛОФОСФАТОВ $\text{LiMPO}_4$ И $\text{LiMM}'\text{PO}_4$ (M, M' - Mn, Mg, Co, Ni)

Барыкина Ю.А.<sup>1,2\*</sup>, Келлерман Д.Г.<sup>1</sup>, Заболоцкая Е.В.<sup>1</sup>, Урусова Н.В.<sup>2</sup>, Железников К.А.<sup>1</sup>, Пирогов А.Н.<sup>2,3</sup>

<sup>1)</sup> Институт химии твердого тела УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>3)</sup> Институт физики металлов УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [barykina@ihim.uran.ru](mailto:barykina@ihim.uran.ru)

## SYNTHESIS AND MAGNETIC PROPERTIES OF LITHIUM METALLOPHOSPHATES $\text{LiMPO}_4$ AND $\text{LiMM}'\text{PO}_4$ (M, M' - Mn, Mg, Co, Ni)

Barykina Yu.A.<sup>1,2\*</sup>, Kellerman D.G.<sup>1</sup>, Zabolotskaya E.V.<sup>1</sup>, Urusova N.V.<sup>2</sup>, Zheleznikov K.A.<sup>1</sup>, Pirogov A.N.<sup>2,3</sup>

<sup>1)</sup> Institute of Solid State Chemistry, Ural Division of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia.

<sup>2)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia.

<sup>3)</sup> Institute of Metal Physics, Ural Division of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia.

The purpose of this work was investigation of the magnetic properties of lithium metallophosphates  $\text{LiMPO}_4$  and  $\text{LiMM}'\text{PO}_4$  (M, M' = Mn, Mg, Co, Ni) with an ordered olivine structure. These systems have excellent magnetic and optical properties and therefore can be used as promising materials for different applications.

Целью работы было исследование магнитных свойств металлофосфатов лития  $\text{LiMPO}_4$  и  $\text{LiMM}'\text{PO}_4$  ( $M, M' = \text{Mn}, \text{Mg}, \text{Co}, \text{Ni}$ ) с упорядоченной структурой оливина.

Данные соединения являются перспективными катодными материалами для химических источников тока, что обусловлено их высокими электрохимическими характеристиками, сочетающимися со структурной стабильностью, низкой стоимостью и безопасностью использования. Второе, но не менее важное обстоятельство состоит в том, что эти системы обладают значительным магнитоэлектрическим эффектом [1].

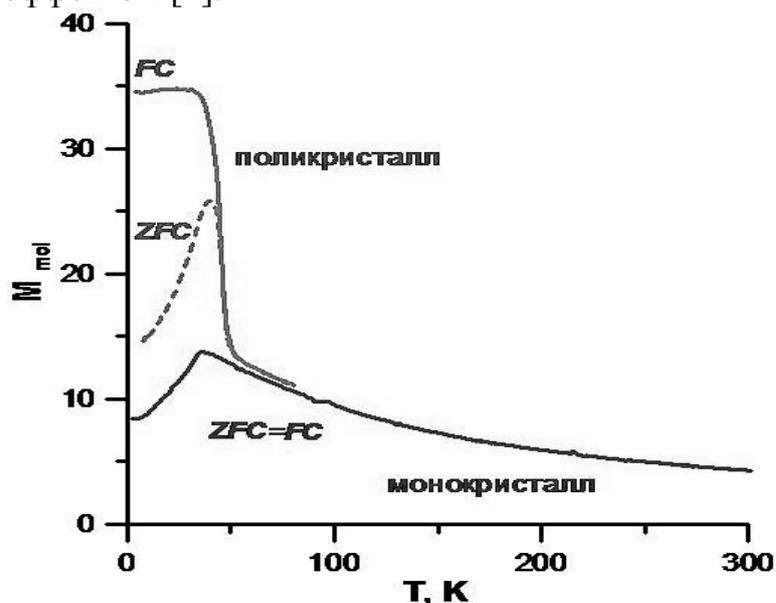


Рис.1 Температурные зависимости намагниченности для поликристаллических и монокристаллических объектов.

Нейтроннографические исследования образцов проводились на диффрактометре Д2 (г. Заречный) в температурном интервале 13-295 К (длина волны  $\lambda=1.805 \text{ \AA}$ ). Намагниченность измерялась с помощью VSM-5T, Cryogenic в магнитном поле до 5Т при температурах 2-700 К. ЭПР измерения проводились при комнатной температуре на спектрометре CMS 8400 в X-диапазоне.

В настоящей работе показано, что важная роль в формировании магнитных и магнитоэлектрических характеристик металлофосфатов со структурой оливина принадлежит структурной и магнитной неоднородности.

Источником структурной неоднородности служит частичная инверсия щелочного и переходного металлов, энергетическая обусловленность которой следует из расчетов [2].

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Грант № 13-03-00135-а).*

1. J.-P. Rivera, *Ferroelectrics*, 161, 147, (1994).
2. S. Adams. *J Solid State Electrochem.*, 14, 1787, (2010).