

# The microscopic mechanism of spontaneous polarization in strontium hexaferrites

Vitalii Turchenko<sup>1,2</sup>, Alex Trukhanov<sup>3</sup>, Sergej Trukhanov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Frank Laboratory of Neutron Physics, Joint Institute for Nuclear Research, 141980, Dubna, 6 Joliot-Curie Str., Russia*

<sup>2</sup> *Donetsk Institute of Physics and Technology named after O.O. Galkin of the NASU, 46 Nauki Ave, 03680, Kyiv, Ukraine*

<sup>3</sup> *SSPA "Scientific and practical materials research centre of NAS of Belarus", 19 P. Brovki Str., 220072, Minsk, Belarus*

[turchenko@jinr.ru](mailto:turchenko@jinr.ru)

Hexaferrite M-type systems are suitable for use in microwave and millimeter wave devices as permanent magnets, as gyromagnetic materials [1], e.g., in phase shifters, filters, isolators and in miniature circulators [2] that can be applied in electronic components for automobile and in wireless communication systems. Recently, a large ferroelectric polarization was found in strontium [3] and barium [4] hexaferrites that opened a new direction for potential multiferroic candidate SrFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>. However, the mechanism of appearance of spontaneous polarization in hexaferrites remains controversial. The fact that spontaneous polarization is observed in centrosymmetric unit cell, which contains inversion center, requires revising its crystal structure.

The present work is devoted ascertaining of correlation of diamagnetic substitution in strontium hexaferrite with mechanism of appearance of double ferroic properties. In order to determine the real type of crystal structure of strontium ferrite, its structure was refined within the framework both centrosymmetric P<sub>6</sub><sub>3</sub>/mmc (No. 194) and non-centrosymmetric P<sub>6</sub><sub>3</sub>mc (No. 186) space groups. The analysis of unit cells of hexaferrites in the framework both space groups allowed determining the main reason of occurrence of spontaneous polarization in hexaferrites as the unequal distortion of neighboring oxygen octahedra in the case of non-centrosymmetric space group.

## Reference.

- [1] V. G. Harris, A. S. Sokolov, *J. Sup. Nov. Magn.*, **32**(1), (2019) 97–108.
- [2] V. G. Harris, A. Geiler, Y. Chen et al. *JMMM*, **321** (2009) 2035–2047.
- [3] G. Tan and X. Chen *J. El. Mater.* **42**(5), (2013) 906-911.
- [4] A.V. Trukhanov, S.V. Trukhanov, L.V. Panina et al. *JMMM* **426** (2017) 487.

# Микроскопический механизм спонтанной поляризации стронциевых гексаферритов

Виталий Турченко<sup>1,2</sup>, Алексей Труханов<sup>3</sup>, Сергей Труханов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Лаборатория Нейтронной Физики им. И.М. Франка ОИЯИ, 141980, Дубна

<sup>2</sup> Донецкий физико-технический институт НАН Украины, 03680, Киев

<sup>3</sup> ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению», 220072,  
Минск

[turchenko@jinr.ru](mailto:turchenko@jinr.ru)

Гексаферритовые системы М-типа находят практическое применение в приборах микроволнового и миллиметрового диапазона в качестве постоянных магнитов, а также в качестве гиромангнитных материалов [1], например, в фазовращателях, в фильтрах, в изоляторах и в миниатюрных циркуляторах [2] в качестве электронных компонент для автомобилей и в системах беспроводной связи. Сравнительно недавно в гексаферритах стронция [3] и бария [4] было обнаружено появление значительной сегнетоэлектрической поляризации, что открывает новое направление для потенциального применения потенциального мультиферроика  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ . Однако механизм возникновения спонтанной поляризации в гексаферритах остается спорным. Тот факт, что самопроизвольная поляризация наблюдается в centrosymmetric элементарной ячейке, содержащей центр инверсии, требует пересмотра ее кристаллической структуры.

Настоящая работа посвящена установлению корреляции диамагнитного замещения в гексаферрите стронция с механизмом возникновения сегнетоэлектрических свойств. Чтобы определить реальный тип кристаллической структуры феррита стронция, его структура была уточнена в рамках как centrosymmetric  $R\bar{6}_3/mmc$  (№ 194), так и неcentrosymmetric  $R6_3mc$  (№ 186) пространственных групп. Анализ элементарных ячеек гексаферритов в рамках обеих пространственных групп позволил определить основную причину возникновения спонтанной поляризации в гексаферритах как неравномерное искажение соседних кислородных октаэдров в случае неcentrosymmetric пространственной группы.

## Литература.

- [1] V. G. Harris, A. S. Sokolov, J. Sup. Nov. Magn., **32**(1), (2019) 97–108.
- [2] V. G. Harris, A. Geiler, Y. Chen et al. JMMM, **321** (2009) 2035–2047.
- [3] G. Tan and X. Chen J. El. Mater. **42**(5), (2013) 906-911.
- [4] A.V. Trukhanov, S.V. Trukhanov, L.V. Panina et al. JMMM **426** (2017) 487.