

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ БОББЕРОВ И НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ МАГНИТНОЙ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ПАМЯТИ

Рыбаков Ф.Н.<sup>1,2</sup>, Борисов А.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт физики металлов УрО РАН им.М.Н. Михеева, 18, ул. Софьи Ковалевской,  
г. Екатеринбург, 620108, Россия, e-mail: [Bob1947@gmail.com](mailto:Bob1947@gmail.com)

<sup>2</sup>Department of Physics, KTH-Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden,  
e-mail: [F.N.Rybakov@gmail.com](mailto:F.N.Rybakov@gmail.com)

Статья поступила в редакцию 25.12.2018, одобрена к печати 30.01.2019

Киральные магнитные скирмионы представляют собой наноразмерные вихревые спиновые текстуры, которые образуются в присутствии магнитного поля в ферромагнетиках с взаимодействием Дзялошинского – Мория, образованного сильной спин-орбитальной связью и нарушенной инверсионной симметрией кристалла. Недавно новый тип локализованных частицеподобных объектов – киральный боббер (ChB) был теоретически предсказан (Rybakov et al., 2015) в таких материалах. Здесь мы сообщаем о прямом наблюдении (ChB) (Zheng et al., 2018) в тонких пленках FeGe типа B20 с помощью количественной внеосевой электронной голографии. Кроме того, мы показываем, что (ChB) способны сосуществовать со скирмионами в широком диапазоне параметров, что предполагает их возможные практические применения в новых магнитных твердотельных запоминающих устройствах, в которых поток двоичных бит данных может быть кодирован последовательностью скирмионов и бобберов.

Работа выполнена в рамках госзадания ФАНО России (тема «Квант», номер г.р. 01201463332(АААА-А18-118020190095-4)).

**Ключевые слова:** взаимодействие Дзялошинского–Мория, магнитные скирмионы. электронная голография, боббер.

### Литература

Zheng F., Rybakov F.N., Borisov A.B. Experimental observation of chiral magnetic bobbbers in B20-type FeGe // Nature Nanotechnology. 2018. Vol. 13. P. 451–455.

Rybakov F.N., Borisov A.B., Blügel S., Kiselev N.S. New type of particlelike state in chiral magnets // Phys. Rev. Lett. 2015. Vol. 115. P. 117201.

## EXPERIMENTAL OBSERVATION OF CHIRAL MAGNETIC BOBBERS AND NEW CONCEPT FOR MAGNETIC SOLID-STATE MEMORY

Rybakov F.N.<sup>1,2</sup>, Borisov A.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*M.N. Mikheev Institute of Metal Physics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 18  
Sofia Kovalevskaya str., Ekaterinburg 620108*

*e-mail: [Bor1947@gmail.com](mailto:Bor1947@gmail.com)*

<sup>2</sup>*Department of Physics, KTH-Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden*

*e-mail: [F.N.Rybakov@gmail.com](mailto:F.N.Rybakov@gmail.com)*

Submitted 25.12.2018, accepted 30.01.2019

Chiral magnetic skyrmions are nanoscale vortex-like spin textures that form in the presence of an applied magnetic field in ferromagnets that support the Dzyaloshinskii-Moriya interaction (DMI) because of strong spin-orbit coupling and broken inversion symmetry of the crystal. Recently, a new type of localized particle-like object – the chiral bobber (ChB) – was predicted theoretically (Rybakov et al., 2015) in such materials. Here, we report the direct observation of ChBs (Zheng et al., 2018) in thin films of B20-type FeGe by means of quantitative off-axis electron holography. Furthermore, we show that ChBs are able to coexist with skyrmions over a wide range of parameters, which suggests their possible practical applications in novel magnetic solid-state memory devices, in which a stream of binary data bits can be encoded by a sequence of skyrmions and bobbars.

Work was performed within the state task of FANO

Russia (subject “Quantum,” No. g.r. 01201463332) (AAAA-A18-118020190095-4).

**Keywords:** Dzyaloshinskii-Moriya Interaction, magnetic skyrmions, electron holography, bobber

### References

Zheng F., Rybakov F.N., and Borisov A.B. Experimental observation of chiral magnetic bobbars in B20-type FeGe. *Nature Nanotechnology*, 2018, Vol. 13, p. 451–455.

Rybakov F.N., Borisov A.B., Blügel S., and Kiselev N.S. New type of particlelike state in chiral magnets, *Phys. Rev. Lett.*, 2015, Vol. 115, pp. 117201.