

# ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СПИНОВЫЕ СКРМИОНЫ В ДОПИРОВАННЫХ ВЕЙЛЕВСКИХ ПОЛУМЕТАЛЛАХ $\text{Co}(\text{Si}_{1-x}\text{Co}_x)$ С КИРАЛЬНЫМ ФЕРРОМАГНЕТИЗМОМ

А.А. Повзнер<sup>a1</sup>, А.Г. Волков, А.Р. Кузнецов<sup>b</sup>,  
Ю.Н. Горностырев<sup>b</sup>, Э.И. Лопатко<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург

<sup>b</sup> Институт физики металлов РАН им. М.Н. Михеева, г. Екатеринбург

<sup>1</sup>E-mail: [a.a.povzner@urfu.ru](mailto:a.a.povzner@urfu.ru)

Легирование не магнитных вейлевских полуметаллов магнитными ионами является перспективным способом создания новых спинтронных материалов. В частности, экспериментально установлено, что допирование нецентросимметричной кристаллической решетки диамагнитного вейлевского полуметалла  $\text{CoSi}$  [1] ничтожно малым количеством атомов кобальта, приводит к киральному ферромагнетизму в  $\text{Co}(\text{Si}_{1-x}\text{Co}_x)$  [2].

В настоящей работе проведено моделирование электронной структуры  $\text{Co}(\text{Si}_{1-x}\text{Co}_x)$  в пакете VASP. Получено, что причиной возникновения кирального ферромагнетизма (в интервале  $0.044 < x < 0.029$ ) является энергетический сдвиг топологических особенностей электронной структуры и резкое увеличение плотности d-электронных состояний исходного вейлевского полуметалла до значений, при которых осуществляется квантовый переход в состояние паулиевский зонного ферромагнетизма.

Показано, что составы  $\text{Co}(\text{Si}_{1-x}\text{Co}_x)$  характеризуются аномально малыми параметрами мода-мода в функционале Гинзбурга-Ландау. При пересечении химическим потенциалом высокотемпературной парамагнитной фазы, области электронных состояний с отрицательным межмодовым взаимодействием, возникают фрагменты геликоидальных спиновых спиралей с фиксированными фазами Берри (топологический электронный переход)

При температурном энергетическом сдвиге химического потенциала за пределы области электронных состояний с кривизной Берри, происходит повторная смена знака аномально малого параметра межмодового взаимодействия на положительный и возникает дальний порядок с геликоидальными спиновыми спиральями (магнитный фазовый переход первого рода).

Во внешних магнитных полях чуть ниже температуры магнитного перехода, возможно нарушение термодинамической устойчивости ферромагнетизма и формированию высокотемпературных спиновых скирмионов.

Результаты были получены в рамках выполнения задания Министерства науки и высшего образования, контракт № FEUZ-2023-0015, а также темы «Структура», №122021000033-2.

## Литература

[1] B. Balasubramanian, P. Manchanda, R. Pahari, D. Sellmyer, et al., Chiral Magnetism and High-Temperature Skyrmions in B20-Ordered Co-Si, Phys.Rev.Letter, **124**, 057201 (2020).[2]

[2] H. Wang, Sh. Xu, Xiao-Qin Lu, et al., de Haas–van Alphen quantum oscillations and electronic structure in the large-Chern-number topological chiral semimetal  $\text{CoSi}$ , Phys. Rev. B, **102**, 115129 (2020).