

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЛЕКТИВНЫХ МАГНИТНЫХ ВОЗБУЖДЕНИЙ FE<sub>2</sub>Ge С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ВОЗМУЩЕНИЙ

Майбах Е.А.<sup>1</sup>, Кашин И.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина  
E-mail: maibah\_lena@mail.ru

## MODELING OF FE<sub>2</sub>Ge COLLECTIVE MAGNETIC EXCITATIONS USING QUANTUM PERTURBATION THEORY

Maibakh E.A.<sup>1</sup>, Kashin I.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin

In this paper, low-energy collective magnetic excitations in FeGe are reproduced using quantum perturbation theory, formulated for XXZ model around Ising ground state. The results allow us to extract the helical period of spin spirals as well as other basic characteristics of such excitations.

На сегодняшний день одним из основным направлений исследований в области современной физики конденсированного состояния является экспериментальное наблюдение коллективных магнитных возбуждений, таких как спиновые спирали и более сложные топологические структуры - скирмионы.

Целью данной работы является реконструкция низколежащих коллективных магнитных возбуждений гелимагнетика FeGe на уровне квантовой теории возмущений, записанной для невырожденного уровня.

FeGe является типичным представителем соединений, в которых экспериментально регистрируются спиновые спирали. При низких температурах и нулевом магнитном поле данный материал является гелимагнетиком, характеризующимся длиннопериодными спиновыми спиралями [1].

Для воспроизведения таких спиралей на уровне единой квантовой модели необходимо учесть большое количество элементарных ячеек кристалла. В данной работе для решения этой проблемы применяется теория возмущений. Для этого базовая исходная модель Гейзенберга, описывающая квантовые изотропные обменные взаимодействия, представляется в XXZ варианте, где плоскостной и осевой магнетизм полагаются независимыми. Экспериментально известно, что плоскостной магнетизм в FeGe гораздо слабее, чем осевой [2].

Это означает, что мы можем построить традиционную квантовую теорию возмущений для невырожденного уровня вокруг основного состояния соответствующей модели Изинга. Это позволяет найти поправку не только к энергии, но и к собственному вектору. Стоит отметить, что при большом количестве спинов

вектор состояния невозможно удержать в памяти вычислительного комплекса, поэтому в данной работе он применяется в расчете средненаблюдаемых величин.

Результаты позволяют восстанавливать базовые характеристики спиновых спиралей на уровне спиновой модели при различных соотношениях интенсивности плоскостного и осевого магнетизма при ненулевых температурах.

1. G. Shirane, V.J. Minkiewicz, R. Nathans, Spin waves in 3d metals, J. Appl. Phys. 39 (1968) 383–390, <https://doi.org/10.1063/1.2163453>
2. Q. Niu, L. Kleinman, Spin-wave dynamics in real crystals, Phys. Rev. Lett. 80 (1998) 2205–2208, <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.80.2205>