

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Космачева Олега Александровича «Спиновые нематики и сильноанизотропные магнетики», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Статические и динамические свойства магнитных материалов широко исследуются сейчас в связи с их текущими и перспективными приложениями в области хранения, передачи и обработки информации. При этом отправной точкой для моделирования, как правило, является уравнение Ландау-Лифшица, описывающее прецессию вектора намагниченности фиксированной длины в эффективном магнитном поле. Это приближение работает далеко не всегда. И именно такие (нестандартные) случаи рассматриваются в данной работе основываясь на более глубоких, квантовых, представлениях. Таким образом, работа несомненно является актуальной и поучительной для широкого круга исследователей в области магнетизма.

В диссертации представлен ряд оригинальных результатов в нескольких направлениях: исследование квантового эффекта сокращения спина, влияние анизотропии на состояния и возбуждения квантового магнетика, квантовые эффекты в магнетиках с высоким спином (целым и полуцелым). Автором исследованы основные и возбуждённые состояния таких систем, рассчитаны спектры возбуждений, построены фазовые диаграммы. Эти результаты представляют собой значительный вклад в теорию квантового магнетизма. Их достоверность проверялась при помощи предельных переходов, сравнением аналитических расчётов с численными, и не вызывает сомнений. Результаты опубликованы в ведущих отечественных и международных научных журналах, хорошо цитируются (на самую цитируемую работу автора в Physical Review Letters приходится 47 ссылок).

Тем не менее, есть несколько замечаний и вопросов:

1. Термин “сверхтвердое магнитное состояние”, наверное, является уже устоявшимся, но всё равно бросается в глаза. В некоторых местах авторефера слово “сверхтвёрдое” взято в кавычки, что, по моему мнению, точнее отражает суть. Но во многих других местах оно всё равно встречается без кавычек. Хотелось бы, как минимум, большего однообразия при употреблении этого термина.
2. Закон дисперсии возбуждений изотропного негейзенберговского магнетика с  $S=3/2$ , исследованного в Главе 3, в ферромагнитной фазе содержит акустическую (голдстоновскую) и две оптических ветви, которые при малых  $|k| \ll 1$  имеют квадратичную

зависимость  $\propto k^2$ . В нематической же фазе (для которой  $\langle S^z \rangle = 0$ ) характер дисперсии меняется на линейный  $\propto |k|, |k| \ll 1$ , что напоминает дисперсию гейзенберговского антиферромагнетика. Нет ли здесь более глубокой аналогии ? Что общего и какие принципиальные различия между нематиком и антиферромагнетиком ?

3. Распределение компонент векторного параметра порядка в вихре, показанное на Рисунке 11 авторефера, очень напоминает распределения, получающиеся в рамках нелинейной  $O(3)\sigma$  модели. Нельзя ли установить прямое соответствие с этой моделью ?
4. В пятом разделе рассматривается двухподрешёточный магнетик с  $S = 2$ , допускающий существование фазы с ферримагнитным спариванием между спинами подрешеток. Не наблюдалась ли автором среди оптических мод – мода с отрицательной поляризацией (когда магнитные моменты подрешёток прецессируют под углом друг к другу по часовой стрелке относительно направления приложенного поля) ?

В авторефере есть опечатки: во втором пункте раздела “научная новизна” вместо “малая одноионной анизотропией” следует читать “малая одноионная анизотропия”; в описании результатов второго раздела  $s_2$  следует понимать как  $S_2$ ; в описании результатов третьего раздела вместо “Анализ плотность свободной энергии” следует читать “Анализ плотности свободной энергии”; в подписи к Рисунку 10 вместо “нематической” следует читать “нематической”.

Высказанные замечания и вопросы, безусловно, носят частный характер и нисколько не умаляют достоинств диссертационного исследования. Считаю, что диссертационная работа Космачева Олега Александровича «Спиновые нематики и сильноанизотропные магнетики» полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор заслуживает присвоения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Метлов Константин Леонидович, д-р физ.-мат. наук,  
старший научный сотрудник отдела «теории  
электронных и кинетических свойств нелинейных  
систем» государственного учреждения «Донецкий  
физико-технический институт им. А. А. Галкина»,  
83114, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, 72,  
телефон: +38-071-3052800, +7 (951) 838-2432,

E-mail: metlov@donfti.ru, metlov@fti.dn.ua.

Согласен на обработку персональных данных.

17 июля 2020 г.

  
Метлов К. Л.  


Подпись Метлов К.Л. зафиксирована  
зам. директора ГУ ДонФТИ по научной работе Голованюк Ю.Ю.